



Comparison of older and novel arrangements of Ankara Celal Bayar Boulevard in terms of roadway noise

Zuhal Özçetin^{1*}, Füsün Demirel²

¹Architectural of Department, Uşak University, Uşak, 64000, Turkey

²Architectural of Department, Gazi University, Ankara, 06570, Turkey

Highlights:

- Environmental noise control
- Traffic noise in Celal Bayar Boulevard
- Highway noise

Keywords:

- Noise
- Traffic
- Highway
- Celal Bayar Boulevard
- Ankara

Graphical/Tabular Abstract

It is known that the utilization of underpasses on the roads is significantly advantageous in urban roadway noise control. However, as a result of the measurements made on the Celal Bayar Boulevard recently, it has been determined that the environmental noise level around the road is above the limit values for both periods when the measurements were made (2016 and 2017), and for the points where the measurements were made.

Mayıs 2016 Mevcut durum ölçüm sonuçları [Leq]	Noktalar	Gündüz (dBA)	Akşam (dBA)	Gece (dBA)	L _{max} (dBA)
	9.nokta		75,5	77,2	74,9
10.nokta		73,8	77,8	75,0	81,7
Mayıs 2017 Mevcut durum ölçüm sonuçları [Leq]	Noktalar	Gündüz (dBA)	Akşam (dBA)	Gece (dBA)	L _{max} (dBA)
	9.nokta		71,6	70,4	68,3
10.nokta		73,0	75,3	73,1	79,8

Figure A. Baseline measurement results before underpass (2016) and after underpass (2017) – Leq

Article Info:

Research Article
Received: 07.12.2019
Accepted: 23.09.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.656548

Acknowledgement:

We would like to thank Ankara Metropolitan Municipality, Health Affairs Department, Health Services Branch Directorate Noise Control Chief and employees for their technical support during this study.

Correspondence:

Author: Zuhal Özçetin
e-mail: zuhalozcetin@gmail.com
phone: +90 537 639 5333

Purpose: To create a noise pollution-free environment, it is substantial to take the necessary measures even at the stage of city planning and urban engineering with the aim of keeping the noise away from the buildings and their surroundings or controlling the generated noise. In order to take these measures, the noise status and sources should be determined by appropriate measurement methods, and the noise should be controlled in the light of the information obtained by them. In this context, we aimed with this study to compare roadway noise in the older and novel arrangements of Celal Bayar Boulevard which is one of the busiest streets of Ankara.

Theory and Methods:

Celal Bayar Boulevard is divided into six zones in terms of susceptibility to noise generation in line with the Environmental Noise Assessment and Management Regulation (ENAMR). In the study conducted by Özçetin and Demirel, environmental noise was measured in the determined zones, at 16 points in total, on days which the traffic density is accepted similar, during the time periods specified in the ENAMR (day, evening, night hours), on April 2015, November 2015 and May 2016. Our research is designed to be a continuation of this study. Our measurements were made at two points (9th and 10th points) in Zone 3, which is a sensitive educational facility zone within the campus of the Gazi University Faculty of Engineering and Architecture and in accordance with the ENAMR and quality standards (TS ISO 1996-2). These measurements were made on May 17, 2016 before the road rearrangement, ie the construction of the underpass, and on May 16, 2017 after the construction of the underpass. Five-minute long measurements were made each hour. The measurements were classified into day, evening, and night (Leq) periods. It was planned in advance to make measurements on weekdays, considering that the traffic density is higher on working days. Besides, the measurements were carried out on 17 May 2016 Tuesday and 16 May 2017 Tuesday which are similar dates, with the aim of providing similar traffic densities thus achieving standardization of confounding factors. Zone 3 covers the area from Yükseliş Street (main entrance of Gazi University Engineering Faculty of Architecture) to Toros Street at the end of Maltepe Bazaar. In the selection of the 9th and 10th points to make measurements, the proximity to the campus of Gazi University Faculty of Engineering and Architecture and the presence of the Presidential Symphony Orchestra building were taken into account.

Results:

It is observed that the day, evening, and night measurements we made in May 2016 before the underpass was built on Celal Bayar Boulevard were above 70 dBA, and the day, evening, and night measurements we made in May 2017 after the underpass was built were over 65 dBA. It is seen that these values exceed the daytime <65 dBA limit specified in the ÇGDYY / ENAMR. Thus, it has been determined as a result of the measurements that the environmental noise level on the Celal Bayar Boulevard is above the limit values specified in the legislation at both time periods.

Conclusion:

In this regard, the installment of artificial barriers (glass noise barriers) in the area where the study is carried out can be suggested in order to reduce the roadway noise levels below the desired limit values.



Ankara Celal Bayar Bulvarı'nın karayolu gürültüsü açısından eski ve yeni düzenlemesinin karşılaştırılması

Zuhal Özçetin^{1*}, Füsün Demirel²

¹Uşak Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 64000, Uşak, Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 06570, Ankara, Türkiye

ÖNEÇİKANLAR

- Çevresel Gürültü Kontrolü
- Celal Bayar Bulvarı'nda trafik gürültüsü
- Karayolu Gürültüsü

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 07.12.2019

Kabul: 23.09.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.656548

Anahtar Kelimeler:

Gürültü,
trafik, karayolu,
Celal Bayar bulvarı,
Ankara

ÖZET

Gürültü, insan sağlığını fizyolojik ve psikolojik olarak etkilediği gibi, iş ve eğitim yaşamında da performansı olumsuz etkilemektedir. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkisi, sağlık sorunları ve davranış bozuklukları meydana getirdiği bilinmektedir. Gürültü problemi tüm dünyada mevzuat kapsamına alınarak, önemli denetimler getirilmiştir. Bu kapsamda çalışmada; Ankara'nın en işlek caddelerinden biri olan Celal Bayar Bulvarı'nın alan ölçümleri aracılığı ile eski ve yeni düzenlemesi arasındaki fark ortaya konularak, trafik gürültüsünün analizi yapılmıştır. Seçilen örnek çalışma alanında; 2016 yılına kadar alt geçit olmadan kullanım mevcut olup, 2017 yılında trafik, alt geçit aracılığı ile düzenlenmiştir. Araştırmada; her iki zaman periyodunun belirli aralıklarında, mevzuatlara uygun olarak çevresel gürültü ölçümleri ($L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece}) yapılarak, araç sayımları gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler ile hesaplamaları (L_{gag} –gündüz,akşam-gece ses basınç seviyesi-) yapılmıştır. Bu bağlamda, karayolunun alt geçit uygulama öncesi (Mayıs 2016) ve sonrası (Mayıs 2017) mevcut durumu, çevresel gürültü ölçümleri bağlamında değerlendirilerek, analiz edilmiştir. Celal Bayar Bulvarı üzerindeki mevcut durum değerlendirilmesi ile iki noktada (9. ve 10. noktalar) yapılan ölçüm analizleri ışığında; karayolu çevresel gürültü düzeyinin, alt geçit çalışması öncesinde elde edilen sonuçlara göre; azaldığı görülmekle birlikte, her iki zaman diliminde de (2016 ve 2017) gürültü düzeyinin sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiş ve bu bağlamda öneriler geliştirilmiştir.

Comparison of older and novel arrangements of Ankara Celal Bayar Boulevard in terms of roadway noise

HIGHLIGHTS

- Environmental noise control
- Traffic noise in Celal Bayar Boulevard
- Highway noise

Article Info

Research Article

Received: 07.12.2019

Accepted: 23.09.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.656548

Keywords:

Noise,
traffic, highway,
Celal Bayar boulevard,
Ankara

ABSTRACT

Noise affects human health from different perspectives (physiological, physical and psychological) and affects performance negatively in work and education. It is known that noise affects human health, health problems and behavioral disorders. For this reason, noise, which has significant effects on human health, has been subject to various studies for many years and various studies have been carried out to determine and control the effects of people on this problem. The noise problem is covered by the legislation all over the world. Important audits have been introduced in various countries. Despite these efforts, it is known that in most countries, the noise problem cannot be solved, the sources of noise are increasing and spreading over areas, and the noise levels and the negative effects are increasing. In this context; The difference between the older and novel arrangement of the Celal Bayar Boulevard, which is the busiest street in Ankara, has been analyzed and the traffic noise has been analyzed. In the selected study area; Until 2016, there was use without underpass and in the light of new regulations (in 2017), environmental noise measurements ($L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece}) were carried out at certain times in accordance with the legislation, vehicle counts were performed and the data and calculations (L_{gag}) were made. In this context, the current state of the road noise before and after the subway application (May 2016) and after (May 2017) (equivalent continuous sound pressure level- L_{eq}); and analyzed. In the light of the current situation assessment on Celal Bayar Boulevard, measurement analyzes made at two points (points 9 and 10); according to the results obtained before the underpass study; Although the noise was reduced, the noise level was found to be above the limit values in both time periods (2016 and 2017).

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: zuhalozcetin@gmail.com, fusundgk@gazi.edu.tr / Tel: +90 537 639 5333

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İşitsel açıdan konforlu bir çevre oluşturmak için, istenmeyen ses olarak kabul edilen gürültünün, tasarım aşamasında yapıdan ve çevresinden uzaklaştırılması ya da denetim altına alınması gerekmektedir. Bu sebeple öncelikle gürültü koşulları; ölçüm yöntemi ile belirlenerek, gürültü kontrol altına alınmalıdır [1-3]. Gürültüye hassas alanlarda yeni uygulamalar yapmak, işlev ya da yol güzergâhını

değiştirmek gürültünün azalmasına veya artmasına sebep olabilir. Yapılan bu tür değişikliklerin alandaki performansı belirlemek ve başka uygulamalarda ele almak, konfor koşullarını iyileştirmek için önemlidir.

Karayolu ve demiryolu trafiğine yönelik olarak yapılan bu çalışma için literatür araştırması, özet olarak, Tablo 1’de sunulmuştur. Bu kapsamda çalışmada; Ankara’nın en işlek caddelerinden biri durumundaki; demiryolu, karayolu ulaşım

Tablo 1. Literatürde yapılan çalışmalar (Studies in the literature)

Yazar/Yazarlar, Yılı, Yayın adı	Kullanılan Yöntem
B.Selimoğlu, 1994, Ülkemiz otoyollarında çevre düzenleme ilkelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma [4]	Araştırma yöntemi
M.E. Aydın, N. Ateş, 1997, Konya’da trafik gürültüsü ve bazı öneriler [5]	Ölçüm yöntemi
B. Kotzen, C. English, 1999, Environmental noise barriers: a guide to their acoustic and visual desing [6]	Örnekler üzerinden araştırma yöntemi
M. Gürpınar, 2001, Çevresel ulaşım gürültüsünün trafik planlaması yönünden incelenmesi [7]	(CNM) Community Noise Model simülasyon programı ile kavşaklarda modelleme çalışması
R. Toprak, 2001, Raylı ulaşım sistemlerinde oluşan gürültünün ölçülmesi ve modellenmesi [3]	Ölçüm ve RNM (Railway Noise Model) simülasyon programı ile modelleme
R. F. Özeç, 2001, Atatürk havalimanının neden olduğu çevresel gürültünün modellenmesi ve kontrolü [8]	INM simülasyon programı ile modelleme
N. Yüğrük Akdağ, 2003, Kent planlamada gürültü haritalarının önemi: Barbaros Bulvarı çevresi örneği [9]	Soundplan simülasyon programı ile gürültü haritası oluşturma
N. Aktürk, R.Toprak, E. Asiloğulları, 2003, Hızlı raylı ulaşım sistem kaynaklı çevresel gürültü [10]	Ölçüm ve hesaplama yöntemi
N. Aktürk, O. Akdemir, İ. Üzkurt, 2003, Trafik ışık sürelerinin neden olduğu çevresel taşıt gürültüsü [11]	Community Noise Model (CNM) programı kullanılarak modelleme ve hesaplama
M. Özen, 2003, Karayolu kaynaklı çevresel trafik gürültüsünün modellenmesi ve gürültü tahminleri [12]	Tipik bir kavşağın ölçümlerinin yapılarak, (CNM) Community Noise Model simülasyon programı ile modelleme
P. Pamanikabuda, M. Tansatchab, 2003, Geographical information system for traffic noise analysis and forecasting with the appearance of barriers [13]	Hesaplama, tahmin ve simülasyon yöntemi
A. Calixto, F. B. Diniz, P. H.T. Zannin, 2003, The statistical modeling of road traffic noise in an urban setting [14]	Ölçüm ve matematiksel modelleme yöntemi
J. Ramis, J. Alba, D. Garcia, F.Hernandez, 2003, Noise effects of reducing traffic flow through a Spanish city [15]	Ölçüm yöntemi
İ. Üzkurt, 2004, Ulaşım gürültüsünün çevresel etkileri [16]	Gürültü ölçümü ve (CNM) Community Noise Model simülasyon programı ile modelleme
E. İşler, N. Yüğrük Akdağ, 2004, Gürültünün denetlenmesinde engellerin etkinliği: Bağdat caddesi örneği [17]	Engellere yönelik ölçüm ve Soundplan simülasyon programı ile modelleme
T. Ishizuka, K. Fujiwara, 2004, Performance of noise barriers with various edge shapes and acoustical conditions [18]	Hesaplama yöntemi
A. Ripoll, 2005, State of the art of noise mapping in Europe [19]	Simülasyon programı verileri ile gürültü haritalama örnekleri
Ş. Dursun, C. Özdemir, H.Karabörk, S. Koçak, 2006, Noise pollution and map of Konya city in Turkey [20]	Ölçüm ve hesaplama yöntemi
M.McCallum-Clark, R.H. Incite (Christchurch), M. Hunt, 2006, Transportation and noise: land use planning options for a quieter New Zealand [21]	Araştırma yöntemi
İ. Öztürk, 2006, Trafik gürültüsünü azaltmak için kullanılan kaplama ve yüzey tabakaları üzerine bir araştırma [22]	Ölçüm ve simülasyon (Cadna) yöntemi
M. Hankard, J. Cerjan, J. Leasure, 2006, Evaluation of the fhwa traffic noise Model (TNM) for highway traffic noise prediction in the state of Colorado [23]	Ölçüm ve modelleme yöntemi
Dieter Langer, 2007, Mapping of road traffic noise in Adana [24]	Soundplan simülasyon programı ile gürültü haritası oluşturma
Gerd Wiechers, 2007, Mapping of road traffic noise in İzmir, Turkey [25]	Soundplan simülasyon programı ile gürültü haritası oluşturma
M. Çalış, 2007, Karayolu gürültüsü ve gürültü perdelerinin ekonomik analizi [26]	Hesaplama yöntemi
M. Aşçığıl Dinçer, 2009, Karayolu gürültü haritalarının hazırlanması: İstanbul zircirlikuyu-maslak ulaşım hattı örneği [27]	Soundplan simülasyon programı ile gürültü haritası oluşturma
H. Ertoran, 2009, Gürültü haritalamada Türkiye’deki mevcut durum [1]	5 pilot bölgede yapılan çalışmalar
M. N. İlgürel, 2009, Sanayi yapılarının tasarımında gürültünün bir ölçüt olarak değerlendirilmesi için bir yöntem geliştirilmesi [28]	Odeon simülasyon programı ile modelleme
K.Lam, P.Chan, T.Chan, W.Au, W.Hui, 2009, Annoyance response to mixed transportation noise in Hong Kong [29]	Ölçüm ve anket yöntemi
V. O’Malley, E.King, L. Kenny, C. Dilworth, 2009, Assessing methodologies for calculating road traffic noise levels in Ireland–Converting CRTN indicators to the EU indicators (Lden, Lnight) [30]	Ölçüm ve hesaplama yöntemi

Tablo 1. (devam) Literatürde yapılan çalışmalar ((continue) Studies in the literature)

Yazar/Yazarlar, Yılı, Yayının adı	Kullanılan Yöntem
P.Pamanikabud, M.Tansatcha, 2009, Geoinformatic Prediction of Motorway Noise on Buildings in 3D GIS [31]	Hesaplama ve simülasyon yöntemi
K. Paunović, B. Jakovljević, G. Belojević, 2009, Predictors of noise annoyance in noisy and quiet urban streets [32]	Ölçüm yöntemi
E. Murphy, E.A. King, H.J. Rice, 2009, Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland [33]	GIS, Harmonoise hesaplama metodu ve ölçüm yöntemi
H.Y. T.Phan, T.Yano, T. Sato, T.Nishimura, 2010, Characteristics of road traffic noise in Hanoi and Ho Chi Minh City, Vietnam [34]	Ölçüm, video kayıt ve hesaplama yöntemi
E. Bakırcı, M. Çalışkan, 2011, Karayolundan yayılan çevresel gürültünün haritalanması ve binaların dış cephesine etkisinin belirlenmesi[2]	IMMI programı ile gürültü haritalama ve cephe analizi
T. Bıçakçı, 2011, Trafikten kaynaklanan çevresel gürültü haritaları ve Çukurova Üniversitesi kampüsü örneği [35]	Soundplan simülasyon programı ile gürültü haritalama
S.S. Özer, N. Yüçruk Akdağ, 2011, Bölge ve kent planlamada gürültünün tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesinin önemi-İstanbul'dan örnekler [36]	Ölçme ve Soundplan simülasyon programı ile gürültü haritalama
J.P. Clairbois, 2011, Road and rail barriers: from physics to implementation of effective and sustainable devices [37]	Gürültü bariyeri tasarımı
J.H. Ko, S. II Chang, B. C. Lee, 2011, Noise impact assessment by utilizing noise map and GIS: A case study in the city of Chungju, Republic of Korea [38]	Ölçüm ve Soundplan simülasyon programı modellemesi
P. Mioduszewski, J. A. Ejsmont, J. Grabowski, D.Karpinski, 2011, Noise map validation by continuous noise monitoring [39]	Ölçüm ve CadnaA simülasyon programı modellemesi
U. Berardi, E. Cirillo and F.Martellotta, 2011, Interference effects in field measurements of airborne sound insulation of building facades [40]	Ölçüm ve hesaplama yöntemi
M. Çalış, F. Yonar, 2011, Trafik gürültüsünü azaltmak için kullanılan kaplama ve yüzey tabakaları üzerine bir araştırma [41]	Deney ve araştırma yöntemi
T. Öztürk, Z. Öztürk, M. Çalış, 2012, A case study on acoustic performance and construction costs of noise barriers [42]	Ölçüm ve hesaplama yöntemi
M. Barclay, J.Kang, S. Sharples, 2012, Combining noise mapping and ventilation performance for non-domestic buildings in an urban area [43]	CadnaA simülasyon programı ile modelleme
A. Badino, M. Aşçıgil Dinçer vd., 2012, Applicability of road traffic dose-effect relations to Turkish urban context [44]	Soundplan programı ile gürültü haritalama ve anket çalışması ile doz-etki araştırması
D. A. Naish, A. C.C. Tan, F. N. Demirbilek, 2012, Estimating health related costs and savings from balcony acoustic design for road traffic noise [45]	Modelleme ve ölçüm yöntemi
S. Kurra, L. Dal, 2012, Sound insulation design by using noise maps [46]	Ölçüm ve CadnaA simülasyon programı ile modelleme
O. S. Olayinka, 2012, Noise map: Tool for abating noise pollution in urban areas [47]	Mevcut durum ölçümleri
A. Ramírez, E. Domínguez, 2013, Modeling urban traffic noise with stochastic and deterministic traffic models [48]	Ölçüm, hesaplama ve simülasyon yöntemi
P. H. T. Zannin, V. L. Gama vd., 2013, Noise mapping of an educational environment [49]	Ölçüm ve Soundplan simülasyon programı ile modelleme
A. Dintrans, M. Prendez, 2013, A method of assessing measures to reduce road traffic noise: A case study in Santiago, Chile [50]	Ölçüm ve simülasyon programı ile modelleme
K.Vogiatzis, N.Remy, 2014, From environmental noise abatement to soundscape creation through strategic noise mapping in medium urban agglomerations in South Europe [51]	Ölçüm ve CadnaA simülasyon programı ile modelleme
G. Licitra, E.Ascari, 2014, Gden: An indicator for European noise maps comparison and to support action plans [52]	Hesaplama yöntemi
F.D'Alessandro, S. Schiavoni, 2015, A review and comparative analysis of European priority indices for noise action plans [53]	Hesaplama ve Soundplan simülasyon programı ile modelleme
M. Cai, J. Zou, L. Xie vd., 2015, Road traffic noise mapping in Guangzhou using GIS and GPS [54]	Simülasyon programı ile modelleme ve hesaplama yöntemi
M.Aşçıgil Dincer, S. Yılmaz, 2015, Modelling road traffic noise annoyance by listening tests [55]	Soundplan simülasyon programı ile modelleme, anketler, dinleme testleri
G.Zambon, F. Angelini, R.Benocci, A. Bisceglie, 2015, DYNAMAP: a new approach to real-time noise mapping [56]	Modelleme yöntemi
D. M.Gonzalez, J. M. B.Morillas, G.R. Gozalo, 2015, The influence of microphone location on the results of urban noise measurements [57]	Ölçüm ve hesaplama yöntemi
E.Ascari, G.Licitra, T. Luca, M.Cerchiai, 2015, Low frequency noise impact from road traffic according to different noise prediction methods [58]	Ölçüm ve 2008 2000 NORD simülasyon programı modellemesi
P. E. K. Fiedler, P.H.T. Zannin, 2015, Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs-Noise maps and measurements [59]	Ölçüm ve Predictor simülasyon programı ile modelleme
G. Licitra, L. Fredianelli, D. Petri, M. A. Vigotti, 2016, Annoyance evaluation due to overall railway noise and vibration in Pisa urban areas [60]	Anket, ölçüm ve simülasyon yöntemi
G. R. Gozalo, J.M.B. Morillas vd., 2016, Study on the relation between urban planning and noise level [61]	Ölçüm ve hesaplama yöntemi

akları ile destekli, eğitim (Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakülteleri Binası, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Binası, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık ve Morfoloji Binası), sağlık (Ankara Yüksek İhtisas Hastanesi Binası, Hacettepe Üniversitesi

Hastanesi Binası), kültür yapıları, alışveriş merkezleri, iş merkezleri, spor alanları, park alanları ve konut bölgelerinin bulunduğu Celal Bayar Bulvarı'nda eski hali ve yeni hali olmak üzere iki farklı mevcut durum değerlendirmesi yapılmıştır.

Yapılan çalışma önceki araştırmalarla kıyaslandığında; karayolu ve demiryolunun bir arada bulunması, çalışma alanı içerisinde eğitim, sağlık, kültür yapıları, alışveriş merkezi, iş merkezi, spor, park ve konut alanlarının yer alması açısından diğer çalışmalardan ayrılarak, özgünleşmektedir.

3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

3.1. Çalışma Alanının Özellikleri (Characteristics of the Study Area)

Celal Bayar Bulvarı, Ankara Yüksek Hızlı Tren Garı, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi gibi binaların yer aldığı, başkent Ankara'nın en işlek caddelerinden biri konumundadır. Ayrıca Ankara'nın kuzey-güney ve doğu-batı doğrultularında en önemli trafik aksı olan Atatürk Bulvarı ile Gazi Mustafa Kemal Bulvarı'nı ulaşım konusunda destekler durumdadır (Şekil 1).

Tablo 2. Celal Bayar Bulvarı'nın kullanım işlevlerine göre değerlendirilmesi (Evaluation of Celal Bayar Boulevard according to its usage functions) [66]

Bölgeler	Bölge işlevi	Hassasiyet
Bölge 1	Spor tesisleri	III
	Terminaller	III
Bölge 2	İdari tesisler	II
	Eğitim tesisleri	II
Bölge 3	Ticari tesisler	III
	Kültürel tesisler	I
Bölge 4	İdari tesisler	II
	Konutlar	II
Bölge 5	Sağlık tesisleri	I
	Dinlenme alanları (Park)	-
	Eğitim tesisleri	II
Bölge 6	Sağlık tesisleri	I
	Ticari tesisler	III
	Dinlenme alanları (Park)	-

Bu çalışmada, öncelikle Celal Bayar Bulvarı, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği

(ÇGDYY)'ne göre; gürültüye hassaslık derecelerine göre 6 bölgeye ayrılmıştır (Tablo 2 ve Şekil 2). Özçetin ve Demirel çalışmalarında; belirlenen bölgelerde; hafta içi araç yoğunluğunun aynı olarak kabul edildiği günlerde, toplamda 16 noktada, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtildiği zaman dilimlerinde (gündüz, akşam, gece saatlerinde) Nisan 2015, Kasım 2015, Mayıs 2016 tarihlerinde çevresel gürültü ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir [66]. Bu çalışmanın devamı niteliğinde; Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi'nin içerisinde yer alan, eğitim tesisleri hassasiyetli bölge konumundaki, Bölge 3 içerisinde yer alan 2 noktada (9. ve 10. noktalar) ÇGDYY ve standartlara (TS ISO 1996-2) uygun olarak, yenileme öncesi 17 Mayıs 2016 ve yenileme sonrası (alt geçit uygulamasından sonra) 16 Mayıs 2017'de, birer saatte bir, 5'er dakikalık gündüz, akşam, gece (L_{eq}) ölçümleri yapılmıştır. Yoğunluğun iş günlerinde olduğu düşünüldüğünde, hafta içi yapılması öngörülen ölçümler, yoğunlukta dikkate alındığında benzerlik ve diğer günlerle yakın olması açısından 17 Mayıs 2016 ve 16 Mayıs 2017 Salı günleri ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bölge 3, Yükseliş sokaktan (Gazi Üniversitesi Müh. Mimarlık Fakültesi ana girişi), Maltepe pazarının bitimindeki Toros sokağına kadar olan bölgeyi kapsamaktadır. 9. ve 10. noktaların seçiminde, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi yerleşkesine yakınlık, Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrası binasının yer alması önemli olmuştur.

Kısa süreli ortalama almalarda, hava şartları sağlanmıyorsa, ses yayılma yolundaki havadan kaynaklanan değişimlerin ortalamalarını almak için en az 10 dakika ölçme yapılmalıdır. Hava şartları koşulu sağlanıyorsa 5 dakika genellikle yeterlidir [63].

$$\frac{h_s + h_r}{r} \geq 0,1$$

Burada;

h_s : kaynağın yüksekliği,



Şekil 1. Celal Bayar Bulvarı (Google Earth) (Celal Bayar Boulevard)

hr : alıcının yüksekliği,
r : kaynak ile alıcı arasındaki mesafedir.

Hava şartları koşulunun sağlanmasından dolayı, her saat 5 dakika boyunca yapılmış olan ölçümler sırasında araç sayımı yapılmış, ölçümün bitmesi ile araç sayımı da bitirilmiştir. Araç sayımları ön ve arka şeritte seyir halinde bulunan, yönetmelikte [63] belirtildiği üzere hafif (< 3500 kg) ve ağır araç (> 3500 kg) kategorisine göre gerçekleştirilmiştir. Gündüz ölçümleri 08.00-19.00, akşam ölçümleri 19.00-23.00 saatleri arasında her saat, gece ölçümleri daha önce yapılmış olan (Nisan 2015, Kasım 2015, Mayıs 2016 tarihlerinde) ölçümlerdeki deneyime göre, yoğunluğun giderek azalmasından dolayı 23.00-02.00 saatleri arasında yarım saatte bir yapılmıştır. Celal Bayar Bulvarı Ankara'nın en işlek caddesi konumundan ve iş çıkışı olması sebebiyle gündüz ölçümleri 18.00-19.00 saatleri arasında iki ölçüm alınarak, araç sayımı yapılmış ve çizelgede belirtilmiştir. Gündüz, akşam, gece yapılan ölçümler ışığında L_{gag} (gündüz-akşam-gece ses basınç seviyesi) değerleri hesaplanmış ve bu doğrultuda sonuçlar analiz edilmiştir. Ardından, alt geçit uygulaması öncesi ve sonrasında olmak üzere iki ölçüm sonuçları karşılaştırılarak, Celal Bayar Bulvarı'nın gürültü analizi çalışması gerçekleştirilmiştir.

3.2. Celal Bayar Bulvarı Üzerinde Çevresel Gürültü Düzeyi Ölçümleri

(Environmental Noise Measurements on Celal Bayar Boulevard)

Ölçümler; TS ISO 1996-2: Mart 2009, TS9315 ISO 1996-1 [63,64] ve TS ISO 362-1 [65] standartlarına uygun olarak Rion NA-28 ses seviyesi ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Ses seviyesi ölçer, ölçümlere başlamadan önce kalibre edilmiştir. Standart ve yönetmeliklerde belirtildiği üzere, hava şartlarının uygunluğundan dolayı Celal Bayar Bulvarı üzerinde (gündüz: 08.00-19.00, akşam: 19.00-23.00, gece: 23.00-02.00 saatleri arasında) her saatte 5'er dakika süre ile 1'er kez gündüz-akşam-gece eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi (L_{eq}) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sırasında araç sayımı yapılmıştır. Ölçümlerde; mikrofon mesafesi zeminden 1,5 m yükseklikte, karayoluna çevrilmiş ve yolun orta aksından 7,5 m uzaklıkta konumlandırılmıştır (Şekil 4).

Çevresel Gürültü Düzeyi Ölçümleri-1 (Mayıs 2016)

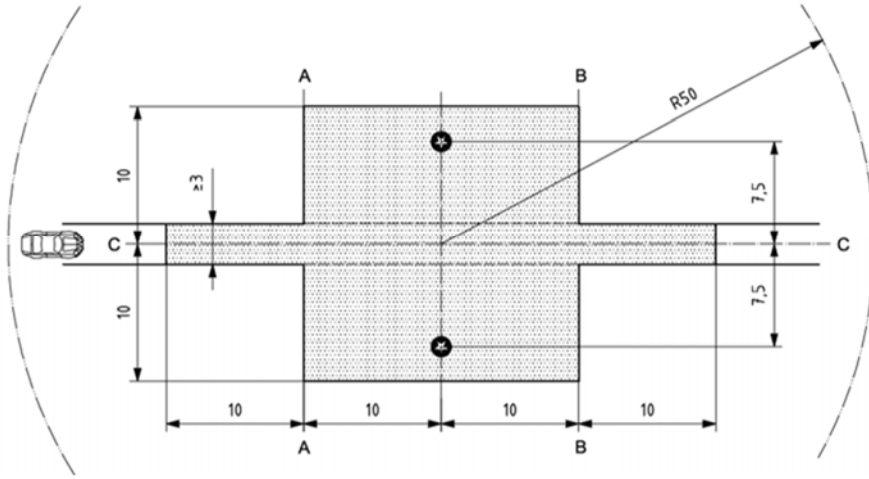
17 Mayıs 2016 Salı günü, gürültüye hassas alanlar dikkate alınarak, Bölge 3'te yer alan 2 noktada (9. ve 10. noktalar) gündüz-akşam-gece ölçümleri her saatte bir 5 dakikalık ölçümler şeklinde yapılmıştır (Şekil 3, Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7).



Şekil 2. Celal Bayar Bulvarı üzerinde yer alan bölgeleme ve ölçüm noktaları çalışması (Zoning and measurement points study on Celal Bayar Boulevard)



Şekil 3. Celal Bayar Bulvarı'ndan fotoğraflar (Photos from Celal Bayar Boulevard)



Şekil 4. TS ISO 362-1 [65]

Tablo 3. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2016 tarihinde yapılan ölçümler sırasındaki araç sayımları –Gündüz (saatlik)
(Vehicle counts during the measurements made on Celal Bayar Boulevard in May 2016 - Daytime (hourly))

GÜNDÜZ (saatlik) 17 Mayıs 2016		Ön şerit			Sıcaklık ve Rüzgâr	Arka şerit			L _{eq} (dBA)	Gürültü notları
Zaman dilimi	Nokta	Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		
08.00	9	3084	360	10	-	2652	876	25	78,9	Tren geçişi
09.00	10	2988	648	18	-	2664	456	15	77,6	
09.00	9	3156	660	17	-	2976	432	13	75,5	
10.00	10	3516	372	10	-	2220	432	16	74,2	
10.00	9	2640	300	10	22.8°C	1836	420	19	77,1	Temizlik aracı geçişi
11.00	10	3300	300	8	25.2°C	2100	348	14	74,3	
11.00	9	1956	192	9	25.7°C	2088	396	16	73,2	
12.00	10	1896	216	10	26.4°C	2172	300	12	73,2	
12.00	9	2148	192	8	25.4°C	2004	444	18	77,0	
13.00	10	1956	144	7	26.8°C	2184	360	14	73,5	
13:00	9	2184	168	7	26.8°C	2712	360	12	77,3	
14:00	10	2508	204	8	-	2616	420	14	72,8	Tren geçişi
14:00	9	2340	276	11	-	2544	360	12	78,4	
15:00	10	1980	240	11	27.5°C	2508	348	12	73,1	
16:00	9	2340	336	13	26.8°C	2976	384	11	74,7	
17:00	10	2568	372	13	26.6°C	3420	708	17	73,0	
17:00	9	2652	324	11	27.7°C	3084	444	13	75,3	
18:00	10	2460	372	13	-	2940	336	10	72,3	
18:00	9	2316	348	13	25.8°C	3228	504	14	74,0	
17:00										Kara tren geçişi 10 sn geçiş sürecinde 2 dBA değişim
18:00	10	2376	132	5	-	3000	504	14	76,7	
*18:00	9	2412	396	14	-	2544	420	14	73,5	
19:00	10	2700	348	11	-	2928	468	14	72,9	
*18:00	9	2088	324	13	24.0°C	3120	408	12	71,3	
19:00	10	2580	264	9	25.1°C	2796	696	20	72,3	

*İş saati çıkışı olduğundan dolayı 18.00-19.00 saatleri arasında 2 ölçüm gerçekleştirilmiş ve araç sayımı yapılmıştır.

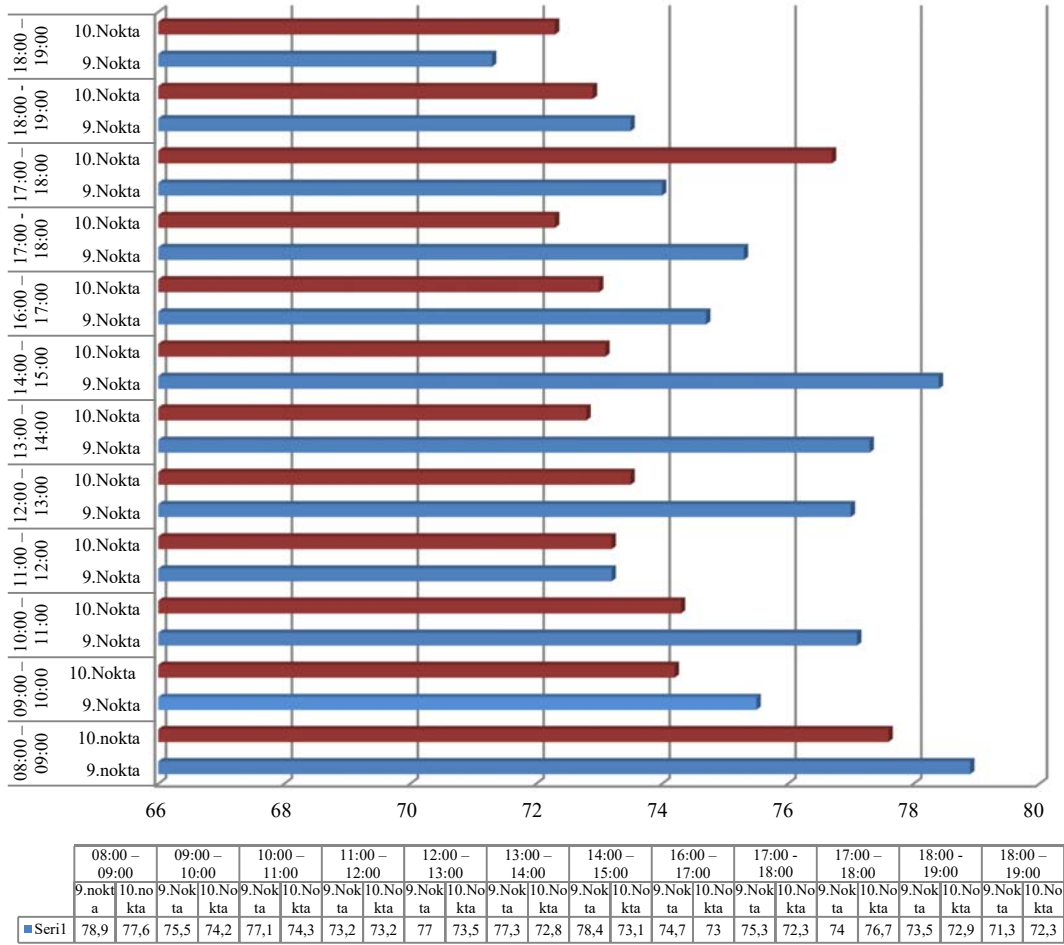
Tablo 4. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2016 tarihinde yapılan ölçümler sırasındaki araç sayımları –Akşam (saatlik)
(Vehicle counts during the measurements made on Celal Bayar Boulevard in May 2016 - Evening (hourly))

AKŞAM (saatlik) 17 Mayıs 2016		Ön şerit			Sıcaklık ve Rüzgâr	Arka şerit			L _{eq} (dBA)	Gürültü notları
Zaman dilimi	Nokta	Hafif araç sayısı (< 3500 kg)	Ağır araç sayısı (> 3500 kg)	Ağır araç oranı		Hafif araç sayısı (< 3500 kg)	Ağır araç sayısı (> 3500 kg)	Ağır araç oranı		
19:00	9	1560	156	9	20.3°C 2.2 m/sn	1812	240	12	76,7	
20:00	10	1764	144	8	-	1824	276	13	79,4	2 kez siren çalan tren etkili
20:00	9	1704	144	8	18.9°C 2.0 m/sn	1620	216	12	78,0	
21:00	10	1764	156	8	19.1°C 1.9 m/sn	1524	336	18	77,3	1 adet fren yapan, 1 adet ray sesi etkili tren
21:00	9	1224	84	6	-	1092	84	7	77,5	
22:00	10	1200	48	4	19.2°C	1272	72	5	78,1	
22:00	9	924	84	8	16.5°C	1188	144	11	76,5	Ray sesi etkili tren
23:00	10	936	60	6	17.1°C	1068	132	11	76,3	

Tablo 5. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2016 tarihinde yapılan ölçümler sırasındaki araç sayımları –Gece (saatlik)
(Vehicle counts during the measurements made on Celal Bayar Boulevard in May 2016 - Night (hourly))

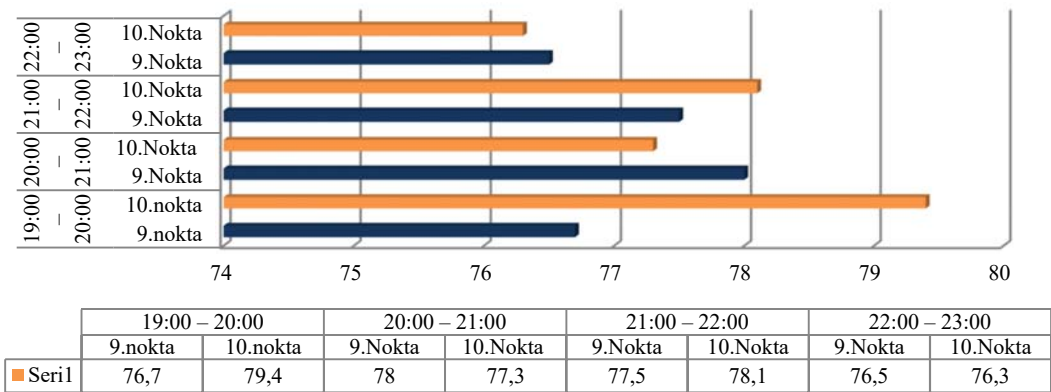
GECE (saatlik) 17 Mayıs 2016		Ön şerit			Sıcaklık ve Rüzgâr	Arka şerit			L _{eq} (dBA)	Gürültü notları
Zaman dilimi	Nokta	Hafif araç sayısı (< 3500 kg)	Ağır araç sayısı (> 3500 kg)	Ağır araç oranı		Hafif araç sayısı (< 3500 kg)	Ağır araç sayısı (> 3500 kg)	Ağır araç oranı		
23:00	9	708	36	5	-	840	60	7	75,8	
23:30	10	720	24	3	17°C	936	36	4	76,2	
23:30	9	684	12	2	16.2°C	780	36	4	76,1	
00:00	10	660	36	5	-	588	24	4	75,7	
00:00	9	720	24	3	16.4°C	516	24	4	76,2	2 kez tren geçişi-etkisiz
00:30	10	576	24	4	-	516	24	4	75,1	
00:30	9	612	24	4	-	444	0	0	74,5	1 kez tren geçti
01:00	10	720	60	8	15.5°C	696	12	2	76,9	Hızları fazla olan 2 kamyon geçişi
01:00	9	504	12	2	15.0°C	648	36	4	73,4	
01:30	10	432	72	14	-	516	0	0	74,1	
01:30	9	408	36	8	14.8°C	588	0	0	73,1	
02:00	10	444	36	8	14.5°C 1.2 m/sn	324	36	7	72,1	

L_{eq} - Gündüz



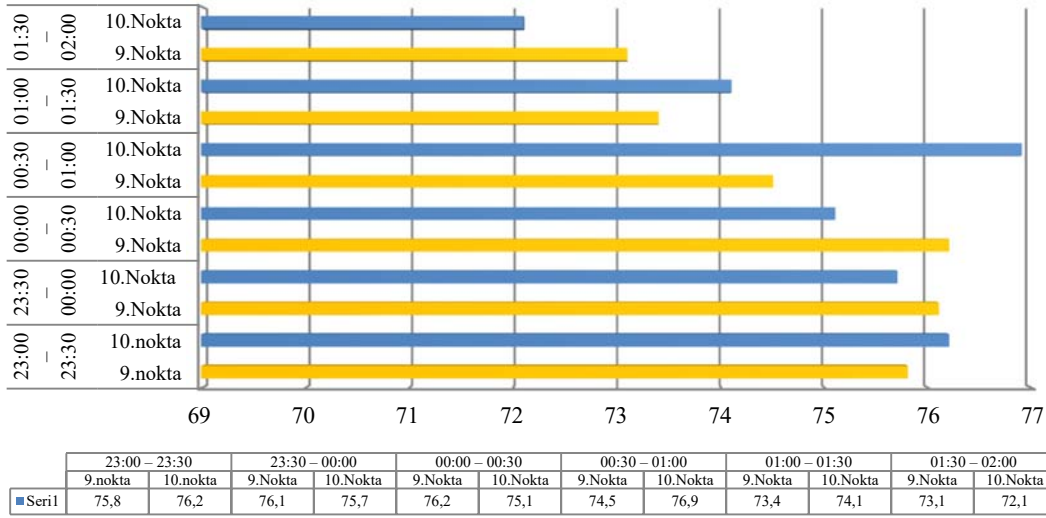
Şekil 5. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2016 tarihinde yapılan ölçüm sonuçları-Gündüz
(Measurement results made on Celal Bayar Boulevard in May 2016 – Daytime)

L_{eq} - Akşam



Şekil 6. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2016 tarihinde yapılan ölçüm sonuçları-Akşam
(Measurement results made on Celal Bayar Boulevard in May 2016-Evening)

Leq- Gece



Şekil 7. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2016 tarihinde yapılan ölçüm sonuçları-Gece (Measurement results made on Celal Bayar Boulevard in May 2016-Night)

Tablo 6. Celal Bayar Bulvarı üzerinde yapılan ölçüm analizleri-Gündüz (saatlik) (Measurement analysis on Celal Bayar Boulevard - Daytime (hourly))

GÜNDÜZ (saatlik) 16 Mayıs 2017		Ön şerit			Sıcaklık ve Rüzgâr	Arka şerit			L _{eq} (dBA)	Gürültü notları
Zaman dilimi	Nokta	Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		
08.00 09.00	9	504	108	18	-	348	252	42	71,2	
	10	2940	468	14	-	2544	624	20	73,4	
09.00 10.00	9	636	48	7	21.3°C 1.5 m/sn	264	300	53	70,4	
	10	2196	180	8	-	1872	516	22	72,1	
10.00 11.00	9	360	156	30	22.6°C 1.5 m/sn	216	300	58	71,9	
	10	2076	252	11	-	2448	360	13	72,4	
11.00 12.00	9	228	108	32	-	48	312	87	70,0	
	10	1620	228	12	-	1872	468	20	72,7	3 kez iş makinesi çalıştı
12.00 13.00	9	204	108	35	23.8°C 1.4 m/sn	156	228	59	68,5	
	10	1776	228	11	-	1584	468	23	72,4	2 kez iş makinesi çalıştı
13:00 14:00	9	300	84	22	-	228	300	57	70,5	1 kez iş makinesi çalıştı
	10	1860	240	11	-	1944	348	15	72,0	1 kez iş makinesi çalıştı
14:00 15:00	9	372	108	23	-	204	180	47	70,8	
	10	2112	264	11	-	1824	492	21	73,5	1 kez iş makinesi çalıştı
16:00 17:00	9	396	132	25	-	204	192	48	69,7	
	10	2232	288	11	-	2448	576	19	74,1	
17:00 18:00	9	372	96	21	26.1°C 1.0 m/sn	180	216	55	69,2	
	10	2064	420	17	-	2376	624	21	73,7	2 kez iş makinesi çalıştı
17:00 18:00	9	444	60	12	-	132	264	67	69,4	
	10	2328	420	15	-	2064	564	21	72,5	
*18:00 19:00	9	420	108	20	-	216	252	54	71,4	
	10	2076	444	18	22.3°C	2268	408	15	75,1	1 kez iş makinesi çalıştı
*18:00 19:00	9	300	72	19	19.8°C 1.8 m/sn	108	156	59	70,8	1 kez iş makinesi çalıştı
	10	2652	336	11	-	1992	504	20	72,6	

* İş saati çıkışı olduğundan dolayı 18.00-19.00 saatleri arasında 2 ölçüm gerçekleştirilmiş ve araç sayımı yapılmıştır.

Çevresel Gürültü Düzeyi Ölçümleri-2 (Mayıs 2017) 16 Mayıs 2017 Salı günü, gürültüye hassas alanlar dikkate alınarak, Bölge 3'te yer alan 2 noktada (9. ve 10. noktalar) gündüz-akşam-gece ölçümleri her saatte bir 5 dakikalık ölçümler şeklinde yapılmıştır (Şekil 3, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10). Ölçümler sırasındaki araç sayımlarının karşılaştırılması Yapılan ölçümler

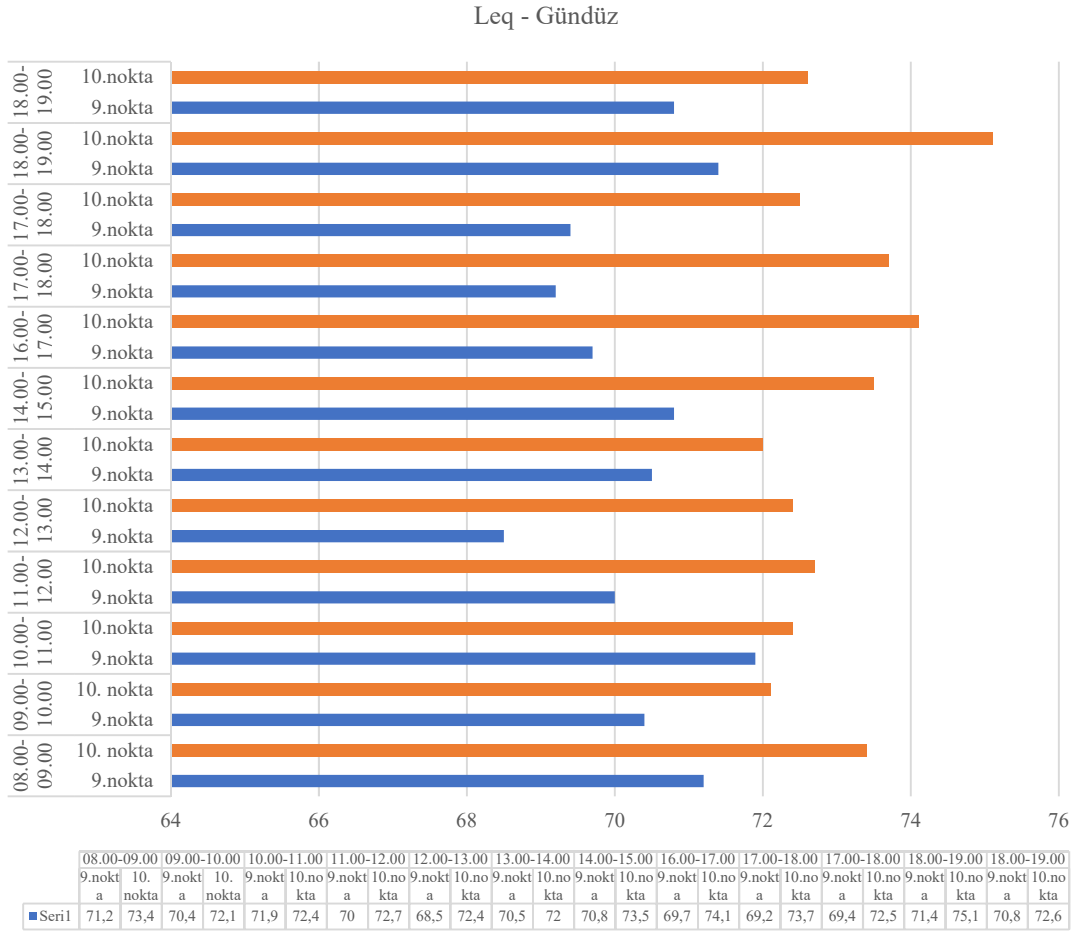
sırasında gerçekleştirilen araç sayım sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 9 ve Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13'de verilmiştir. Ölçümlerin karşılaştırması Alt geçit öncesi (Mayıs 2016) ve alt geçit sonrası (Mayıs 2017) yapılan mevcut durum ölçümlerinin sonuçları tablo 10, ölçüm farkları tablo 11'de, karşılaştırma grafikleri ise Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16 ve Şekil 17'de verilmiştir.

Tablo 7. Celal Bayar Bulvarı üzerinde yapılan ölçüm analizleri–Akşam (saatlik)
(Measurement analysis on Celal Bayar Boulevard - Evening (hourly))

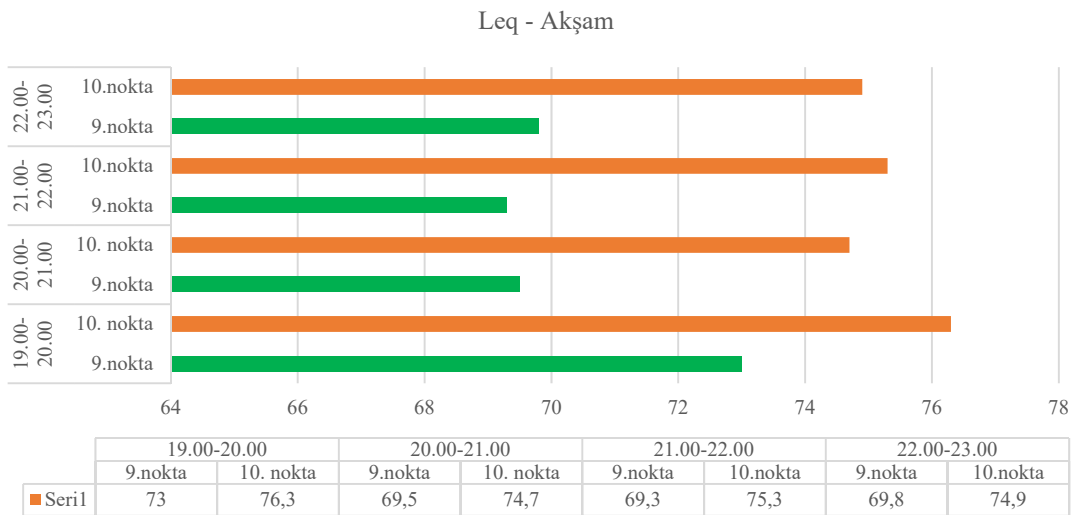
AKŞAM (saatlik) 16 Mayıs 2017		Ön şerit			Sıcaklık ve Rüzgar	Arka şerit			L _{eq} (dBA)	Gürültü notları
Zaman dilimi	Nokta	Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		
19:00	9	312	60	16	-	156	192	55	73,0	1 kez iş makinesi çalıştı
20:00	10	1908	180	9	-	1824	456	20	76,3	
20:00	9	108	48	31	18.4°C	108	192	64	69,5	1 kez iş makinesi çalıştı
21:00	10	1452	96	6	-	1476	264	15	74,7	
21:00	9	84	12	13	-	108	168	61	69,3	
22:00	10	1092	96	8	-	1188	216	15	75,3	
22:00	9	108	36	25	17.4°C	48	48	50	69,8	
23:00	10	1104	108	9	-	972	120	11	74,9	

Tablo 8. Celal Bayar Bulvarı üzerinde yapılan ölçüm analizleri-Gece (saatlik)
(Measurement analysis on Celal Bayar Boulevard - Night (hourly))

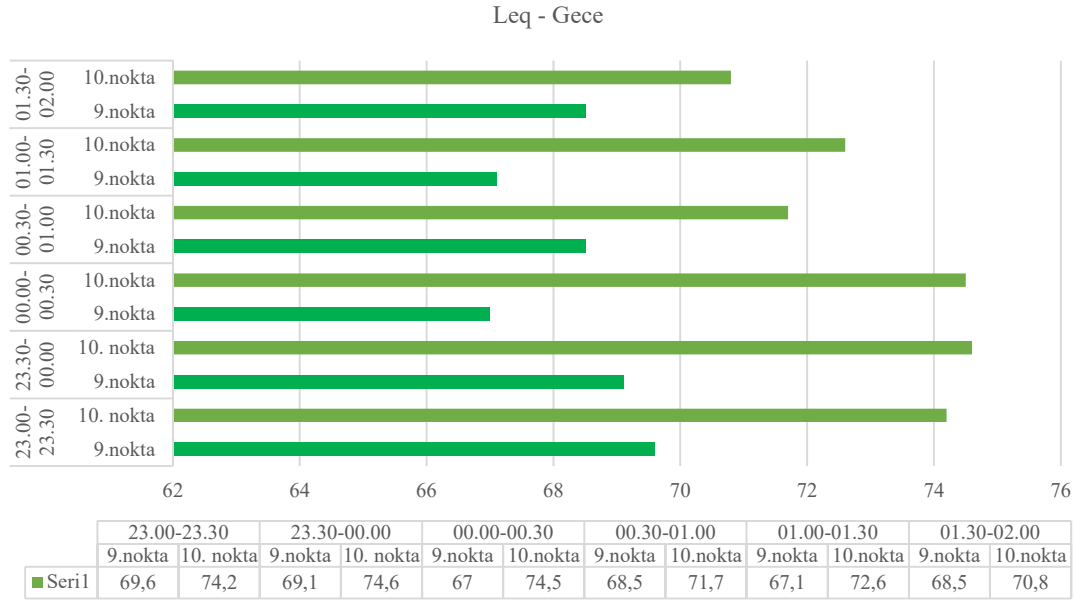
GECE (saatlik) 16 Mayıs 2017		Ön şerit			Sıcaklık ve Rüzgar	Arka şerit			L _{eq} (dBA)	Gürültü notları
Zaman dilimi	Nokta	Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		Hafif araç sayısı (<3500 kg)	Ağır araç sayısı (>3500 kg)	Ağır araç oranı		
23:00	9	96	24	20	-	12	12	50	69,6	1 kez iş makinesi çalıştı
23:30	10	780	96	11	16.9°C	1020	72	7	74,2	
23:30	9	96	0	0	16.4°C	60	12	17	69,1	
00:00	10	612	48	7	-	696	60	8	74,6	
00:00	9	36	0	0	14.9°C	0	0	0	67,0	
00:30	10	528	72	12	1.2 m/sn	852	96	10	74,5	
00:30	9	48	0	0	14.6°C	12	0	0	68,5	
01:00	10	444	36	8	-	396	0	0	71,7	
01:00	9	36	0	0	-	24	0	0	67,1	
01:30	10	468	12	3	-	456	12	3	72,6	
01:30	9	48	0	0	-	0	0	0	68,5	
02:00	10	300	24	7	-	396	0	0	70,8	



Şekil 8. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2017 tarihinde yapılan ölçüm sonuçları-Gündüz
(Measurement results made on Celal Bayar Boulevard in May 2017-Daytime)



Şekil 9. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2017 tarihinde yapılan ölçüm sonuçları-Akşam
(Measurement results made on Celal Bayar Boulevard in May 2017-Evening)

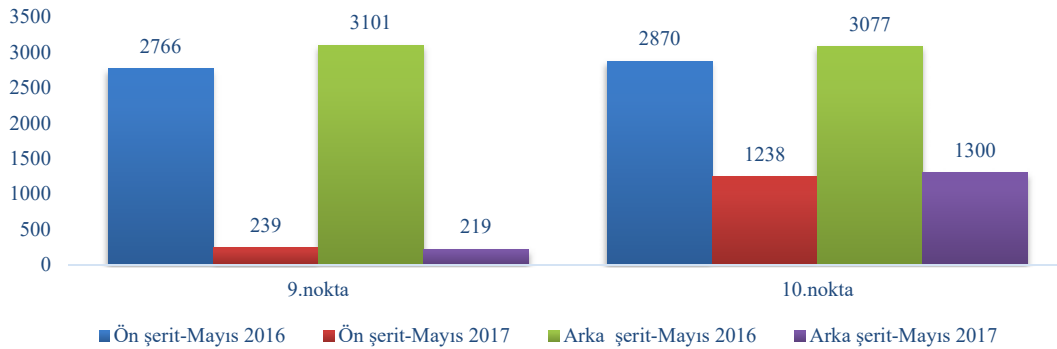


Şekil 10. Celal Bayar Bulvarı üzerinde Mayıs 2017 tarihinde yapılan ölçüm sonuçları-Gece (Measurement results made on Celal Bayar Boulevard in May 2017-Night)

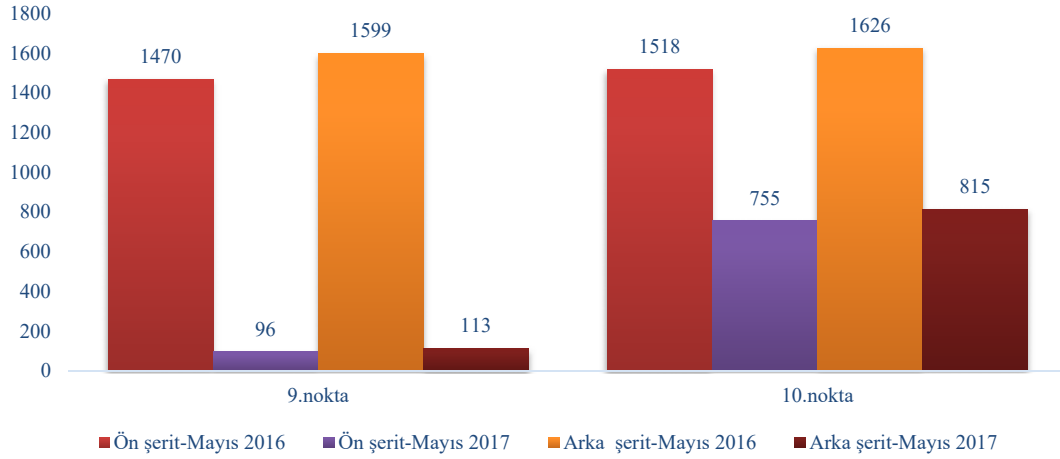
Tablo 9. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan ölçüm sırasındaki araç sayım değerleri (Vehicle counting values during the measurement before underpass (2016) and after underpass (2017))

Mayıs 2016 (saatlik)	Ort Toplam Araç Sayısı				Ort Toplam Ağır Araç Oranı			
	Ön şerit		Arka şerit		Ön şerit		Arka şerit	
	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta
Gündüz ort	2766	2870	3101	3077	11	10	15	14
Akşam ort	1470	1518	1599	1626	8	7	11	12
Gece ort	630	634	662	618	4	7	3	4

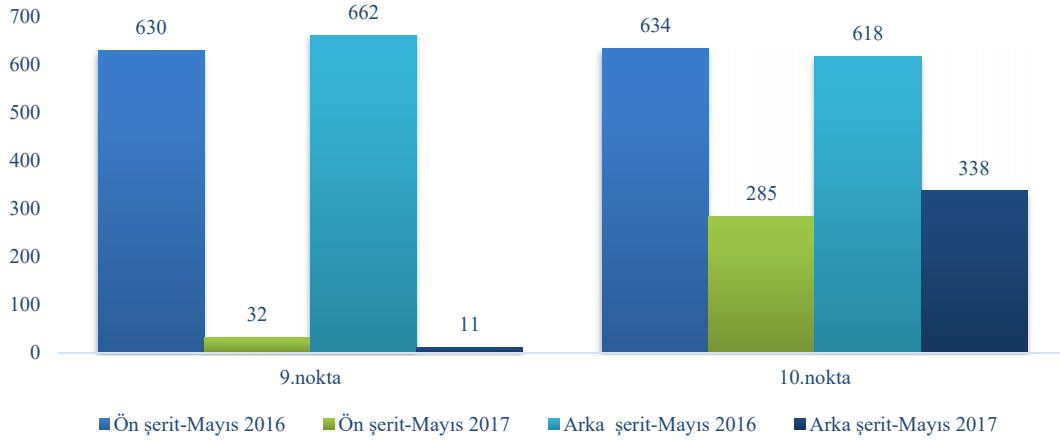
Mayıs 2017 (saatlik)	Ort Toplam Araç Sayısı				Ort Toplam Ağır Araç Oranı			
	Ön şerit		Arka şerit		Ön şerit		Arka şerit	
	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta
Gündüz ort	239	1238	219	1300	22	13	57	19
Akşam ort	96	755	113	815	21	8	58	15
Gece ort	32	285	11	338	3	8	11	5



Şekil 11. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan gündüz araç sayım karşılaştırması (Vehicle count comparison at daytime before underpass (2016) and after underpass (2017))



Şekil 12. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan *akşam* araç sayım karşılaştırması (Vehicle count comparison at evening before underpass (2016) and after underpass (2017))



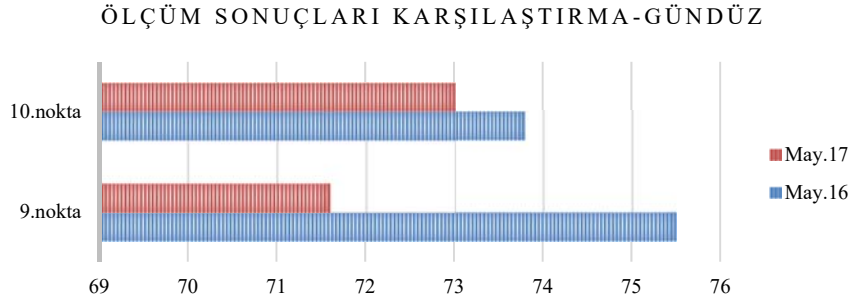
Şekil 13. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan *gece* araç sayım karşılaştırması (Vehicle count comparison at night before underpass (2016) and after underpass (2017))

Tablo 10. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) mevcut durum ölçüm sonuçları - L_{eq} (Baseline measurement results before underpass (2016) and after underpass (2017) - L_{eq})

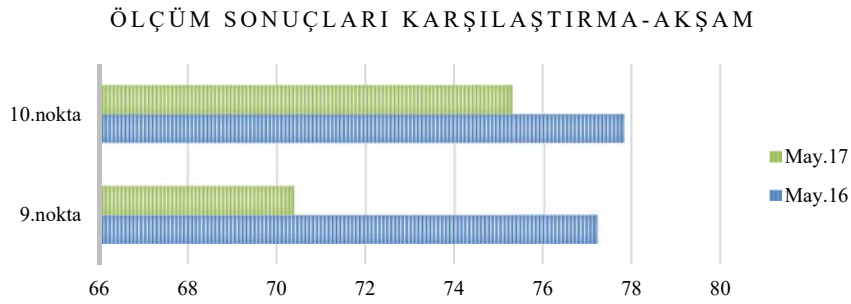
Mayıs 2016	Noktalar	Gündüz (dBA)	Akşam (dBA)	Gece (dBA)	L_{gag} (dBA)
Mevcut durum ölçüm sonuçları [Leq]	9.nokta	75,5	77,2	74,9	81,7
	10.nokta	73,8	77,8	75,0	81,7
Mayıs 2017	Noktalar	Gündüz (dBA)	Akşam (dBA)	Gece (dBA)	L_{gag} (dBA)
Mevcut durum ölçüm sonuçları [Leq]	9.nokta	71,6	70,4	68,3	75,5
	10.nokta	73,0	75,3	73,1	79,8

Tablo 11. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan ölçüm sonuçları farkları - L_{eq} (Differences in measurement results before underpass (2016) and after underpass (2017) - L_{eq})

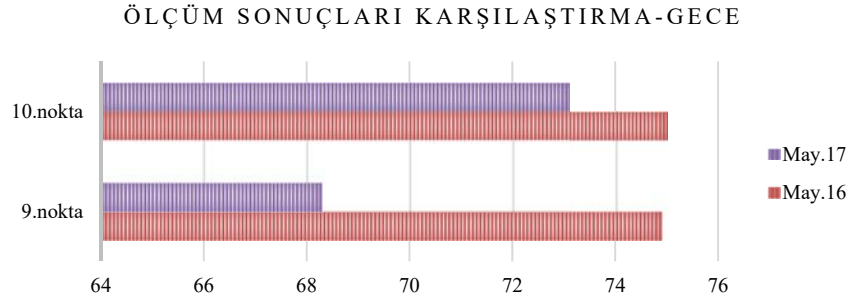
Farklar	Noktalar	Gündüz (dBA)	Akşam (dBA)	Gece (dBA)	L_{gag} (dBA)
	9.nokta	3,9	6,8	6,6	6,2
	10.nokta	0,8	2,5	1,9	1,9



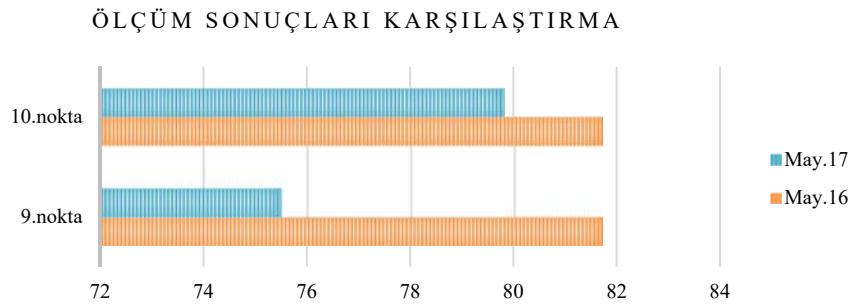
Şekil 14. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan *gündüz* ölçüm sonuçları karşılaştırması
(Comparison of daytime measurement results before underpass (2016) and after underpass (2017))



Şekil 15. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan *akşam* ölçüm sonuçları karşılaştırması
(Comparison of evening measurement results before underpass (2016) and after underpass (2017))



Şekil 16. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) yapılan *gece* ölçüm sonuçları karşılaştırması
(Comparison of night measurement results before underpass (2016) and after underpass (2017))



Şekil 17. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) L_{gag} hesaplama sonuçları karşılaştırması
(Comparison of L_{gag} calculation results before underpass (2016) and after underpass (2017))

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Çalışmada; Celal Bayar Bulvarı'nın mevcut durum alan ölçümleri aracılığı ile eski ve yeni düzenlemesi arasındaki fark ortaya konularak, trafik gürültüsünün analizi yapılmıştır. Belirtilen çalışma alanında; 2016 yılına kadar alt geçit olmadan kullanım mevcuttur. Yapılan yeni düzenlemeler ışığında (2017 yılında), belirli zamanlarda, mevzuatlara uygun olarak çevresel gürültü ölçümleri ($L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece}) yapılmış, araç sayımları gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler ile hesaplamalar (L_{gag}) yapılmıştır. Bu bağlamda, karayolunun alt geçit uygulama öncesi (Mayıs 2016) ve sonrası (Mayıs 2017) yapılan mevcut durum çevresel gürültü ölçümleri bağlamında (eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi- L_{eq}); değerlendirilerek analiz edilmiştir. Bölgeleme çalışması ile 6 bölgeye ayrılan çalışma alanı içindeki Bölge 3 içerisinde; kültürel tesislerin yer alması (hassasiyet I) nedeni ile Mayıs 2016 ve Mayıs 2017 tarihlerinde 2 noktada yapılan (9. ve 10. noktalar) tekrar ve karşılaştırma ölçümleri bu bölgedeki noktalar için değerlendirilmiştir.

Tablo 12. Mayıs 2016 gündüz ölçüm sonuçlarına göre
(According to the daytime measurement results of May 2016)

Konum	En düşük	En yüksek	Sınır değer
9. nokta	$L_{eq} = 71,3$ dBA	$L_{eq} = 78,9$ dBA	65 dBA
10. nokta	$L_{eq} = 72,3$ dBA	$L_{eq} = 77,6$ dBA	65 dBA

Tablo 13. Mayıs 2016 akşam ölçüm sonuçlarına göre
(According to the evening measurement results of May 2016)

Konum	En düşük	En yüksek	Sınır değer
9. nokta	$L_{eq} = 76,5$ dBA	$L_{eq} = 78,0$ dBA	60 dBA
10. nokta	$L_{eq} = 76,3$ dBA	$L_{eq} = 79,4$ dBA	60 dBA

Tablo 14. Mayıs 2016 gece ölçüm sonuçlarına göre
(According to the night measurement results of May 2016)

Konum	En düşük	En yüksek	Sınır değer
9. nokta	$L_{eq} = 73,1$ dBA	$L_{eq} = 76,2$ dBA	55 dBA
10. nokta	$L_{eq} = 72,1$ dBA	$L_{eq} = 76,9$ dBA	55 dBA

Celal Bayar Bulvarı'nın Mayıs 2016 yılında, alt geçit uygulaması yapılmadan önce gündüz, akşam ve gece ölçümlerinin 70 dBA'nın üzerinde olduğu, ÇGDYY'de belirtilen $L_{gündüz} < 65$ dBA değerini aştığı tespit edilmiştir.

Tablo 15. Mayıs 2017 gündüz ölçüm sonuçlarına göre
(According to the daytime measurement results of May 2017)

Konum	En düşük	En yüksek	Sınır değer
9. nokta	$L_{eq} = 68,5$ dBA	$L_{eq} = 71,9$ dBA	65 dBA
10. nokta	$L_{eq} = 72,0$ dBA	$L_{eq} = 75,1$ dBA	65 dBA

Tablo 18. Alt geçit öncesi (2016) ve alt geçit sonrası (2017) araç sayıları farkları
(Differences in vehicle numbers before underpass (2016) and after underpass (2017))

	Toplam Araç Sayısı					
	Mayıs 2016		Mayıs 2017		Farklar	
	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta	9. nokta	10. nokta
Gündüz	5636	5947	458	2538	5178	3409
Akşam	3069	3144	209	1570	2860	1574
Gece	1292	1252	43	623	1249	629

Tablo 16. Mayıs 2017 akşam ölçüm sonuçlarına göre
(According to the evening measurement results of May 2017)

Konum	En düşük	En yüksek	Sınır değer
9. nokta	$L_{eq} = 69,3$ dBA	$L_{eq} = 73,0$ dBA	60 dBA
10. nokta	$L_{eq} = 74,7$ dBA	$L_{eq} = 76,3$ dBA	60 dBA

Tablo 17. Mayıs 2017 gece ölçüm sonuçlarına göre
(According to the night measurement results of May 2017)

Konum	En düşük	En yüksek	Sınır değer
9. nokta	$L_{eq} = 67,0$ dBA	$L_{eq} = 69,6$ dBA	55 dBA
10. nokta	$L_{eq} = 70,8$ dBA	$L_{eq} = 74,6$ dBA	55 dBA

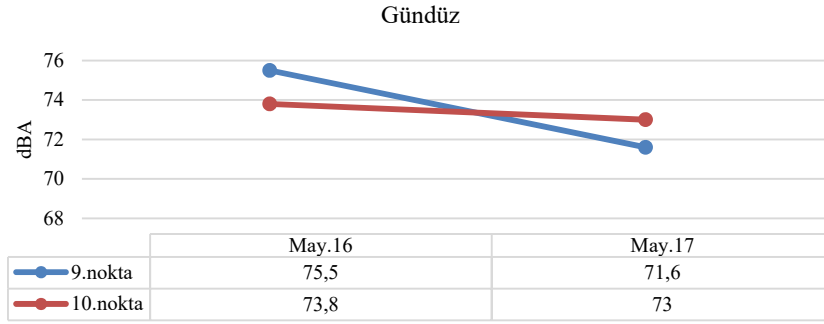
Celal Bayar Bulvarı'nın Mayıs 2017 yılında, alt geçit uygulaması yapıldıktan sonra gündüz, akşam ve gece ölçümlerinin 65 dBA'nın üzerinde olduğu, ÇGDYY'de belirtilen $L_{gündüz} < 65$ dBA değerini aştığı tespit edilmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda Celal Bayar Bulvarı üzerinde karayolu çevresel gürültü düzeyinin, sınır değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan karayolu trafik gürültüsünün demiryolu trafik gürültüsüne baskın olduğu da belirlenmiştir. Özellikle gece saatlerinde ve trenlerin özelliklerine göre (siren çalma, fren yapma vb.), eşdeğer sürekli ses basınç seviyesinde etkililik olabilmektedir.

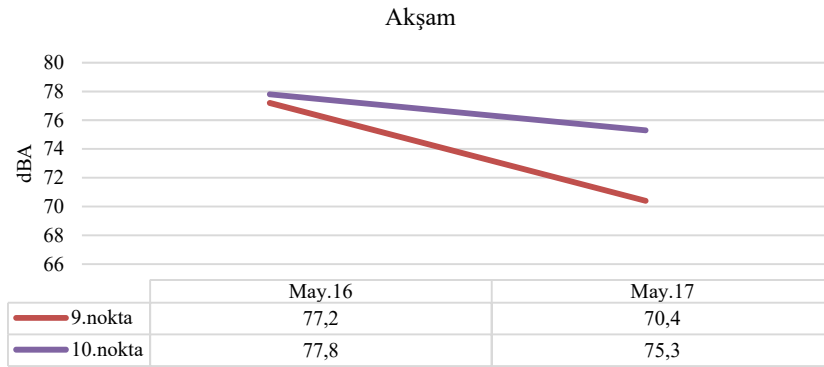
Mayıs 2016 ölçümleri sırasında yapılan sözlü görüşmeler sonucunda; Celal Bayar Bulvarı kullanıcılarının karayolu trafik gürültüsünün çok farkında olmadıkları anlaşılmıştır. Görüşmeler sırasında gürültüden kaynaklanan anlayamama ve anlaşılma (konuşmanın anlaşılabilirliği) durumundan sonra, farkındalık derecelerinin arttığı gözlenmiştir. Karayolu üzerinde yaya kaldırım güzergâhında devam eden yolculuklar sırasında, konuşmanın anlaşılabilirliği oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde telefon görüşmesi yapabilmek imkânsız durumdaydı. Fakat Mayıs 2017 ölçümleri sırasında konuşmanın anlaşılabilirliğinin fark edilir düzeyde arttığı belirlenmiştir.

9. noktadaki eşdeğer sürekli ses seviyesinin 10. noktaya göre alt geçit yapıldıktan sonra azaldığı gözlenmiştir. Bu durum 10. noktanın alt geçitten sonra olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

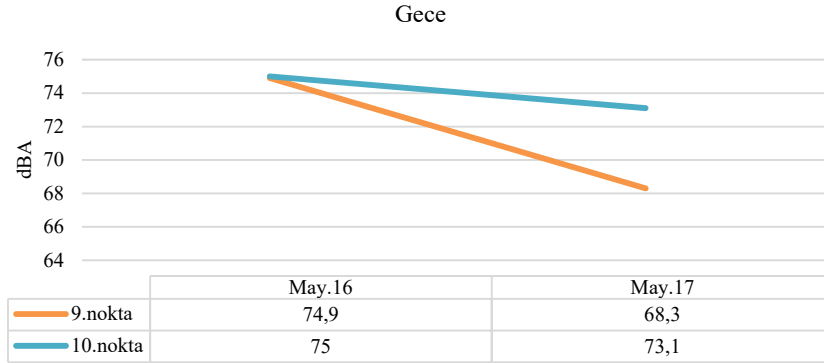
Tablo 18'e bakıldığında; alt geçit öncesinde ve sonrasındaki elde edilen verilerde, araç sayısı farklarının oldukça düştüğü belirlenmiştir. 9. noktadaki farklar, 10. noktadaki farklara göre daha fazladır. Bu fark 9. noktanın alt geçit hizasında kalmasından kaynaklanmaktadır. Sözü edilen farklar gündüzden, akşam ve geceye doğru azalmaktadır.



Şekil 18. Mayıs 2016 ve Mayıs 2017 tarihlerindeki ölçüm sonuçları karşılaştırması (Gündüz) - L_{eq}
(Comparison of measurement results for May 2016 and May 2017 (Day) – L_{eq})



Şekil 19. Mayıs 2016 ve Mayıs 2017 tarihlerindeki ölçüm sonuçları karşılaştırması (Akşam) - L_{eq}
(Comparison of measurement results for May 2016 and May 2017 (Evening) – L_{eq})



Şekil 20. Mayıs 2016 ve Mayıs 2017 tarihlerindeki ölçüm sonuçları karşılaştırması (Gece) - L_{eq}
(Comparison of measurement results for May 2016 and May 2017 (Night) – L_{eq})

2016 ve 2017 yılı ölçüm sonuçlarına göre; gündüz 10. noktada neredeyse fark yokken (fark 0,3 dBA), 9. noktada 4 dBA'lık fark oluşmuştur. Akşam ve gece ölçümlerinde, 10. noktada yaklaşık 2 dBA'lık fark varken, 9. noktada 6-7 dBA'lık fark olduğu belirlenmiştir.

Gündüz, akşam ve gece grafiklerinde görüldüğü gibi; 9. noktanın eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi eğrisinin düşey yönde bir azalma sağladığı, 10. noktanın genelde yatayda

kaldığı ve azalmanın 9. noktaya göre az olduğu görülmektedir. Bu durum 10. noktanın alt geçitten sonra olmasından kaynaklanmaktadır. 10. nokta alt geçitten 9. noktaya göre daha az etkilenmiştir.

İki ayrı zamanda yapılan ölçümler sonucundaki *farklar*;

- 9. nokta için gündüz; 3,9 dBA, akşam; 6,8 dBA, gece; 6,6 dBA, L_{gag} ; 6,2 dBA,

- 10. nokta için gündüz; 0,8 dBA, akşam; 2,5 dBA, gece; 1,9 dBA, L_{gag} ; 1,9 dBA

olarak belirlenmiştir.

Bu durum, alt geçit kullanımının belirgin olarak, gürültü kontrolü açısından avantaj oluşturduğunu göstermektedir. Ancak, yapılan mevcut durum ölçümleri sonucunda, her iki zaman diliminde de (2016 ve 2017) Celal Bayar Bulvarı üzerinde karayolu çevresel gürültü düzeyinin, ölçüm yapılan noktalar için, sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışmaya söz konusu olan bölgede, karayolu çevresel gürültü düzeyinin, istenen sınır değerlere çekilebilmesi için yapay bariyer yapımı (cam gürültü bariyerleri) önerilebilir. Fakat maliyet ve estetik açıdan tercih edilmeyeceği düşünülen yapay bariyer uygulamasına karşı, mali kaygının olmayacağı, daha yeşil ve sağlıklı bir çevre tasarımına yönelik olarak düşünülen; büyük, güçlü, sert yapıya sahip, yaprakları birbirini örtecek şekilde, sık yapraklı ve dal dokusu olan, uzun, sık dallanan ve her zaman yeşil olan doğal bariyerlerin (gürültüyü absorbe edecek bitki ve ağaç dikiminin fazlaştırılması) yapılması önerilmektedir. Bunun yanında bitkisel materyal ile gürültü bariyerinin birlikte kullanımına yönelik çalışmalar ışığında uygulamaların simülasyon programı üzerinden yapılabileceği de öngörülmektedir.

Ölçümler sırasında iş makinesi geçişlerinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum eşdeğer sürekli ses basınç seviyesini etkilemektedir. İş makinesi çalışma durumlarının belirlenen saatler içerisinde yapılması, Celal Bayar Bulvarı güzergâhına uygun yeni yol önerileri getirilerek, araç yoğunluğunu azaltmakta gürültü seviyesinde azalmayı sağlayabilir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma sırasında teknik desteğini esirgemeyen Ankara Büyükşehir Belediyesi'ne, Sağlık İşleri Daire Başkanlığı, Sağlık Hizmetleri Şube Müdürlüğü Gürültü Kontrol Şefliği ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ertorun, H., Gürültü Haritalamada Türkiye'deki Mevcut Durum, 9.Ulusal Akustik Kongresi, Ankara, 11-19, 2011.
2. Bakırcı, E., Çalışkan, M., Karayolundan Yayılan Çevresel Gürültünün Haritalanması ve Binaların Dış Cephesine Etkisinin Belirlenmesi, 9. Ulusal Akustik Kongresi, 182-190, 2011.
3. Toprak, R., Raylı Ulaşım Sistemlerinde Oluşan Gürültünün Ölçülmesi ve Modellenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2001.
4. Selimoğlu, B., Ülkemiz otoyollarında çevre düzenleme ilkelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1994.

5. Aydın, M.E., Ateş, N., Konya'da trafik gürültüsü ve bazı öneriler. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3 (3), 447-456, 1997.
6. Kotzen, B., English, C., Environmental noise barriers: A guide to their acoustic and visual desing, New York: E&FN Spon, 1999.
7. Gürpınar, M., Çevresel ulaşım gürültüsünün trafik planlaması yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2001.
8. Özenç, R.F., Atatürk havalimanının neden olduğu çevresel gürültünün modellenmesi ve kontrolü. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2001.
9. Yüğrük Akdağ, N., Kent planlamada gürültü haritalarının önemi: Barbaros Bulvarı çevresi örneği. Mimarlık, 312, 2003.
10. Aktürk N., Toprak R., Asiloğulları E., Environmental noise caused by high speed rail transportation system, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 18 (3), 15-25, 2003.
11. Aktürk N., Akdemir O., Üzkurt İ., Environmental vehicle noise caused by traffic light times, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 18 (1), 71-87, 2003.
12. Özen, M., Karayolu kaynaklı çevresel trafik gürültüsünün modellenmesi ve gürültü tahminleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
13. Pamanikabud P., Tansatcha M., Geographical information system for traffic noise analysis and forecasting with the appearance of barriers. Environmental Modelling & Software, 18, 959-973, 2003.
14. Calixto, A., Diniz, F.B., Zannin, P.H.T., The statistical modeling of road traffic noise in an urban setting. Cities, 20 (1), 23-29, 2003.
15. Ramis, J., Alba, J., Garcia, D., Hernandez, F., Noise effects of reducing traffic flow through a Spanish city. Applied Acoustics, 64, 343-364, 2003.
16. Üzkurt, İ., Ulaşım gürültüsünün çevresel etkileri. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2004.
17. İşler, E., Yüğrük, Akdağ, N., Gürültünün denetlenmesinde engellerin etkinliği: Bağdat caddesi örneği. 7. Ulusal Akustik Kongresi, 72-80, 2004.
18. Ishizuka T., Fujiwara K., Performance of noise barriers with various edge shapes and acoustical conditions. Applied Acoustics, 65, 125-141, 2004.
19. Ripoll, A., State of the art of noise mapping in Europe, european topic centre terrestrial environment, Internal Report. Barcelona-Spain.,1-65, 2005.
20. Dursun, Ş., Özdemir, C., Karabörk, H., Koçak, S., Noise pollution and map of Konya city in Turkey. Journal of International Environmental Application & Science, 1 (1-2), 63-72, 2006.
21. McCallum-Clark, M., Incite, R.H., Hunt, M., Transportation and noise: land use planning options for

- a quieter New Zealand. Land Transport New Zealand Research Report 299. New Zealand. 1-148, 2006.
22. Öztürk, İ., Çevresel gürültüsü analizleri ve İstanbul'da seçilen bir pilot bölgede gürültü haritasının elde edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
 23. Hankard, M., Cerjan, J., Leasure, J., Evaluation of the fhwa traffic noise model (tnm) for highway traffic noise prediction in the state of Colorado. Colorado Department of Transportation Research Branch. Colorado.CDOT-2005-21, 2006.
 24. Langer, D. Mapping of road traffic noise in Adana, Internoise 2007 Congress, 223, 2007.
 25. Wiechers, G. Mapping of road traffic noise in İzmir, Turkey. Internoise 2007 Congress, 224, 2007.
 26. Çalış, M., Karayolu gürültüsü ve gürültü perdelerinin ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
 27. Aşçıgil Dinçer, M., Karayolu gürültü haritalarının hazırlanması: İstanbul zircirlikuyu-maslak ulaşım hattı örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
 28. İlgürel, M.N., Sanayi yapılarının tasarımında gürültünün bir ölçüt olarak değerlendirilmesi için bir yöntem geliştirilmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
 29. Lam, K.C., Chan, P.K., Chan, T.C., Au, W.H., Hui, W.C., Annoyance response to mixed transportation noise in Hong Kong. Applied Acoustics, 70, 1-10, 2009.
 30. O'Malley, V., King, E., Kenny, L., Dilworth, C., Assessing methodologies for calculating road traffic noise levels in Ireland—Converting CRTN indicators to the EU indicators (Lden, Lnight). Applied Acoustics, 70, 284-296, 2009.
 31. Pamanikabud P., Tansatcha M., Geoinformatic prediction of motorway noise on buildings in 3D GIS, Transportation Research Part D, 14,367–372, 2009.
 32. Paunovic, K., Jakovljevic, B., Belojevic, G., Predictors of noise annoyance in Noisy and quiet urban streets. Science of the Total Environment, 407, 3707–3711, 2009.
 33. Murphy, E., King, E.A., Rice, H.J., Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland. Environment International, 35, 298–302, 2009.
 34. Phan, H.Y.T., Yano, T., Sato, T., Nishimura, T., Characteristics of road traffic noise in Hanoi and Ho Chi Minh City, Vietnam. Applied Acoustics, 71, 479–485, 2010.
 35. Bıçakçı, T., Trafikten kaynaklanan çevresel gürültü haritaları ve Çukurova Üniversitesi kampüsü örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2011.
 36. Özer, S.S., Yüğrük Akdağ, N., Bölge ve kent planlamada gürültünün tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesinin önemi-İstanbul'dan örnekler. 9. Ulusal Akustik Kongresi, Ankara, 20-29, 2011.
 37. Clairbois, J.P., Road and rail barriers: from physics to implementation of effective and sustainable devices. 9. Ulusal Akustik Kongresi, Ankara, 1-10, 2011.
 38. Ko, J.H., Chang, S.I., Lee, B.C., Noise impact assessment by utilizing noise map and GIS: A case study in the city of Chungju, Republic of Korea. Applied Acoustics, 72, 544-550, 2011.
 39. Mioduszewski, P., Ejsmont, J.A., Grabowski, J., Karpinski, D., Noise map validation by continuous noise monitoring. Applied Acoustics, 72, 582-589, 2011.
 40. Berardi, U., Cirillo, E., Martellotta, F., Interference effects in field measurements of airborne sound insulation of building facades. Noise Control Engineering Journal, 59 (2), 2011.
 41. Çalış, M., Yonar, F., Trafik gürültüsünü azaltmak için kullanılan kaplama ve yüzey tabakaları üzerine bir araştırma. 9. Ulusal Akustik Kongresi, Ankara, 30-38, 2011.
 42. Öztürk, T., Öztürk, Z., Çalış, M., A case study on acoustic performance and construction costs of noise barriers. Scientific Research and Essays, 7 (50), 4213-4229, 2012.
 43. Barclay, M., Kang, J., Sharples, S., Combining noise mapping and ventilation performance for non-domestic buildings in an urban area. Building and Environment, 52, 68-76, 2012.
 44. Badino, A., Ascigil Dincer, M., Schenone, C., Yılmaz, S., Applicability of road traffic dose-effect relations to Turkish urban context. Internoise 2012 Congress, 804, 2012.
 45. Naish, D.A., Tan, A.C.C., Demirbilek, F.N., Estimating health related costs and savings from balcony acoustic design for road traffic noise. Applied Acoustics, 73, 497-507, 2012.
 46. Kurra, S., Dal, L., Sound insulation design by using noise maps. Building and Environment, 49, 291-303, 2012.
 47. Olayinka, O.S., Noise map: tool for abating noise pollution in urban areas, Open Access Scientific Reports, Nigeria., 1 (3), 1-7, 2012.
 48. Ramírez, A., Domínguez, E., Modeling urban traffic noise with stochastic and deterministic traffic models. Applied Acoustics, 74, 614–621, 2013.
 49. Zannin, P.H.T., Gama, L.V., Cunha, M.L., Damiani, M.B. vd., Noise mapping of an educational environment. Canadian Acoustics, 40 (1), 27, 2013.
 50. Dintrans, A., Prendez, M., A method of assessing measures to reduce road traffic noise: a case study in Santiago, Chile. Applied Acoustics, 74, 1486–1491, 2013.
 51. Vogiatzis, K., Remy, N., From environmental noise abatement to soundscape creation through strategic noise mapping in medium urban agglomerations in South Europe. Science of the Total Environment, 482-483, 420-431, 2014.
 52. Licitra, G., Ascari, E., Gden: An indicator for European noise maps comparison and to support action plans. Science of the Total Environment, 482-483, 411–419, 2014.
 53. D'Alessandro, F., Schiavoni, S., A review and comparative analysis of European priority indices for

- noise action plans. *Science of the Total Environment*, 518–519, 290–301, 2015.
54. Cai, M., Zou, J., Xie, J., Ma, X., Road traffic noise mapping in Guangzhou using GIS and GPS. *Applied Acoustics*, 87, 94-102, 2015.
 55. Aşçıgil Dinçer, M., Yılmaz, S., Modelling road traffic noise annoyance by listening tests. *İstanbul Teknik Üniversitesi A/Z dergisi*, 12 (3), 285-306, 2015.
 56. Zambon, G., Angelini, F., Benocci, R., Bisceglie, A., Dynamap: a new approach to real-time noise mapping. *EuroNoise 2015 Congress*, 1-6, 2015.
 57. Gonzalez, D.M., Morillas, J.M.B., Gozalo, G.R., The influence of microphone location on the results of urban noise measurements. *Applied Acoustics*, 90, 64-73, 2015.
 58. Ascari, E., Licitra, G., Luca, T., Cerchiai, M., Low frequency noise impact from road traffic according to different noise prediction methods. *Science of the Total Environment*, 505, 658-669, 2015.
 59. Fiedler, P.E.K., Zannin, P.H.T., Evaluation of noise pollution in urban traffic Hubs - Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, 51, 1-9, 2015.
 60. Licitra, G., Fredianelli, L., Petri, D., Vigotti, M.A., Annoyance evaluation due to overall railway noise and vibration in Pisa urban areas. *Science of The Total Environment*, 568, 1315–1325, 2016.
 61. Gozalo, G.R., Morillas, J.M.B., vd., Study on the relation between urban planning and noise level. *Applied Acoustics*, 111, 143–147, 2016.
 62. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete, Sayı: 30082, 2017.
 63. Türk Standartları Enstitüsü, TS ISO 1996-2, Akustik – Çevre Gürültüsünün Tanımı, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 2: Çevre Gürültü Seviyelerinin Tayini, 2009.
 64. Türk Standartları Enstitüsü, TS 9315 ISO 1996-1, Akustik – Çevre Gürültüsünün Tanımı, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 1: Temel Büyüklükler ve Değerlendirme İşlemleri, 2005.
 65. Türk Standartları Enstitüsü, TS ISO 362-2, Hızlanan Karayolu Taşıtları Tarafından Yayılan Gürültünün Ölçülmesi – Mühendislik Metodu – Bölüm 2: L Kategorisi, 2010.
 66. Özçetin, Z., Demirel, F., Trafik Kaynaklı Gürültünün Analizi, Çevresel Etkilerinin Araştırılması, Lambert Academic Publishing, 2017.