



Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Çevresel Gürültünün SoundPLAN ile Haritalandırması: DEU Tınaztepe Kampüsü Örneği

Mapping of Noise Pollution from Road Transportation with SoundPLAN: A Case for DEU Tınaztepe Campus

Selin Dönmez^{1*}, Deniz Dölgen², Zeki Bozkurt³, E.Helil İ. Kınay⁴, M.Necdet Alpaslan²

¹ Çeşme Belediyesi, Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü, Çeşme, İzmir, TÜRKİYE

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca, İzmir, TÜRKİYE

³ Seyhan Belediyesi, Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü, Seyhan, Adana, TÜRKİYE

⁴ Karayolları 2. Bölge Müdürlüğü, Etüt Proje ve Çevre Başmühendisliği, Bornova, İzmir, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author *: deniz.dolgen@deu.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 29.03.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 30.11.2022

Atıf şekli/How to cite: DÖNMEZ, S., DÖLGEN, D., BOZKURT, Z., KINAY, E.H.İ., ALPASLAN, M.N.(2023). Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Çevresel Gürültünün SoundPLAN ile Haritalandırması: DEU Tınaztepe Kampüsü Örneği. DEUFMD, 25(74),451-466.

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI:10.21205/deufmd.2023257415

Öz

Gürültü çevre kirliliğinin görülmeyen bir boyutudur ve insan sağlığını hem psikolojik hem fizyolojik olarak etkilemektedir. En yaygın gürültü kaynağını ulaşım aktivitelerinden kaynaklanan gürültü olarak ifade edebiliriz. Ulaşım yöntemleri içerisinde bir değerlendirme yapıldığında ise karayolu ulaşımından kaynaklanan çevresel gürültü ilk sırada yer almaktadır. Bu durumun en önemli sebebi her geçen gün ulaşımında kullanılan araç sayılarındaki artış gösterilebilir. Çevresel gürültünün kontrolüne yönelik önlem alınabilmesi için önce gürültü seviyelerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Eğitim yapılan alanlar, gürültüde olumsuz etkilenen bölgelerin başında yer almasına karşın çoğu kez gürültü kaynaklarına yakın konumlandırılmaktadır. Bu alanlarda ortaya çıkan aşırı gürültü, öğretim görevlilerinin, öğrencilerin ve personelin performansının düşmesine yol açabilir. Bu anlayışla, sunulan çalışmada gürültüye karşı hassas alanlar olarak değerlendirilen üniversite yerleşkesinde karayolu ulaşımından kaynaklanan çevresel gürültünün belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda, Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe Kampüsü içerisinde araç geçişlerinin ve gidişatlarının değişim noktası olan kavşakta, 3 noktada araç sayımı yapılmıştır. Sayımı yapılan araçlar hafif vasıta ve ağır vasıta olarak ikiye ayrılmıştır. Araç sayımları, trafiğin yoğun olduğu 08:00/10:00, 12:00/13:00, 15:00/17:00, 18:00/20:00, 21:00/22:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Sayımlar 20'er dakika olup excel yardımıyla saatlik verilere çevrilmiştir. SoundPLAN 7.3 gürültü haritalama programı kullanılarak İzgaralı Gürültü Haritası ve Cephe Gürültü Haritası olmak üzere iki çeşit harita elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, kampüs alanında, özellikle araç geçişlerinin olduğu güzergâhlardaki binaların, yola bakan cephelerinde gürültü seviyesinin sınır değerlerin üzerine çıktığı belirlenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Gürültü, Trafik Gürültüsü, Gürültü Haritalandırma, SoundPLAN, NMPB

Abstract

Noise is an invisible pollutant for environment and affects human health both psychologically and physiologically. The most common noise source can be expressed as noise from transportation activities. The noise caused by road transportation has special importance among the transportation methods. The most important reason is the increase in the number of vehicles used in transportation. In order to take measures to control noise pollution, noise levels need to be determined first. Although the campuses or other fields for training are among the areas that are adversely affected by noise pollution, they are often located close to the noise sources. Moreover, excessive noise in areas with educational activities can lead to low performance of lecturers, students and staff. Therefore, the objective of the presented study was to determine the environmental noise caused by highway transport in the university campus, which is considered as noise sensitive area. In this framework, vehicles counted at 3 points at conjunctions on the route. The vehicles counted for mapping divided as light and heavy vehicles. Vehicle counts were carried out between the hours of 08:00/10:00, 12:00/13:00, 15:00/17:00, 18:00/20:00, 21:00/22:00 where traffic was dense. The counts were performed through 20 minutes and they were converted to hourly data by using excel. Two types of maps were produced, i.e. Grid Noise Map and Front Noise Map, by using the SounPLAN 7.3 Program. In the campus area, it was determined that the noise level were over the limit values at buildings on the route where the vehicle passes.

Keywords: *Environmental Noise, Traffic Noise, NoiseMap, SoundPLAN, NMPB*

1. Giriş

Kentlerde gürültü tüm çevre kirleticilerde olduğu gibi bireylerin aktivelerinin bir artışı olarak ortaya çıkar [1]. Günümüzde ulaşım, sanayi, inşaat, eğlence, vb. faaliyetler sonucunda oluşan çevresel gürültü özellikle nüfusun yoğun olduğu kentsel yerleşimlerde önemli çevre sorunlarından birisi durumuna gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, çevresel gürültü, sağlık sorunları sebepleri sıralamasında ikinci sırada yer almaktadır [2]. Aşırı gürültü insan sağlığını olumsuz etkileyerek işitme kaybı, yüksek tansiyon, aşırı sinirlilik, stres, huzursuzluk performans düşüklüğü, rahatsızlık tepkileri ve davranış bozuklukları gibi fiziksel ve psikolojik değişikliklere neden olabilmektedir [3]. Hindistan-Srinagar kentinde yapılan bir çalışma, gürültülü alanlarda yaşayanlarda başta kötü uyku kalitesi olmak üzere pek çok sağlık problemi yaşadıklarını ortaya koymuştur [4].

Gürültü nedeniyle oluşan psikolojik etkiler iletişim ve konsantrasyon bozukluklarına yol açarak iş verimini düşürebilmektedir. Umman'da yapılan bir çalışmada saha ölçümü, trafik gürültüsü modellenmesi ve anket/görüşme yoluyla gürültüye maruz kalanların algıları değerlendirilmiştir. Çalışma eşik seviyenin üzerindeki gürültüden, işyerlerinde çalışanların evlerde yaşayanlardan daha fazla rahatsız olduğunu göstermiştir [5]. Gürültünün çalışma ortamında bazı uyarıların duyulmasını engelleyerek iş kazalarına dahi neden olması

mümkündür. Bu bakımdan, belirtilen tüm olumsuz etkiler göz önüne alınarak, diğer çevresel kirliliklerde olduğu gibi gürültü kirliliğinin de kontrolü gereklidir. Gürültünün kontrol altına alınabilmesi için öncelikle kaynakların gürültü emisyonlarının ölçülmesi ve limitleri aşıp aşmadığı belirlenmelidir. Ardından gürültüyü kaynaktan başlayıp alıcıda dahil yayılma yolunda (çevre) azaltmaya yönelik önlemler planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Kentsel alanlarda gürültünün ana kaynağını ulaşım oluşturmaktadır. Ulaşımın kaynaklı gürültünün nedenleri ağırlıklı olarak karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu araç trafiğidir. Bunlar arasında özellikle karayolu gürültüsünün tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de gürültüden etkilenme bakımından büyük sorun olduğu ifade edilmektedir [3]. Karayolu ulaşım gürültüsünün sağlık üzerine etkileriyle ilgili çalışmalarda 45dB(A) ve üzeri Lgag (gündüz, akşam, gece) gürültü seviyelerinin rahatsızlık, 45 dB(A) ve üzeri Lgece seviyelerinin uyku bozuklukları ve 55 dB(A) ve üzeri Lgündüz-16 saat (7:00-23:00 arası eşdeğer ses seviyesi) seviyelerine maruz kalanlarda ise kardiyovasküler hastalık riskinin arttığı gösterilmiştir [6-7].

Karayollarındaki gürültünün en önemli bileşeninin ise trafik olduğu belirtilmektedir. Trafiğin sebep olduğu karayolu gürültüsü insanların en fazla maruz kaldıkları ve en çok rahatsızlık duydukları gürültü türü olup, kentsel

yerleşim bölgelerinde ortaya çıkan ses enerjisinin % 80'inin trafik gürültüsünden kaynaklandığı ifade edilmektedir [8]. Yola uzaklık, trafik hacmi, yol seviyesi, yolun kaplama cinsi, yolun eğim derecesi, aracın boyu ve cinsi, yol kenarında yapılaşma, bitki örtüsü gibi faktörler karayolunda oluşan gürültünün hissedilmesinde etkilidir [9-10,11]. Buna ek olarak, trafik akışının duraklamalı olup olmaması, trafiğin hacmi, ağır taşıt oranı, trafik hızı oluşan toplam gürültüyü etkileyen unsurlardır. Taşıt sayısı, taşıtın yaşı, taşıtın tipi (ağır veya hafif), motor tipi (benzin ya da dizel motor), taşıtın hızı, yol eğimi gibi faktörlerin artması araç gürültüsünün artmasına neden olmaktadır.

Gürültü kontrolü amacıyla oluşturulacak eylem planlarının ilk adımı gürültü haritalarının çıkartılmasıdır. Gürültü haritaları ile insanların maruz kaldığı gürültü seviyeleri harita üzerinde işlenerek görsel hale getirilmektedir. Bu amaçla genellikle CBS tabanlı ticari yazılımlar kullanılmaktadır [12]. Üretilen haritalardan gürültüye maruz kalan alan, bu alandaki duyarlı yapı sayısı (konut, hastane, okul, işyeri vb.) ile maruz kalan kişi sayısı belirlenebilmektedir. Haritalandırma çalışmasında bilgisayar ortamında arazi verileri, bina bilgileri, nüfus, kaynak bilgileri (örneğin araç sayıları, araç hızları, araç tipleri, yol özellikleri, vb.) gibi veriler gürültü harita programına aktarılmakta, böylelikle teyit ölçümleri dışında ilave bir ölçüm yapılmadan kısa süre içerisinde haritalandırma yapılabilmektedir. Bu şekilde CBS veri tabanları kullanılarak oluşturulan gürültü haritaları başta yerel yönetimler olmak üzere birçok kurum/kuruluş tarafından karar destek sürecinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır [13] Sunulan çalışmada kentsel alanlardaki çevresel gürültünün ana bileşeni durumundaki ulaşımdan kaynaklı gürültü üzerine odaklanılmış, üniversite yerleşkesi özelinde gürültü kirliliği incelenmiştir. Bilindiği gibi üniversite kampüsleri gibi eğitim alanları çevresel gürültüye karşı hassas alanlar olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalar gürültü ve trafik yükü arasında pozitif bir ilişki olduğunu, eğitim yapılan alanlarda öğrenme

performansı ile gürültü düzeyleri arasında olumsuz ilişki olduğunu ve gürültü kirliliğinin öğrenme yeteneklerini azalttığını ortaya koymaktadır [14,15]. Bu nedenle üniversite yerleşkesi özelinde gürültü kirliliğinin belirlenmesi için gürültü haritalandırması yapılmıştır. Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe kampüsünde gerçekleştirilen çalışmada SoundPLAN 7.3 programı kullanılmış, Izgaralı Gürültü Haritası ve Cephe Gürültü Haritası çıkartılmıştır. Kampüs içerisinde trafikten kaynaklanan gürültünün yola yakın bina/derslik vb. yapıların etkilendikleri gürültü seviyeleri belirlenmiş, alınabilecek önlemler tartışılmıştır.

2. Gürültü Kirliliği Konusunda Yapılan Ulusal Çalışmalar

Türkiye'de çevresel gürültü politikasının temeli 1983 yılında yürürlüğe giren 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanmaktadır. Bu kanun çerçevesinde, 11 Aralık 1986 tarihinde, çevresel gürültünün kontrol altına alınması amacıyla "Gürültü Kontrolü Yönetmeliği" yayımlanmıştır. Gürültü Kontrolü Yönetmeliği, AB çevre müktesebatı uyum çalışmaları kapsamında ele alınan ilk mevzuatlar arasında olmuş, 01 Temmuz 2005 tarihinde "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi (ÇGDY) Yönetmeliği" adıyla güncellenerek ulusal mevzuatta yerini almıştır. Yönetmeliğin temel amacı çevresel gürültüye maruz kalma sonucu ortaya çıkabilecek olumsuzluklara karşın gerekli tedbirlerin alınması ve kademeli olarak uygulamaya konulmasıdır. Bu çerçevede;

- (i) Gürültü haritaları, akustik rapor ve çevresel gürültü seviyesi değerlendirme raporu ile çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin belirlenmesi;
- (ii) Çevresel gürültü ve etkileri hakkında kamuoyunun bilgilendirilmesi;
- (iii) Çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sebep olabileceği ve çevresel gürültü kalitesini korumanın gerekli olduğu yerlerde, gürültüyü önleme ve azaltmaya yönelik eylem

planlarının hazırlanması ve bu planların uygulanması,

ile ilgili usul ve esaslar belirlenmiştir [16]. Yönetmelik, uygulama sürecinde karşılaşılan sıkıntıları çözüme kavuşturmak amacıyla 2008, 2010, 2011 ve 2015 yıllarında revize edilmiştir [17]

Yönetmelikte çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin hazırlanacak gürültü haritaları ile belirlenmesi zorunluluğu getirilmiştir. Bakanlıkça hazırlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği gereğince, nüfusu 100.000 kişiyi geçtiği ve nüfus yoğunluğunun 1000 kişi/km² değerinden fazla olduğu şehirleşmiş alanlar için gürültü haritalarının hazırlanması gerekmektedir. Yönetmeliğin ilk uygulamaları, 2012 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hayata geçirilen, ülkemizdeki büyükşehirlerin gürültü haritalarının hazırlanmasını hedefleyen "Çevresel Gürültü Direktifi için Uygulama Kapasitesi" başlıklı proje ile gerçekleştirilmiştir. Projenin genel amacı karayolu, demiryolu ve endüstri tesisleri gibi kaynaklardan yayılan gürültünün azaltılmasına destek sağlamaktır. Proje neticesinde Türkiye'de büyükşehirlerin, ağırlıklı olarak karayolları, demiryolları ve hava limanlarına ile az sayıda limanlar ve eğlence yerlerine ait Stratejik Gürültü Haritaları hazırlanmıştır. Tüm Türkiye genelinde belirlenen kriteri sağlayan 66 ilden 25 ilin gürültü haritası hazırlanmıştır. Stratejik gürültü haritalarının hazırlanması kapsamında yürütülen "Türkiye'de Kaynak Bazlı Gürültü Modellemesi İçin Envanter Altyapısının Oluşturulması Projesi" ile de kalan 41 ilde gürültü haritalama işleminin gerçekleştirilmesi planlanmış olup, böylelikle gürültü haritalama model çalışmalarının altyapısına esas teşkil edecek verilerin sağlanması hedeflenmektedir. Gürültü haritaları sonuçlarına göre, özellikle büyük şehirlerde ve trafiğin yoğun olduğu ana arterler civarında yaşayan insanların çok daha fazla gürültüye maruz kaldıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca, yerleşim alanları içinde kalan havalimanları ve turizmin yoğun olduğu kıyı bölgelerinde, eğlence yerleri özellikle yaz

aylarında öncelikli gürültü alanları olarak belirlenmiştir.

Ülkemizde, kamu kurumları tarafından kentsel alanlar için hazırlatılan gürültü haritalarının yanı sıra gürültü seviyesinin ölçülmesine ve modellenmesine yönelik gerçekleştirilmiş çeşitli akademik çalışmalar bulunmaktadır. Kalıpcı ve Dursun (2009) tarafından Giresun'da 99 noktada yapılan gürültü ölçümleri ile kentteki sanayi, eğlence ve trafik gürültüsünün birbirine karıştığı ve yoğunluğu artırdığı görülmüş; bazı caddelerde 68 dB(A) değerinin aşıldığı belirlenmiştir [18]. Konya İli, Sarayönü ilçesinde 44 noktada yapılan çalışmada gürültü ölçüm seviyelerinin sabah 45-103 dB(A), öğlen 44-90 dB(A) ve akşam 39-82 dB(A) aralığında olduğu belirlenmiştir [19]. Genel olarak ölçüm yapılan caddelerin ortalama ses düzey değerleri ile çevresel gürültü sınır değerleri arasında küçük farklılıklar olduğu görülmüştür. Samsun'un en büyük nüfuslu ilçelerinden Atakum'da yapılan bir çalışmada ise, hafif raylı sistem ve aynı güzergâhta bulunan karayolundaki trafikten kaynaklanan gürültü seviyeleri ölçülmüştür. Gündüz ızgaralı gürültü haritası incelendiğinde, güzergâhta bulunan binaların 65-70 dB(A) ve 70-75 dB(A) aralığında ulaşım gürültüsüne maruz kaldıkları belirlenmiştir. Laksam ızgaralı gürültü haritası verilerine göre ise binaların maruz kaldığı en yüksek gürültü düzeyinin 65-70 dB(A) olduğu tespit edilmiştir. Lgece ızgaralı gürültü haritası verilerine 55-60 dB(A) ve 60-65 dB(A) aralığında ulaşım gürültüsüne maruz kaldıkları görülmüştür. L(gag) gürültü haritasına bakıldığında çalışma aksından cephe alan binaların konumu, açıları ve çizgisel gürültü kaynaklarına olan uzaklıklarına göre ağırlıklı olarak 70-75 dB(A) aralığında ulaşım gürültüsüne maruz kaldıkları görülmektedir [20]. Konya İlinde trafikten kaynaklı gürültü için gerçekleştirilmiş farklı çalışmalar mevcuttur [21,22]. Büyükşehir belediyesinde bulunan tüm merkez ilçeleri kapsayan çalışmanın sonuçlara göre gündüz vakti için nüfusun yaklaşık %25-30'u yani 80 bin konut 300 bin konut sakininin 60 dB(A) seviyesinde trafikten kaynaklı gürültüye maruz kaldığı belirlenmiştir. Lgece değerleri kapsamında değerlendirildiğinde;

trafikten kaynaklı 55 dB(A) değerini aşan gürültüye maruz nüfusun yaklaşık %10-15 olduğu ve 60 bin konut, 200 bin kişiyi kapsadığını göstermektedir [23]. Avanos'ta 24 noktada yapılan çalışmada eşdeğer gürültü ölçüm seviyelerinin gündüz 79-85 dB(A) aralığında olduğu ve ilçe giriş-çıkış karayollarındaki maksimum gürültü seviyesinin L_{max} 109 dB(A), minimum L_{min} 82 dB(A) olduğu belirlenmiştir [24]. Afyonkarahisar için yapılan çalışmada elde edilen değerlerin %58,5'i 80 dB(A)'in, %6,85'i 90 dB(A)'in üstünde olduğu belirlenmiştir [25]. İzmit kent merkezinde gündüz 1 cadde, 6 okul, 4 park alanı ve 2 hastane alanındaki trafikten kaynaklı gürültünün sınır değerinin üzerinde (70 dB(A)) olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde akşam için; 2 cadde, 1 üniversite, 6 park ve 2 hastane sınır değerinin üzerinde olarak (65 dB(A)) belirlenmiştir. Gece için de 1 cadde, 6 park ve 2 hastane 60 dB(A) sınır değerinin üzerinde kalmıştır [26]. Gaziantep'te nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde karayolu trafiğinden kaynaklanan gürültünün belirlenmesi amacıyla trafik sayımları yapılmış ve simülasyon programı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında toplam 193 km karayolu modellenmiş ve 33 yol kesitinde araç sayımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen simülasyon verileri ile gündüz, akşam ve gece için stratejik gürültü haritaları hazırlanmıştır. Çalışmaya göre Gaziantep nüfusunun % 5,4'ü gündüzleri, % 8,2'si akşamları ve % 7,5'i geceleri belirlenen kritik seviyelerin üzerinde karayolu kaynaklı gürültü seviyelerine maruz kalmaktadır. Hassas bölgeler olan 201 okul ve 95 hastane bu gürültü alanlarında bulunmakta ve karayolu kaynaklı gürültü seviyelerinden etkilenmektedir [2]. Savaş (2019) tarafından yürütülen çalışmada SoundPLAN 7.4 programıyla Beykoz - Kavacık mevkiinde gürültü haritaları hazırlanmıştır [27]. Otoyol kenarındaki Beykoz Kavacık Mevkii Hisar Evlerinde yaşayan insanların maruz kaldığı gürültü kirliliği önlemeye yönelik çalışmalar üzerinde durulmuştur. Otoyola cephesi olan binalarda belirlenen 70-75 dBA gürültü, bariyer modellemesi sonucunda yaklaşık 60-65 dBA seviyelerine inmiştir. Karadayı (2001) [28]

tarafından Bursa İli için trafik kaynaklı gürültü haritasının çıkartıldığı çalışmada, yapılan ölçümler sonrasında hazırlanan gürültü haritalarından Bursa İli ve merkez ilçeleri olan Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinin ana arterlerinde gürültü seviyelerinin rahatsız edici seviyeye ulaştığı ve bu bölgelerdeki yerleşimlerin aşırı gürültüden fazla etkilendiği görülmüştür. Yakın dönemde Bursa ili, Osmangazi ilçesinde (Dikkaldırım Mahallesi) yürütülen bir başka çalışmada da benzer şekilde çevresel gürültü seviyesi belirlenmiştir. Araştırmada kentin en büyük parkına, stadyuma, konut yapılarına, eğitim, sağlık ve güvenlik kurumlarına yakın olan bir bölge seçilmiştir. Mahalle çevresinde belirlenen gürültü açısından hassas noktalarda farklı gün ve saat dilimlerinde yapılan ölçümler sonucunda gürültü kirliliği seviyesinin 60-97 dBA aralığında olduğu ve çevre ve insan sağlığını tehdit eder düzeye ulaştığı belirlenmiştir [29]. Safranbolu İlçe Merkezinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada, özellikle motorlu araç ve yaya aktivite düzeylerinin yüksek olduğu bölgelerde gürültü kirliliği düzeyleri belirlenmiş ve haritalandırılmıştır. Esmeray ve Eren tarafından yapılan araştırmada, çalışma sahasında akustik ortamın genel kalitesinin orta düzeyde olduğu ve bu seviyelere uzun süre maruz kalmanın insan sağlığı ve yaşam kalitesini etkilediği belirtilmiştir [30]. Edirne İl Merkezi'nde seçilen 50 farklı noktada gürültü düzeyleri belirlenerek, Gürültü Kontrol Yönetmeliği'ndeki değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar kent kenarı konut alanlarında yaz gündüz ölçümü dışında tüm değerlerin sınırların üzerinde olduğunu; trafik akımına 100 m uzak kent konut alanlarında dahi yaz gündüz ölçümü dışında tüm değerlerin sınırların üzerinde olduğunu ortaya koymuştur. Gürültünün azaltılması için başta halkın bilinçlendirilmesi olmak üzere toplu taşımacılığın özendirilmesi, trafik akışının akıcılığının sağlanması, binalarda izolasyon sağlanması gibi önlemler alınması önerilmiştir [31]. İzmir ilinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, karayolu ve demiryolu kaynaklarından oluşan ulaşım gürültüsü araştırılmıştır. İzmir ilinde karayolu kaynaklı

gürültü rahatsızlığının kişiler üzerinde baş ağrısı, stres, konsantrasyon eksikliği, rahatsızlık, kulakta çınlama, uykusuzluk ve sinirlilik gibi etkiler gösterdiği belirlenerek, karayolu rahatsızlık başlangıç seviyelerinin Lgündüz 70 dBA, Lakşam 70 dBA, Lgece 65 dBA, Lgag 70 dBA olduğu, demiryolu kaynaklı gürültü rahatsızlığı başlangıç seviyesinin ise Lgündüz 55 dBA, Lakşam 55 dBA, Lgece 50 dBA, Lgag 55 dBA olduğu ifade edilmiştir. Pilot olarak seçilen bölgede modellenen gürültü perdeleri sayesinde, rahatsızlık sınırları altında kalan kişi sayıları tespit edilerek ve bölge sakinlerinin talep ettiği gürültü perdelerinin uygulanabilirliği desteklenmiştir [32].

Gürültüye hassas alanlar olarak ifade edilen sağlık ve eğitim yapılarının bulunduğu alanlarda yapılmış uygulamalar da gürültü haritalandırmada önemli yer tutmaktadır. Isparta İli kent merkezinde yer alan hastanelerin gürültü düzeylerinin ölçülerek, gürültü haritalarının oluşturulmasını amaçlayan çalışmada hastanelerin bahçelerinde ve yakın çevrelerinde belirlenen 18 ölçüm noktasında ölçümler yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında enterpolasyon yöntemi ile sonuçlar değerlendirilmiş ve hastanelere ait gürültü haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, gürültü seviyesinin en önemli kaynağının trafik olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ana yol üzerinde bulunan hastanelerin girişlerindeki kavşaklar ve yollar, gürültü düzeyinin en yüksek olduğu bölgeler olarak belirlenmiştir [33]. Benzer olarak Bursa-Orhangazi İlçesinde sağlık tesislerinin bulunduğu bir alanda gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ulaşım kaynaklı dış ortam gürültüsünün 60-97 dBA aralığında yer aldığı belirlenmiş, yalıtım yapılması tarfiğın düzenlenmesi ve hastane çevresine bitki dikilmesi gibi öneriler sunulmuştur [34]. Gürültü açısından en hassas mekânlar arasında yer alan eğitim kurumlarında yürütülmüş güncel bir çalışma Balıkesir Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiş olup Çağış Kampüs'ündeki gürültü kaynaklarının tespit edilmesi, gürültü seviyelerinin CadnaA programı ile modellenmesi, çıkan sonuçlar ışığında hassas

nokta sınır değerlerini aşan noktaların tespit edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda kampüs alanındaki bazı Fakülte binaları, öğrenci kantini gibi sosyal amaçlı ortak kullanım alanlarında gürültü aşımı gözlemlenmiştir [35].

Yukarıda verilen örneklerden de görüleceği üzere, gürültü ile ilgili yapılan çalışmalarda öncelikle gürültü kaynakları ortaya konarak gürültü kirliliği ile ilgili mevcut durum belirlenmektedir. Yapılan ölçüm ve/veya hesaplamaların ardından da gürültü kirliliğinin azaltılmasına yönelik planlamalar ele alınmaktadır. Durum tespitinde gerek ölçüm gerek modelleme yapılarak elde edilen gürültü haritaları ise karar vericiler için önemli bir araç olmaktadır. Ayrıca, yeni kent bölgelerinin tasarımı noktasında da trafik yollarının planlanması bakımından veri sağlayarak sorunun oluşmadan tedbir alınmasına katkı sağlamaktadır.

3. Gürültü Haritalandırma

Gürültü haritaları en basit anlatımla belirli bir bölgede belirli bir zaman aralığında gerçekleşen gürültü seviyesinin grafik gösterimidir. Belli bir bölgeye ya da bir kente ait, ölçüm ve/veya hesaplanarak elde edilen gürültü bilgisinin eş düzey eğrileri, renklendirme sistemi ve/veya sayısal değer kullanılarak haritalandırılması ile elde edilir. Uygulamada çevresel ve stratejik gürültü haritası olmak üzere iki farklı türde gürültü haritalandırması yapılmaktadır. Karayolu gibi tek bir gürültü etkeni esas alınarak oluşturulan haritalar çevresel gürültü haritası; pek çok etkenin (karayolu, havaalanı, trenyolu, sanayi, vb.) birlikte değerlendirilmesiyle oluşan haritalar ise stratejik gürültü haritası olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde pek çok ülkede, yeni planlama kararlarının alınmasında önemli bir araç durumunda olan gürültü haritaları ile özellikle ulaşım arterleri için sağlıklı düzenlemeler yapılabilmekte; araç sayısı, trafik yoğunluğu gibi ulaşımına ait özellikler gürültü haritalarına işlenerek gelecekte gürültüden etkilenme konusunda ayrıntılı bilgilere ulaşılabilmektedir.

Gürültü haritalandırması sürecinin ilk aşaması değerlendirmeye alınacak bölgenin ve gürültü

Araştırma Görevlileri Lojmanı, vb.) bulunmaktadır. Üniversiteye ulaşım karayolu ile sağlanmakta olup, otobüs ve binek araçlar yoğunluktadır. Trafiğin en yoğun olduğu saatler sabah 08:00- 10:00, öğlen 12:00-13:00 ve örgün öğretim ders bitiş saati olan 16:30- 17:30 saatleridir. Şekil 2’de çalışmanın gerçekleştirildiği Tınaztepe kampüsü uydu görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 2. DEÜ, Tınaztepe Kampüsü uydu görüntüsü

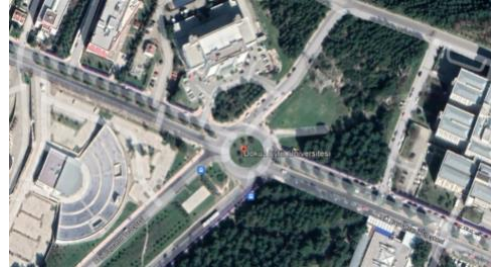
Figure 2. Sattalite picture of DEÜ, Tınaztepe Campus

(Uydu fotoğrafta kullanılan numaralandırma: 1 DEÜ 75. Yıl İlköğretim Okulu, 2 Hukuk Fakültesi, 3 İnşaat aşamasında bulunan Yabancı Diller Yüksek Okulu, 4 Atatürk İlkeleri ve İnkılâp Tarihi Enstitüsü, 5 Spor Salonu, 6 Misafirhane-Lojman, 7 Mediko, 8 Kütüphane, 9 Matbaa, 10 Yemekhane-Sosyal Tesisler, 11 Denizcilik Fakültesi, 12 İşletme Fakültesi, 13 Fen Fakültesi, 14 Öğretim Görevlileri Binası, 15 Güzel Sanatlar Fakültesi, 16 Depark , 17 Sosyal Tesisler, 18 Makine ve Endüstri Mühendisliği, 19 Tekstil Mühendisliği, 20 Mimarlık Fakültesi, 21 Jeoloji – Bilgisayar Mühendisliği, 22 Elektrik Elektronik – Maden Mühendisliği, 23 DESUM, EMUM Binası, 24 Mühendislik Fakültesi Dekanlığı, 25 İnşaat – Çevre Mühendisliği, 26 Otopark)

4.2. Araç sayımları

Çalışma kapsamında, kampüs içerisinde araç geçişlerinin ve gidişatlarının değişim noktası olan yemekhane, işletme fakültesi/ fen fakültesi ve mühendislik fakültesine ayrılan güzergâhları belirleyen kavşak araç sayım noktası olarak belirlenmiştir. Kavşakta 3 noktada (A, B ve C) araç sayımı yapılmıştır [38]. Şekil 3’de araç sayımlarının yapıldığı alanın uydu fotoğrafı verilmiştir. Ağır vasıta araçların gidiş güzergâhı bu kavşakta değişkenlik göstermektedir.

Otobüs vb. ağır vasıtalar kampüs içerisinde girdiğinde 5 numaralı yolu takip edip 3 numaralı yola dönüş yapmaktadır. Kampüsten çıkış sırasında 4 numaralı yolu takip ederek 6 numaralı yolu izleyip kampüsten çıkışını gerçekleştirmektedir. Çalışmada kavşak noktası merkez alınarak batı yönündeki aks (kampüs giriş/ çıkış güzergâhı) A, güney yönündeki aks (Fen ve İşletme Fakültesi güzergâhı) B, doğu yönündeki aks (Mühendislik Fakültesi güzergâhı) C, araç sayım noktası olarak belirlenmiştir (Bakınız Şekil 3).



Şekil 3. Araç sayımlarının yapıldığı kavşak

Figure 3. Intersection where vehicle counts done

Araç sayımları, trafiğin yoğun olduğu 08:00/10:00 (sabah), 12:00/13:00 (gündüz), 15:00/17:00 (gündüz), 18:00/20:00 (akşam), 21:00/22:00 (akşam) saatleri arasında, beş zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. 20’şer dakika süreyle yapılan sayımlar saatlik verilere çevrilmiştir. Araç sayımları ise SoundPLAN 7.3 programına 5-6 yolları, 1-2 yolları ve 3-4 yollarının toplamı şeklinde manuel olarak girilmiştir.

4.3. Gürültü hesaplama

2002/49/EC sayılı END Avrupa Birliği Direktifinde, Fransa’da trafik gürültüsü tahmini, modellemesi ve hesaplanmasında kullanılan Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit “NMPB-Routes 96” isimli yöntemin kullanılması önerilmiştir [39]. Meteorolojik etkileri içeren bir karayolu trafiği gürültüsü yöntemi olan NMPB-ROUTES-96, bir yolun 800 metre etrafına kadar trafikten kaynaklanan ses seviyelerini meteorolojik koşulları da içine alacak şekilde hesaplama yapabilmektedir. Bu metotta Gündüz (06:00-22:00) ve Gece (22:00-06:00) olmak

üzere 2 zaman periyodu kullanılmaktadır. Ses yayılımı hesabı 125-4000 Hz oktav bantları arasında yapılmaktadır. ISO 9613-2 geometrik yöntemine göre kaynak ile alıcı arasındaki tüm ses enerjisi yayılma yolları belirlenmekte ve hem yatay hem de düşeyde, ayrıca direkt ve yansımali olarak incelenmektedir. Alıcı noktaların, NMPB'de yerden en az 2 metre yükseklikte, END (Environmental Noise Directive)'nde ise yerden 4 metre yükseklikte, ayrıca bina cephelerinden 2 metre uzaklıkta yer alması gereklidir. Bina cephesinin yansımaya etkisini hesaba katmak için, hesaplanan değerlere 3 dBA eklenerek sonuç düzey LAeq, uzun dönem elde edilmektedir. Havanın ses yutuculuğuna bağlı ses azaltımı (Aatm) kaynak ile alıcı arasındaki uzaklık, havanın ses yutuculuk katsayısı dikkate alınarak geleneksel yolla hesaplanmaktadır.

4.4. Gürültü haritalandırma

Kampüs alanında gürültü haritalarının oluşturulması için SoundPLAN 7.3 kullanılmıştır. Çalışma alanının topoğrafik yapısını, binalara ait öz nitelik bilgilerini (bina katları ve nüfusları vb.), gösteren sayısal haritalardan (.dxf, .ncz vb.) alınan veriler SoundPLAN 7.3 yazılımına aktarılmıştır. Ayrıca trafik yükü ve karakterizasyonu (ulaşım akışlarının türü ve zamanı, geçen araçların özellikleri, vb.) ile ilgili veriler de yazılıma işlenmiştir. Sayısal veri haritası altlık olarak kullanılarak kampüs alanındaki binalara manuel olarak kat sayıları ve nüfusları girilmiştir. Haritalandırılmak üzere sayımı yapılan araçlar hafif vasıta ve ağır vasıta olarak 2 ye ayrılmıştır. Sayımlar 20'şer dakika olup excel yardımıyla Tablo 1'deki gibi saatlik verilere çevrilmiştir.

Tablo 1. Saatlik araç sayılarının dağılımı

Table 1. Distribution of hourly vehicle counts

| Saat | Aks no | | | Toplam |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 ve 2 | 3 ve 4 | 5 ve 6 | |
| 07.00-08.00 | 352 | 203 | 593 | 1148 |
| 08.00-09.00 | 370 | 214 | 624 | 1208 |
| 09.00-10.00 | 407 | 235 | 686 | 1329 |
| 10.00-11.00 | 346 | 200 | 583 | 1129 |
| 11.00-12.00 | 398 | 230 | 671 | 1299 |
| 12.00-13.00 | 425 | 186 | 572 | 1183 |
| 13.00-14.00 | 374 | 164 | 503 | 1041 |
| 14.00-15.00 | 280 | 123 | 378 | 781 |
| 15.00-16.00 | 411 | 108 | 485 | 1004 |
| 16.00-17.00 | 452 | 119 | 534 | 1104 |
| 17.00-18.00 | 474 | 125 | 560 | 1159 |
| 18.00-19.00 | 145 | 60 | 187 | 392 |
| 19.00-20.00 | 138 | 57 | 178 | 373 |
| 20.00-21.00 | 117 | 48 | 151 | 317 |
| 21.00-22.00 | 66 | 54 | 93 | 213 |
| 22.00-23.00 | 29 | 24 | 42 | 96 |

Tablo 2'de Tınaztepe Kampüsünde faaliyette olan binaların, bina kat sayıları bodrum katlar da dahil olmak üzere, SounPLAN 7.3 programına el ile (manuel) girilmiş, programın işletilmesi ile 4 m yükseklik için ızgaralı gürültü haritaları ve her bir bina için cephe gürültü haritaları olmak üzere iki grup gürültü haritası üretilmiştir.

Tablo 2. Bina ve kat sayıları**Table 2.** Buildings and Floor Numbers

| Bölüm | Bina sayısı | Kat sayısı |
|---|-------------|------------|
| 1.ÇEV/İNŞ | 2 | 4 |
| 2.MMZ/MDN | 3 | 5 |
| 3. BIL | 1 | 5 |
| 4.TKS/ELK | 3 | 5 |
| 5.JEO/JEF | 3 | 5 |
| 6.MAK/END | 3 | 5 |
| 7.Mimarlık F. | 1 | 3 |
| 8.Şehir Bölge Pln. | 1 | 3 |
| 9.Mimarlık Dekanlık | 1 | 3 |
| 10.DESUM | 1 | 2 |
| 11.Mühendislik Dekanlık | 1 | 4 |
| 12.DEPARK | 1 | 7 |
| 13.Aktivite Mrkz. | 1 | 1 |
| 14.Yemekhane | 1 | 5 |
| 15.FBE/Matbaa | 1 | 3 |
| 16.MEDİKO | 1 | 3 |
| 17.Kütüphane | 4 | 4 |
| 18.Denizcilik F. | 4 | 4 |
| 19.İşletme F. | 4 | 4 |
| 20.Fen-Edebiyat F. | 4 | 4 |
| 21.Hukuk F. | 6 | 5 |
| 22.75.Yıl İ.Ö.O. | 3 | 1+2+3 |
| 23.Spor Salonu | 1 | 3 |
| 24.YDL YO | 9 | 3 |
| 25.Misafırhane | 1 | 3 |
| 26.Çevre M. Laboratuvarı | 1 | 2 |
| 27.Yapı Mlz. Laboratuvarı | 1 | 2 |
| 28.Dekanlık Yamı Kafe | 1 | 1 |
| 29.Kimya Laboratuvarı | 1 | 3 |
| 30.Rektörlük Binası | 2 | 6+4 |
| 31.Öğretim Gör.Binası | 1 | 4 |
| 32.Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi Enst. | 1 | 2 |

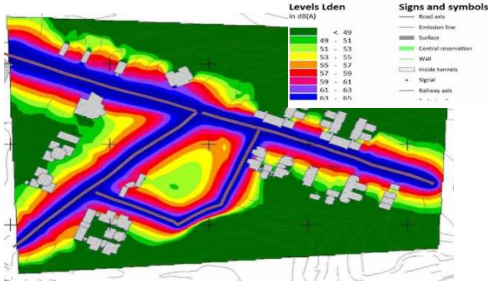
Ayrıca bina kat bazında gürültü seviyeleri de elde edilmiştir. Çalışmada AB Çevre Gürültü Direktifi (2002/49/EC) ile uyumlu olacak biçimde “gündüz”, “gece” ve “akşam” için eşdeğer gürültü düzeyi tanımlanmıştır. Lgündüz, sabah

saat 07:00 ile akşam saat 19:00 arasındaki 12 saat için tanımlanan “gündüz” süresindeki eşdeğer gürültü düzeyini; Lakşam, akşam saat 19:00 ile gece saat 23:00 arasındaki 4 saatlik süredeki eşdeğer gürültü düzeyini; Lgece ise gece saat 23:00 ile sabah saat 07:00 arasındaki 8 saatlik süredeki eşdeğer gürültü düzeyini göstermektedir. Çalışmada Lgündüz, Lakşam ve Lgece olarak edilen gürültü seviyeleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi (ÇGDY) Yönetmeliğinde yer alan sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

5. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada SoundPLAN 7.3 programının işletilmesi ile elde edilen Iızgaralı Gürültü Haritası, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmiştir. Haritalar kampüste yer alan derslikler, misafırhane, sosyal tesis, kütüphane, ofisler, yemekhane olmak üzere bütün alanı kapsamaktadır. Oluşturulan ızgaralı gürültü haritaları daha hassas verileri göstermesi açısından $49 \geq L \geq 65$ dB(A) aralığında 2’şer birim artan lejantlar ile gösterilmiştir. Sonuçlar Lden (L_{gag}) “Eşdeğer gürültü ses düzeyi, gündüz - akşam - gece”, Le “Eşdeğer gürültü ses düzeyi, akşam”, Ln “Eşdeğer gürültü ses düzeyi, gece” değerlerine bakılarak yorumlanmıştır. Cephe gürültü haritaları ise ÇGDY Yönetmeliği Ek-VII Tablo - 1 Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri dikkate alınmıştır. Şekil 4’de “ L_{gag} (gündüz - akşam - gece)” haritası sunulmuştur.

Günlük toplam rahatsızlığı gösteren haritada gürültüden en fazla etkilenen alanlar mavi-mor renklendirilmiştir. Etki düzeyi azaldıkça renklendirme kırmızı - sarı - yeşil olarak değişmektedir. Buna göre kampüste gürültüden en fazla etkilenen alanlar (mavi-mor renkli) kütüphane, makine ve tekstil mühendisliği bölümlerinin yer aldığı binalar ile sosyal tesislerdir. Bu alanlarda gürültü seviyesi 63-65 dB (A) arasında belirlenmiştir. Buna karşın, Denizcilik Fakültesinin yer aldığı bölge 49-51 dB (A) ile en az etkilenen alanlardır. Gürültü düzeyinin az olmasının en büyük nedenleri arasında bu bölgede ağaçlandırmanın çok ve araç geçişlerinin az olması görülmektedir.



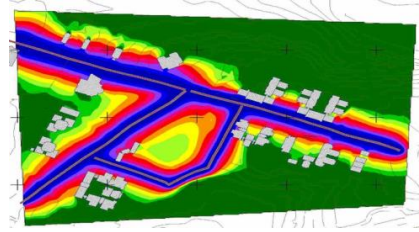
Şekil 4. Lgag Izgaralı Gürültü Haritası

Figure 4. Lgag Grid Noise Map

Şekil 5’de 07.00-19.00 zaman dilimini kapsayan gündüz zamanındaki etkilenme düzeyini gösteren $L_{gündüz}$ ızgaralı gürültü haritası sunulmuştur. $L_{gündüz}$ haritası incelendiğinde, Tekstil Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Kütüphane, Sosyal Tesislerin ön cephelerinin en çok etkilenen alanlar olduğu görülmektedir (63-65 dB(A)). Yemekhanenin bulunduğu sosyal tesislerin girişi etkilenme düzeyinin yüksek olduğu diğer bölgedir (61-63 dB(A)). Fen Fakültesi, Çevre – İnşaat Mühendisliği Bölümleri, Mimarlık Fakültesi, İşletme Fakültesi’nin bulunduğu alanda belirlenen düzey 57-59 dB(A) olmuştur. Denizcilik Fakültesi ise gündüz diliminde gürültüden en az düzeyde etkilenen bölgede yer almaktadır (49-51 dB(A)). Denizcilik Fakültesinin ana yol güzergâhında bulunmamasının bunda etkili olduğu düşünülmektedir. Lejantta ve haritada görüldüğü üzere <49 dB(A) etkilenim düzeyi olan alanlardan (yeşil renkli) karayolu geçmemekte olup ormanlık arazilerdir. Bu bakımdan gürültü etkilenme düzeyi düşük gerçekleşmektedir. Izgaralı gürültü haritalarına ek olarak, bina katları bazında gürültüden etkilenme düzeyini daha ayrıntılı olarak incelemek üzere cephe gürültü haritaları oluşturulmuştur. Şekil 6’de gündüz zaman dilimi için hazırlanan cephe gürültü haritası verilmiştir. Bu analizde, Bilgisayar Mühendisliği Bölümünün yer aldığı binanın zemin katındaki cephelerde sınır değer (63dB(A)) üzerinde gürültü düzeyi gerçekleştiği görülmüştür. Binanın güneybatı, güney ve doğu cephelerinde sırasıyla cephesinde 63,8, 65,1, 63,9dB(A)

düzeyinde gürültü seviyesi belirlenmiştir. Kütüphane binası için zemin katta kuzey ve doğu cephelerdeki gürültü seviyeleri 63.5-64.6 dB(A)’dir. Mimarlık Fakültesinde zemin katta batı cephesinde 65,1 dB(A) gürültü seviyesine maruz kalılabildiği görülmüştür. Ayrıca, Mühendislik Fakültesi-ortak dersliklerde güney ve batı cephelerinde sınır değer üzerinde gürültü düzeyleri (63-64,1 dB(A)) tespit edilmiştir.

Şekil 7 akşam süresinde (19.00-23.00 zaman dilimi) belirlenen etkilenme düzeyini göstermektedir. Lakşam haritasından, gündüz saatlerine göre daha düşük gürültü düzeyleri belirlendiği görülmektedir. Örneğin Tekstil Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Kütüphane, Sosyal Tesislerin ön cephelerinde gürültü etkilenmesi düzeyi gündüz 63-65 dB(A) aralığında iken akşam 57-59 dB(A) olmuştur. Benzer olarak, Fen Fakültesi, Çevre – İnşaat Mühendisliği, Mimarlık Fakültesi, İşletme Fakültesi için gündüz saatlerinde 57-59 dB(A) olan gürültü düzeyi akşam saatlerinde azalma göstermiştir. Ancak, akşam saatlerinde kampüste 2. öğretim yürütülen birimler olması nedeniyle etkilenme azalarak da olsa devam etmektedir.



Şekil 5. $L_{gündüz}$ Izgaralı Gürültü Haritası

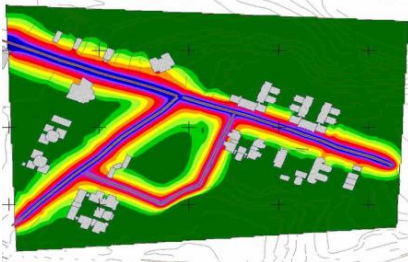
Figure 5. $L_{daytime}$ Grid Noise Map



Şekil 6. $L_{gündüz}$ Cephe Gürültü Haritası

Figure 6. $L_{daytime}$ Facade Noise Map

Şekil 8’de ise Lakşam Cephe Gürültü Haritası verilmiştir. Akşam zaman dilimindeki gürültü seviyesi için sınır değer 58dB(A) olarak ifade edilmektedir. Lakşam cephe gürültü haritası incelendiğinde ÇGDY Yönetmeliği sınır değerleri aşımının çok yüksek olmadığı görülmektedir. Mimarlık Bölümü, zemin kat, güneybatı cephesinde 59.2 dB(A) seviyesi belirlenmiş, sınır değer 1.2 dB(A) fark ile aşılmıştır. Bilgisayar Mühendisliği zemin katta güney, güneybatı, doğu cephelerinde sınır değerlere en yakın gürültü düzeyleri belirlenmiştir.



Şekil 7. Lakşam Izgaralı Gürültü Haritası

Figure 7. Levening Grid Noise Map



Şekil 8. Lakşam Cephe Gürültü Haritası

Figure 8. Levening Facade Noise Map



Şekil 9. Lgece Izgaralı Gürültü Haritası

Figure 9. L_{night} Grid Noise Map



Şekil 10. L_{gece} Cephe Gürültü Haritası

Figure 10. L_{night} Facade Noise Map

Gece süresi (23.00-07.00 zaman dilimi) için oluşturulan ızgaralı gürültü haritası Şekil 9’de sunulmaktadır. Beklenildiği üzere gece diliminde kampüste herhangi bir faaliyet gerçekleşmemesi ve araç geçişinin en az seviyede olmasından ötürü gürültüden etkilenme çok düşük seviyede gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, çalışmanın yapıldığı dönemde, kampüs içerisinde araçların 24 saat giriş yaparak otobana geçiş yapma olanağının mevcut olması nedeniyle, yol güzergâhında 57-59 dB(A) seviyelerinde gürültü seviyesi belirlenmiştir. Şekil 10’de ise Lgece Cephe Gürültü Haritası verilmiştir. Yönetmelikte gece için gürültü seviyesi sınır değeri 53dB(A) olarak ifade edilmektedir. Gece zaman diliminde sınır değeri en çok aşan binalar Mimarlık bölümünde yer almaktadır. Mimarlık Fakültesi, zemin katta güneybatı ve batı cephelerindeki gürültü düzeyleri 55,2 ve 54,9dB(A) olarak belirlenmiş, sınır değeri en çok aşan alan olmuştur. Kütüphane binası zemin kat kuzey ve doğu cephelerinde 53,2 ve 54,3 dB(A) gürültü seviyeleri yine sınır değeri aşmaktadır. Bilgisayar Mühendisliği binası zemin kat, güneybatı, doğu ve güney cephelerde de sınır değer üzerinde tespitler gerçekleşmiştir (53,3-54,6dB(A)).

Gürültü haritalarında yer almakla birlikte ÇGDY Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerleri aşan binalar ve seviyeleri Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 3. Çalışma sahasında yönetmelik sınır değerlerini aşan seviyeler**Table 3.** The levels exceeding the regulation limit values in the work site

| Zaman | Alıcı Bina | Kullanım alanı | Kat | Cephe | LimLddB(A) | LddB(A) | LdendB(A) |
|--------|------------------------------|----------------|-------|-------|------------|---------|-----------|
| Gündüz | Bilgisayar Mühendisliği | WA | Zemin | G | 65 | 65.1 | 64.7 |
| | Kütüphane Mimarlık Fakültesi | WA | Zemin | K | 65 | 64.6 | 64.3 |
| | Ortak derslikler | WA | Zemin | B | 65 | 65.1 | 64.9 |
| | | WA | Zemin | G | 65 | 64.1 | 63.8 |
| Akşam | Bilgisayar Mühendisliği | WA | Zemin | G | 60 | 58.7 | 64.7 |
| | Kütüphane Mimarlık Bölümü | WA | Zemin | K | 60 | 58.3 | 64.3 |
| | Mimarlık Bölümü | WA | Zemin | B | 60 | 58.9 | 64.9 |
| | | WA | Zemin | GB | 60 | 59.2 | 65.2 |
| Gece | Bilgisayar Mühendisliği | WA | Zemin | G | 55 | 54.6 | 64.7 |
| | Kütüphane Mimarlık Bölümü | WA | Zemin | K | 55 | 54.3 | 64.3 |
| | Mimarlık Bölümü | WA | Zemin | B | 55 | 54.9 | 64.9 |
| | | WA | Zemin | GB | 55 | 55.2 | 65.2 |

Çalışmadan elde edilen veriler ışığında gürültü açısından belirlenen duyarlı noktalarda öğrencilerin konsantrasyonunu bozmamak için aşağıdaki önlemlerin alınması önerilmiştir; (i) yerleşke içerisine giren araçlara hız sınırı getirilmesi, (ii) toplu taşımaya öncelik verilmesi (yerleşke içerisinde ring oluşturulması), (iii) limit değerlerin üzerinde gürültüye maruz kalan binaların özellikle gürültü kaynağına bakan cephelerinde yalıtım ve çift cam uygulaması yapılması ve (iv) gürültü kaynağı yönündeki mekanların (derslik, laboratuvar vb.) yerlerinin gözden geçirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, arazinin ormanlık bir alanda bulunmasının, oluşan ve oluşabilecek gürültüyü azaltmakta önemli katkısının olduğu, doğal gürültü perdesi görevi gördüğü değerlendirilmiştir. Bu nedenle, yerleşkede ağaçlandırmaya yönelik çalışmaların sürdürülmesi tavsiye edilmektedir.

6. Discussion and Results

The Grid Noise Map, obtained by the SoundPLAN 7.3 program, was evaluated within the scope of the Environmental Noise Evaluation and

Management Regulation, in the study. The area including the class rooms, guestroom, social plants, library, offices, are covered. The grid noise maps are shown by legends increasing 2 units in the range of $49 \geq L \geq 65$ dB(A) in order to show more sensitive data. The results were interpreted by considering the L_{gag} "Equivalent noise level, day – evening – night", L_e "Equivalent noise level, evening", L_n "Equivalent noise level, night" values. For the Facade Noise Maps, ÇGDY (Evaluation and Management of Environmental Noise) Regulation Appendixes VII Table – 1 Highway Environmental Noise Limit Values have been taken into account. In the Figure 4, "L_{gag} (daytime - evening – night)" maps are presented.

The most affected areas from noise are depicted blue-purple colour in the maps that shows daily total disturbance. The colors have changed from red to yellow and green when the level of influence decreased. Thus, the areas most affected by noise on the campus (blue-purple color) are determined as the library, the

buildings of the mechanical and textile engineering departments, and the social plant. The noise level in these areas is determined between 63-65 dB(A). The least affected area is the Maritime Faculty having noise level between 49-51 dB (A). The high afforestation and low number of vehicle passes are explained that most important reasons of the lower noise level.

In Figure 5, the Lday grid noise map for the time period of 07.00-19.00 is presented. The departments of Textile Engineering, Mechanical Engineering, Electrical-Electronics Engineering, Geological Engineering, Library and Social Plants are determined as the most affected areas on the day map (63-65 dB(A)). Social facility where the cafeteria is located, is the other region where the exposure level is high (61-63 dB(A)). The noise level where the Faculty of Science, Departments of Environment & Civil Engineering, Faculty of Architecture, Faculty of Business is between 57-59 dB(A). The Maritime Faculty is located at the lowest noisy area in the daytime (49-51 dB(A)). It is considered the fact that the Maritime Faculty is not on the main road route has effect on this. As can be seen from the map, the areas with an exposure level of <49 dB(A) (green color) are forested lands and has far from highway. Therefore, the level of noise exposure is low. In addition to the grid noise maps, facade noise maps were created to examine the level of noise exposure on the basis of building floors. In figure 6, the daytime facade noise map is presented. The noise level is found above the limit value (63dB(A)) on the ground floor of the building where the Computer Engineering Department is located. The noise levels are determined as 63.8, 65.1, 63.9dB(A) for the southwest, south and east facades of the building, respectively. Noise levels on the north and east facades on the ground floor of the library building are 63.5-64.6 dB(A). It has been observed that 65.1 dB(A) noise level on the west facade on the ground floor of the Faculty of Architecture. In addition, noise levels are above the limit value (63-64.1 dB(A)) on the south and west facades of the Engineering Faculty joint classrooms.

The Figure 7 shows the level of influence during the evening period (19.00-23.00). It is seen from

the map of the evening that lower noise levels are determined compared to the daytime hours. For example, while the noise level on the facades of Textile Engineering, Mechanical Engineering, Electrical and Electronics Engineering, Geological Engineering, Library and Social Plants is between 63-65 dB(A) during the daytime, it is 57-59 dB(A) in the evening. Similarly, the day time noise level (i.e. 57-59 dB(A)) is decreased in the evening hours for the Faculty of Science, the Faculty of Environment - Civil Engineering, the Faculty of Architecture, and the Faculty of Business Administration. However, since the education continues at evening hours, the level of influence is decreased continuously. In Figure 8, Lnight Facade Noise Map is presented. The limit value for the noise level in the evening time period is expressed as 58dB(A). The noise levels are not over the limits presented in the ÇGDY (Evaluation and Management of Environmental Noise) Regulation. The ground floor southwest facade of Department of Architecture, 59.2 dB(A) level is determined. The difference between the limit value is only 1.2 dB(A). The noise levels close to the limit values are determined on the south, southwest and east facades on the ground floor of Computer Engineering Department.

The grid noise map generated for the night time (23.00-07.00 time slot) is presented in Figure 9. As it expected, the level of the noise is very low, due to the minimal vehicle traffic at the campus during the night time. However, the noise level was determined as 57-59 dB(A) levels on the road route, since the vehicles on the campus had the opportunity to enter the highway 24 hours a day. In Figure 10, Lnight Facade Noise Map is presented. In the regulation, the limit value for the night is expressed as 53dB(A). The noise level exceeding the limits in the night time are determined in the Architecture Faculty. The noise levels on the southwest and west facades of the Faculty of Architecture are exceeded the limits and determined as 55.2 and 54.9dB(A) on the ground floor. Noise levels on the north and east facades of the ground floor of the library building is also exceed the limit value (53.2 and 54.3 dB(A) for north and east facades respectively). The noise levels above the limits

are also expressed (53.3-54.6dB(A)) at the ground floor, southwest, east and south facades of the Computer Engineering Department.

The buildings and their levels exceeding the limit values specified in the CGDY Regulation even it included in the noise maps, are summarized in Table 3.

Considering the data obtained from the study, it is recommended to take the following measures in order not to disturb the concentration of the students at the sensitive points determined in terms of noise; (i) to force a speed limit to the vehicles in the campus (ii) to give priority to the public transport (campus ring), (iii) to isolate and double glazing, especially on the facades of

buildings exposed to noise above the limit values, and (iv) to reconsider the locations of the certain places (classrooms, laboratories, etc.) in the direction of the noise source. In addition, it has been evaluated that the site is located in a forest area has an important contribution to reduce the noise and that it acts as a natural noise barrier. Therefore, it is recommended to continue the works for afforestation in the campus.

7. Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur. Ayrıca, herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır

Kaynakça

- [1] Bozkurt, Z., Selek, Z. 2019, Karayolu ulaşımında farklı yol kaplamalarının çevresel gürültü seviyesine katkılarının incelenmesi: Adana örneği. Politeknik Dergisi, 22(2), 415-429.
- [2] Tercan, Ş., Yaman, G. 2021. Kent İçi Trafikten Kaynaklanan Stratejik Gürültü Haritalarının Değerlendirilmesi, Doğ Afet Çev Derg, Cilt 7, Sayı 1, s. 27-40, DOI: 10.21324/dacd.786159.
- [3] Öngel, A., Sezgin, F., 2017. Assessing the effects of noise abatement measures on health risks: A case study in Istanbul, Environmental Impact Assessment Review, Cilt 56, s 180-187.
- [4] Gilani, T.A., Mir, M.S., 2021. A study on the assessment of traffic noise induced annoyance and awareness levels about the potential health effects among residents living around a noise-sensitive area. Environmental Science and Pollution Research, Cilt 28, s.63045-63064.
- [5] Amoatey, P., Omidvarbona, H., Baawain, M.S., Al-Mayahi, A., Al-Mamun, A., Al-Harthy, I. 2020. Exposure assessment to road traffic noise levels and health effects in an arid urban area. Environmental Science and Pollution Research, Cilt 27, s.35051-35064.
- [6] Babisch, W., 2008. Road traffic noise and cardiovascular risk. Noise and Health, Cilt 10, Sayı 38, s.27-33.
- [7] Miedema, H.E., 2003. Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions, The Journal of the Acoustical Society of America, Cilt 113, s.1492; <https://doi.org/10.1121/1.1547437>.
- [8] Pakman, B., 1990. Trafik Gürültüsünün Nedenleri ve Alınabilecek Önlemler. Karayolları Vakfı Dergisi, Cilt 3, Sayı 17, s. 27-31.
- [9] Bozkurt, Z., 2013. Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Çevresel Gürültü ve Bu Gürültüye Yol Kaplamalarının Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 44,s. Adana.
- [10] Alkan, M., ve Üzkurt, İ., Aktürk, N., 2003. Karayolu Trafik Gürültüsünün Ölçülmesi ve Çevresel Açından Değerlendirilmesi. Trafik ve Yol Güvenliği Ulusal Kongresi, Ankara, s523-534.
- [11] Ener, G., 2006. "Köprülü kavşakların çevresel trafik gürültü Seviyelerine etkilerinin incelenmesi", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 106s, Ankara
- [12] Kundu, S., Sen, K., Mondal, N.K. 2022. GIS-Based Mapping and Assessment of Road Traffic Noise in and Around of Schools Situated Near Busy Roadside. International Journal of Automotive Science and Technology Cilt 6, Sayı 1, s.26-38.
- [13] Partheeban, P., Karthik, K., Elamparithi, P.N., Somasundaram, K., Anuradha, B. 2022. Urban road traffic noise on human exposure assessment using geospatial technology. Environ. Eng. Res. Cilt 27, Sayı 5, s. 210-249.
- [14] Shaaban, K., Abouzaid, A. 2021. Assesment of traffic noise near schools in a developing country. Transportation Research Procedia, Cilt 55, s.1202-1207.
- [15] Ozer, S, 2014. Erzurum Kent Parklarındaki Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Aziziye Parkı Örneğinde, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 2, s. 7 - 11.
- [16] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. R.G. 27601, 4 Haziran 2010. Ankara ÇGDYY, 2010.
- [17] Çoban, N.A., Doğan, G., 2017. Çevresel Gürültü Yönetimine İlişkin Politikaların Değerlendirilmesi: Antalya İli Örneği, 12. Ulusal Akustik Kongresi ve Sergisi İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Urla,
- [18] Kalıpçı E., Dursun Ş., 2009. Presentation of Giresun city traffic noise pollution map via geographical

- information system. *Journal of Applied Sciences*, Cilt 9, Sayı 3, s.479-487.
- [19] Öden, M.K., Bilgin İ., 2019. Sarayönü ilçe merkezinde trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 34, Sayı 1, s.103-114.
- [20] Öner İ., Sesli F.A., 2018, İmar planlarının trafik gürültü değerlerinin etkisi açısından incelenmesi, Samsun Atakum bölgesi örneği, *Kent Akademisi*, Cilt 11, Sayı 3, s.390-404.
- [21] Özdemir, C., Kalıpçı E., Öden M.K., Özdoğan A. ve Şahinkaya S., 2012. Konya il merkezinde trafik kaynaklı gürültü kirliliği ölçümü ve insan sağlığına etkileri. 21.Ulusal Biyoloji Kongresi 851-852, İzmir.
- [22] Kalıpçı E., Arslan F., 2007. Determination of noise pollution knowledge in the sport centers of Konya city. *Journal of International Environmental Application & Science*, Cilt 2, Sayı 3&4, s.63-69.
- [23] Dalkılıç E., Dursun Ş., 2019. Konya Gürültü Kirliliği ve Eylem Planlarının Yorumlanması, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, s.38 – 51.
- [24] Kalıpçı, E., 2017. Avanos İlçe Merkezinde Trafik Kaynaklı Gürültü Kirliliğinin Mekansal Analizi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt 6, Sayı 1, s.20-29.
- [25] Erdoğan, S., Doğan, M., Yılmaz, İ., Güllü, M., Baybura, T., Ulu, M., Şişe, Ö. 2007. Afyonkarahisar İl Merkezi Karayolu Trafik Gürültü Haritasının Hazırlanması, *AKÜ-Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, s.151-164.
- [26] Bayraktar, Ş., 2006. İzmit Kent Merkezinin Gürültü Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [27] Savaş, S. 2019. İstanbul Kavacık Mevkiinde TEM Otoyolundan Kaynaklanan Gürültünün Haritalanması ve Gürültü Perdesi Modelinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD, 67s, Tekirdağ.
- [28] Karadayı, S. 2001. Bursa İlinin Trafik Kaynaklı Gürültü Haritasının Hazırlanması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD, 123s, Bursa.
- [29] Kılıç, M.Y., Kılıç, İ., Adalı, S. 2021. Kentsel yerleşim alanlarında çevresel gürültünün belirlenmesi: Bursa Dikkaldırım Mahallesi örneği. *GÜFBED/GUSTIJ*, Cilt 11, Sayı 3, s.792-804,
- [30] Esmeray, E., Eren, S. 2021. GIS-based mapping and assessment of noise pollution in Safranbolu, Karabük, Turkey. *Environment, Development and Sustainability*, Cilt 23, s.15413–15431
- [31] Deveci, S., Yorulmaz, F., 2022. Edirne il merkezinde çevresel gürültünün değerlendirilmesi. *Mersin Univ Sağlık Bilim Derg*:Cilt 15, Sayı 2, s.234-244
- [32] Yener, H.M. 2017. Ulaşım Kaynaklı Gürültü Rahatsızlığı: İzmir Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Programı,111s, İstanbul.
- [33] Coşkun, S., Sava, B., Şahin, C., 2022. Isparta Kent Merkezi Hastane Yerleşkelerinin Gürültü Kirliliği Açısından İncelenmesi. *Kent Akademisi Dergisi*, Cilt 15, Sayı 2, s.848-860
- [34] Kılıç, M.Y., , Adalı, S., Kılıç, İ. 2021. Hastane Çevresinde Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Bursa Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* Cilt 8, Sayı 3, s. 847–856.
- [35] Bayraktar, Ö.M., Mutlu, A. 2021. Balıkesir Üniversitesi Kampüsüne Ait Gürültü Seviyelerinin Cadnaa İle Modellenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Cilt 26, Sayı 3, s. 813-828.
- [36] Hadzi-Nikolova, M. Mirakovski, D., Ristova, E., Stefanovska, C. L. 2012. Modeling and Mapping of Urban Noise Pollution with SoundPLAN Software. *International Journal for Science, Technics and Innovations for the Industry MTM (Machines, Technologies, Materials)*, VI (5/2012). pp. 38-42. ISSN 1313-0226
- [37] Bozkurt, Z., 2019. Kentlerde Gürültü Yönetimi ve Adana Örneği, 15-16 Mart 2019 Adana Kent Sorunları Sempozyumu, TMMOB Adana İl Koordinasyon Kurulu, Adana
- [38] Dönmez, S., 2019, Gürültü Kirliliği Haritalandırılması: DEU Tınaztepe Kampüsü Örneği. Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 58s, İzmir.
- [39] Directive 2002/49/EC. of the European Parliament and of Council of June 25 2002 relating to the assessment and management of Environmental noise, *Official Journal of the European Communities*, L189/12-25,18.7, (2002).