

Yönlendirilmiş Trafik Etkisi Altında Kentsel Hava Kalitesi ve Gürültü İncelemesi: Alifuatpaşa, Sakarya Örneği

Abdulkadir ÖZDEN^{1*}, Atilla TALU², Abdurrahman KORKMAZ³

Öz

Araç trafiği, modern kentsel alanlarda kaçınılmaz bir gerçeklik olsa da önemli çevresel sorunları beraberinde getirmektedir. Son yıllarda artan araç sahipliğine paralel olarak ulaşım kaynaklı artan gürültü ve partikül madde (PM) kirliliği, solunum ve kardiyovasküler hastalıklar gibi sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilmektedir. Gürültü ve partikül madde kirliliğinin, halkın refahı ve sürdürülebilir kentsel gelişim için anlaşılması ve yönetilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Sakarya ili Geyve ilçesi Alifuatpaşa Mahallesi'nin partikül (PM_{2.5} ve PM₁₀) ve gürültü düzeyleri saha ölçümleri ile değerlendirilmiştir. Ankara-İstanbul yüksek hızlı tren (YHT) güzergahı üzerinde bulunan bölgede, raylı sistem altyapı çalışmaları sebebi ile Geyve girişinde kapatılan hemzemin geçit bölgedeki endüstriyel tesislere ve iç kesimlere olan ulaşımı Alifuatpaşa üzerinden yapılmaya zorlamış; bu durum ise bölgedeki araç yoğunluğu ve kompozisyonunu önemli ölçüde değiştirmiştir. Yapılan çalışmada, ilgili yönlendirilmiş trafik güzergahı üzerinde 8 farklı noktada alınan PM_{2.5}, PM₁₀ ve gürültü ölçümleri mevcut standartlar bakımında değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümlerde gürültü düzeylerinin izin verilen sınırların üst seviyelerinde ve zaman zaman da sınırı aşan düzeylerde olduğu; partikül madde kirliliğinin ise mevcut sınırların çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Mevcut trafik şartlarında çevresel etkilerin dikkate alınması gerekliliğinin yanında, özellikle kısa süreli olmayan yönlendirilmiş trafik durumlarında oluşabilecek kirlilik artışının izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması toplum sağlığı ve adalet anlayışı bakımından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Yönlendirilmiş Trafik, Ulaşım planlama, Gürültü, Partikül madde kirliliği, Ulaşımın çevresel etkileri.

An Examination of Urban Air Quality and Noise Pollution Under the Impact of Redirected Traffic: A Case Study of Alifuatpaşa, Sakarya

Abstract

Although vehicle traffic is an inevitable reality in modern urban areas, it brings significant environmental problems. In recent years, the increase in vehicle ownership has been linked to rising transportation-related noise and particulate matter (PM) pollution, which are associated with respiratory and cardiovascular diseases. Understanding and managing noise and particulate matter pollution is crucial for public welfare and sustainable urban development. In this study, the levels of particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀) and noise pollution in Alifuatpaşa neighborhood of Geyve district in Sakarya province were evaluated through field measurements. Due to the rail system infrastructure work on the Ankara-Istanbul high-speed train (YHT) route, the closure of a level crossing at the entrance of Geyve has forced transportation to and from industrial facilities and the inner parts through Alifuatpaşa, significantly altering the area's vehicle density and composition. The measurements taken at eight different points along the redirected traffic route were assessed according to current standards, revealing that noise levels slightly exceeded the permitted limits and particulate matter pollution was significantly above the existing limits. Considering the environmental impacts under current traffic conditions is essential, as well as monitoring the increase in pollution that may occur in non-temporary redirected traffic situations and taking necessary measures, is important for public health and justice.

Keywords: Redirected Traffic, Transport Planning, Noise pollution, Air pollution, Environmental effects.

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Sakarya, Türkiye, [aозden@subu.edu.tr](mailto:aozden@subu.edu.tr)

^{2,3}Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sakarya, Türkiye, atillatalu54101@gmail.com abdurrahmankorkmaz28@gmail.com

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author

1. Giriş

Son yıllarda artan araç sahipliği, kentsel alanların yoğunlaşması ve değişen yaşam tarzları, bireysel hareketliliğe olan talebin hızla yükseldiğini göstermektedir. Bu eğilim, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, artan refah düzeyleri ve modern yaşam tarzlarının yollardaki araç sayısında önemli bir artışa neden olmasıyla daha belirgin hale gelmiştir. Modern toplumların hızla değişen ihtiyaç ve beklentileri doğrultusunda insanlar, iş ve ev arasındaki yolculukların yanı sıra alışveriş, yemek ve eğlence gibi kişisel hareketlilik gerektiren faaliyetlere daha fazla zaman ayırmaktadır. Ancak ulaşımın bu artan bağımlılık, çevre üzerindeki olumsuz etkilerin dikkatli bir şekilde incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir ve dirençli şehirler kavramı, özellikle ulaşımın çevresel etkilerinin ele alındığı kentsel planlama süreçlerinde ön plana çıkmaktadır. Sürdürülebilir şehirler, ulaşım ile ilişkili karbon ayak izini azaltmaya yönelik olarak çevre dostu ulaşım çözümlerine öncelik verir. Toplu taşıma, bisiklet ve mikro hareketlilik araçlarının kullanımı ile yaya hareketliliğini teşvik ederek hava kirliliği, trafik sıkışıklığı ve çevresel bozulmayı en aza indirmeye çalışırlar (Jeon ve ark., 2013; Peirce ve ark., 1998). Dirençlilik açısından ise, ulaşım altyapısının iklim değişikliği ve diğer beklenmedik veya sürekli aksaklıklara karşı dayanıklı olmasını sağlayarak çevresel zorlukları öngörme ve uyum sağlama kapasitesine vurgu yapılır (Jabareen, 2013). Dolayısıyla, sürdürülebilir ve dirençli kentsel ulaşım sistemlerine odaklanan şehirler, sadece çevresel etkileri azaltmakla kalmayıp, iklim değişikliği, artan trafik sıkışıklığı ve altyapı yetersizlikleri gibi yakın gelecekteki potansiyel zorluklara karşı da hazırlıklı olmalıdır.

Trafik, şehir yaşamının vazgeçilmez bir parçası olmasının yanı sıra, gürültü ve hava kirliliği gibi çevresel etkileriyle ciddi bir sorun haline gelmiştir. Özellikle trafik yönlendirmesi (detour) durumunda geçici güzergahların çevresel etkilerinin dikkatle değerlendirilmesi büyük önem taşır. Yönlendirme güzergahlarında artan trafik yoğunluğu, hava kalitesinde belirgin bir düşüşe ve partikül madde emisyonlarının (PM_{2.5} ve PM₁₀) artmasına yol açabilir (Bigazzi ve Rouleau, 2017; Lee ve Ngo, 2011). Bu durum, uzun süreli maruz kalma halinde halk sağlığını tehdit ederken, trafik gürültüsü çevresel stresi artırabilir ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir (Yang ve ark., 2022). Bu etkiler, yönlendirme güzergahlarının sürdürülebilirlik ve dirençlilik açısından nasıl yönetilmesi gerektiği konusunda önemli politika kararları gerektirir.

Trafik gürültüsü, motor, egzoz ve süspansiyon kaynaklı seslerle birlikte yol özellikleri, araç tipi ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Bu gürültü, özellikle yaşam alanlarına yakın bölgelerde hem çevresel kaliteyi düşürmekte hem de insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, motorlu taşıtların egzoz gazlarından yayılan azot oksitler (NO_x), karbonmonoksit (CO), partiküler maddeler

(PM_{2.5} ve PM₁₀) gibi zararlı bileşenler hava kirliliğine yol açarak ciddi sağlık riskleri oluşturmaktadır (Dülgeroğlu, 2002).

Trafik gürültüsü, özellikle yoğun kentsel alanlarda önemli bir sorun haline gelmiştir. Sürekli artan trafik hacmi, şehirlerin işitsel manzarasını bozarken, gürültüye uzun süreli maruz kalmak kalp-damar hastalıkları, bilişsel bozukluklar ve ruh sağlığı problemleri gibi sağlık sorunlarına neden olabilir (Nieuwenhuijsen, 2016; Roswall ve ark., 2015; Singh ve ark., 2018). Kentsel yerleşim alanlarında ortaya çıkan ses enerjisinin yaklaşık %80'inin trafik kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir (Aktürk ve ark., 2003). Kişisel ve toplumsal değişiklikler görülmekte birlikte eşdeğer gürültü seviyesi 55 dB'i geçtiğinde insanlarda rahatsız olduğu, 65 dB ve üzerindeyken, uykunun önemli bir şekilde bölüdüğü ve insanların çoğunun gürültüden rahatsız olduğu kabul edilmektedir (İlgar, 2012). Araştırmalar, bu tür gürültünün, kalp damar hastalıkları, bilişsel işlev bozuklukları, ruh sağlığı sorunları ve psikolojik rahatsızlıklar gibi çeşitli sağlık problemleriyle bağlantılı olduğunu göstermektedir (Gadanya ve Buhari, 2021; Herrera ve Cabrera-Barona, 2022; Ma ve ark., 2018; Maschke ve ark., 2000). Benzer şekilde gürültünün, stres, anksiyete, uyku bozuklukları ve yaşam kalitesindeki düşüş gibi bölge sakinlerinin genel refahı üzerindeki olumsuz etkilerini vurgulamıştır (Atmaca ve Peker, 1999; Baloye ve Palamuleni, 2015).

Öte yandan, gürültü sadece sağlık üzerinde değil, çevresel stres faktörü olarak da kentsel alanlarda önemli bir yere sahiptir. Wicki (2022) ve Tainio'nun (2015) araştırmalarında gürültü artışı; kentsel nüfusun hızlı büyümesi, artan inşaat faaliyetleri ve araç talebi gibi faktörlerle ilişkilendirilmektedir. Dzhambov ve Dimitrova'nın (2014) yılında gerçekleştirdiği sistematik inceleme, kentsel yeşil alanların, bu çevresel tehditleri hafifletme konusunda psikolojik bir tampon görevi görebileceğini ve bu alanların, gürültünün sağlık üzerindeki etkilerini azaltmada önemli bir rol oynayabileceğini öne sürmüştür.

Gürültü seviyesinin belirlenmesi ve kontrolünde ulusal ve uluslararası standartlar bulunmaktadır. Ülkemizde de Avrupa Birliği sürecinde uygulanacak kriterler uyarınca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY)" 07.03.2008 tarih ve 26809 sayı ile Resmî Gazetede yürürlüğe koyulmuştur. Yönetmelikte bulunan kara yolu çevresel gürültü sınır değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Yönetmelikte, dB terimi "Birbirinden merteye farklılıkları gösteren, nicelikleri anlamlı olarak ifade etmede kullanılan logaritmik bir ölçeği" olarak ifade edilir. dBA terimi ise "İnsan işitme sisteminin düşük şiddetteki seslere karşı en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren, A ağırlıklı ses seviyesi olarak tabir edilen ve gürültünün etkilenim değerlendirilmesi ve kontrolünde yaygın olarak kullanılan bir ses seviyesi ölçütü" olarak ifade edilmektedir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

Tablo 1. Karayolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri.

Alanlar	Planlanan/Yenilenmiş/Onarılmış yollar			Mevcut yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{ağşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{ağşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin ağırlıklı olduğu alanlar	60	55	50	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	63	58	53	68	63	58
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	65	60	55	70	65	60
Endüstriyel alanlar	67	62	57	72	67	62

Gürültünün yüksek olması ve buna çok fazla maruz kalınması insan sağlığı açısından olumsuz etkiler yaratabilir. İnsan sağlığı için 30 dB-65 dB arası ses düzeyi normal kabul edilebilir. 65 dB-90 dB arasındaki sesler ise gürültü olarak isimlendirilir ve devamlı bu seviyede sese maruz kalmak zararlı etkiler doğurabilir. 85 dB' den daha yüksek şiddetteki gürültüye 8 saat boyunca devamlı maruz kalmak insan sağlığı açısından zararlı bir durumdur (YİSGUM, 2018).

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının (ilgili dönemdeki ismi Çevre ve Orman Bakanlığı) 2011 yılında yayınladığı Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu'nda belirtilen gürültü etki sınıflandırması ve bazı gürültü türlerinin dB dereceleri Tablo 2'de gösterilmiştir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2011).

Ulaşımın çevresel etkilerinden biri olan partikül madde emisyonları, hava kalitesini olumsuz etkilemektedir. Araştırmalar, özellikle Avrupa kentleri ve OECD ülkelerinde dizel trafiğinin, partikül madde emisyonlarının %30 ila %50'sinden sorumlu olduğunu ortaya koymaktadır (WHO, 2005). Bu emisyonlar, hava kirliliği seviyelerine %12 ila %70 arasında katkı sağlamakta olup, düşük ve orta gelirli ülkelerde eski ve verimsiz taşıtların kullanımı bu durumu daha da kötüleştirmektedir (Mutlu, 2019). Avrupa Çevre Ajansı'nın 2015 raporuna göre, Avrupa Birliği'nde hava kirliliği, 430.000'den fazla erken doğum vakasına ve 10.000'den fazla prematüre bebek ölümüne neden olan en önemli faktörlerden biridir (European Environment Agency, 2015). Ayrıca, Avrupa'daki yol kenarı hava kalitesi izleme istasyonlarının %44'ünde NO₂ seviyeleri %33'ünde partikül madde (PM_{2.5}, PM₁₀) düzeyleri yasal sınırları aşmıştır (European Environment Agency, 2012).

Tablo 2. Gürültünün etki sınıflandırması.

Derecesi	Etkisi	Örnek Ses Düzeyi
I. Derece Gürültü Sınırları (30 dB – 65 dB)	Konforsuzluk Rahatsızlık	Jet motoruna yakın (140 dB)
	Sıkılma duygusu Kızgınlık Konstrasyon Uyku Bozukluğu	Kuvvetli rock müzik (105 dB) 3 m uzaklıkta otomobil klakson sesi (100 dB)
II. Derece Gürültü Sınırları (65 dB – 90 dB)	Fizyolojik gürültü Kalp atışının değişimi Solunum hızlanması Beyindeki basıncın azalması	Şehir cadde gürültüsü (90 dB) Fabrika gürültüsü (82 dB) Akustik yalıtım yapılmamış kantin (80 dB) Açık trafikli yol (62 dB)
	III. Derece Gürültü Sınırları (90 dB– 120 dB)	Fizyolojik gürültü Baş ağrısı
IV. Derece Gürültü Sınırları (120 dB– 140 dB)	İç kulakta bozukluk	Fısıltı (20 dB)
		İnsanın nefes alış-verişi (8 dB)
V. Derece Gürültü (>140 dB)	Kulak zarının patlaması	İşitmenin başlangıcı (0 dB)

Partikül madde kirliliği, özellikle PM_{2.5} ve PM₁₀ gibi mikroskobik partiküller, solunum ve kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilmektedir (Askariyeh ve ark., 2020; Mannucci, 2017; Nieuwenhuijsen, 2016). Bu nedenle, ulaşım kaynaklı partikül madde kirliliğinin etkilerinin anlaşılması, sürdürülebilir kentsel gelişim ve halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu durum, ana yollar veya otoyollara yakın mesafede (100m-500m) yaşamakta olan bireyler için sağlık risklerini önemli ölçüde artırmaktadır (HEI, 2010).

Bu bağlamda, motorlu taşıtların çevreye olan etkilerini azaltma çabaları, özellikle Euro normlarının getirilmesi ve araçların emisyon standartlarının sıkılaştırılmasıyla ön plana çıkmıştır. Türkiye'de 1992'den itibaren bu normlara uyum sağlanmış, 2005 yılında ise egzoz gazı emisyonlarının kontrolü için yönetmelikler yürürlüğe girmiştir (Doğan, 2008). Ancak bu düzenlemelere rağmen, bazı ülkelerde PM_{2.5} seviyelerinde önemli bir iyileşme görülmemiştir (TRAP, 2020). 2021 yılında T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Hava Kalitesi Bülteni'nde ülkemizdeki, AB üye ülkelerindeki değerler ile Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) belirlediği sınır değerler Tablo 3'te gösterilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021).

Tablo 3. Hava kalitesi sınır değerleri.

Kirlenici Parametreler	Ölçüm Periyodu	Sınır Değerler		
		Ülkemizde Uygulanan (2018)	AB Üye Ülkelerde Uygulanan	Dünya Sağlık Örgütü (2021)
Partikül Madde PM ₁₀ (µg/m ³)	Günlük	50	50	50
	Yıllık	40	40	20
	Günlük Aşım Sayısı	35	35	-
Partikül Madde PM _{2.5} (µg/m ³)	Günlük	-	-	25
	Yıllık	-	25	10
	Günlük Aşım Sayısı	-	-	-

Partikül kirliliği üzerine yapılan araştırmalar, Pekin’de PM_{2.5} emisyonlarının yaklaşık %33’ünün motorlu taşıtlardan kaynaklandığını göstermektedir (Pan ve ark., 2016). Benzer şekilde, Gaziantep’te yapılan bir çalışmada trafik kaynaklı hava kirliliği emisyonları, aktivite verileri ve emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmış ve özellikle şehir merkezi ile Organize Sanayi Bölgelerinde (OSB) yüksek seviyelerde kirlilik tespit edilmiştir (Cuci ve Polat, 2015). Gürültü üzerine yapılan çalışmalarda ise Giresun il merkezinde trafik kaynaklı gürültü seviyeleri, sabah, öğle ve akşam saatlerinde ortalama 60,66 dB, 64,65 dB ve 60,71 dB olarak ölçülmüştür (Kalıpçı, 2007). Bartın’da gerçekleştirilen bir çalışmada, gün içinde ortalama 65,9 dB gürültü seviyesi kaydedilmiştir (Delikanlı ve ark., 2014). Sarayönü ilçe merkezinde yapılan başka bir araştırmada ise 44 farklı ölçüm noktasında sabah 45 dB - 103 dB, öğle 44 dB - 90 dB ve akşam 39 dB - 82 dB arasında değişen trafik gürültüsü seviyeleri tespit edilmiş, ortalama gürültü seviyesi 50 dB - 70 dB arasında belirlenmiştir (Öden ve Bilgin, 2019). Bu çalışmalarda tespit edilen değerlerin büyük kısmının ülkemiz, AB ülkeleri ve DSÖ sınır değerlerinin üzerinde olduğu dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada Sakarya’yı Eskişehir ve Antalya’ya bağlayan D650 karayolu Alifuatpaşa bölgesinde kısmen endüstriyel üretim alanlarına taşıma yapan ağır vasıtaların da kullandığı güzergâh ve yerleşim alanlarından geçen trafiğin etkisi araştırılmaktadır. Yüksek Hızlı Tren (YHT) altyapı çalışmaları nedeniyle Geyve girişinde kapatılan hemzemin geçidin, Geyve ve bölgedeki endüstriyel üretim alanlarına erişimi Alifuatpaşa Mahallesi üzerinden yönlendirmesi ile bölgedeki trafik hacmi ve kompozisyonunda önemli değişiklikler olmuştur. Yönlendirilmiş trafik etkisi ile bölgede yaşayan vatandaşların gürültü ve partikül kirliliği üzerine şikayetleri artmış, özellikle ağır taşıtların geçişleri sırasında deprem hissi oluşturan sarsılmaların rahatsızlık verdiği dile getirilmiştir. Bu şikayetler bölgede sakinleri tarafından belediye ve kaymakamlığa iletilmiş olsa da yol yapım çalışmalarının geçici olması beklentisi ile vatandaşlar tarafından kabullenilmiştir. Yol çalışmaları öncesinde bölgede herhangi bir gürültü ve partikül ölçümü olmaması sebebi ile bu çalışmada artan trafik hacmi sebebi ile oluşan kirlilik seviyelerinin mevzuat değerleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bu kirlilik artışının

çevresel etkilerinin irdelenmesi adına Alifuatpaşa Mahallesi'nin girişinden Mekşe Çayına kadar uzanan 1410 metrelik bir koridor boyunca sekiz noktada gürültü ve partikül ölçümleri yapılmıştır. Bu kapsamlı araştırma, ulaşım kaynaklı gürültü ve partikül kirliliğinin karmaşık dinamiklerini, önemli bir inşaat sürecinden geçen küçük bir ilçe bağlamında incelemeyi ve değişen trafik düzenlerinin anlık ve uzun vadeli etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma ayrıca, bu tür aksaklıklar karşısında etkilenen halk ve bölge için sübvansiyon seçeneklerine ilişkin politika kararlarını da irdeleyerek, sürdürülebilirlik ve dayanıklılık kavramlarına ilişkin değerlendirmelere katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma alanı olarak seçilen Sakarya ili Geyve ilçesi Alifuatpaşa Mahallesi, İstanbul ve Marmara Bölgesi ile batı Anadolu ve Akdeniz Bölgesini bağlayan yol üzerinde bulunmaktadır. Bölge, Sakarya Nehri, D-650 Karayolu (İstanbul-Antalya güzergahı), Yüksek Hızlı Tren Hattı ve Elektrikli Konvansiyonel Çift hat demiryolunun geçtiği bir noktadır. 2014 yılında yapımı tamamlanan İstanbul-Ankara YHT hattı güzergâhında bulunan Alifuatpaşa Mahallesinde yüksek hızlı trenlerin İstanbul-Ankara Elektrikli Konvansiyonel Çift Hat Demiryolunu kullanması kararlaştırılmıştır. Bu nedenle mevcut hat için kullanılan hemzemin geçidin kapatılması kararlaştırılmış, araç trafiği için de hemzemin geçidin 600 m güneyine yeni bir köprü inşa edilmiştir. Hemzemin geçit kapatılmadan önce araçlar mahalle içerisindeki çarşı bölgesine girmeden tarihi köprüyü kullanarak Geyve şehir merkezine veya fabrikalar bölgesi olan mahallenin kuzey bölgesine rahatlıkla gidebilmekteyken, hemzemin geçidi kapatılması ile D-650 Karayolu'ndan Geyve şehir merkezine veya fabrikalar bölgesine geçiş yapmak isteyen araçlar çarşı içerisinden geçmek durumunda kalmışlardır. Bu nedenle de mahallede trafik yoğunluğu ve ağır taşıt oranı önemli oranda artmıştır. Kirlilik düzeylerini belirlemek için Alifuatpaşa Mahallesi girişi ile fabrikalar bölgesine giden yoldaki Mekşe çayına kadar toplam uzunluğu 1410 m olan güzergahta 8 ölçüm noktası belirlenmiştir. Bu noktalar, yönlendirilmiş trafiğin yoğunlaştığı ve mevcut hareketlilik ile kesişen stratejik yerlerden seçilmiş olup, her bir ölçüm noktası için GPS koordinatları belirlenmiştir (Tablo 4).



Şekil 1. D-650 Karayolu girişi ve Fabrikalar Bölgesi'ne geçiş güzergâhı (sol), güzergâh üzerindeki ölçüm noktaları (sağ).

Tablo 4. Ölçüm yapılan bölgelerin lokasyon bilgileri.

ÖLÇÜM YAPILAN BÖLGELER	ÖLÇÜM YAPILAN BÖLGELERİN KOORDİNAT NOKTALARI	BÖLGELERE KARŞILIK GELEN HARFLER
D-650 Karayolu Giriş Bölgesi	40°32'15.8"N 30°17'37.5"E	A
Parla Camii Bölgesi	40°32'09.5"N 30°17'35.6"E	B
İstasyon Bölgesi	40°32'04.1"N 30°17'34.3"E	C
Geçici Olarak Yapılan Araç Üst Geçit Bölgesi	40°31'57.4"N 30°17'33.1"E	D
Meslek Yüksek Okulu Bölgesi	40°32'04.3"N 30°17'41.1"E	E
Alifuatpaşa Mahallesi Meydan Bölgesi	40°32'07.6"N 30°17'43.2"E	F
Adapazarı Cad.- Geçit Sokak Kavşağı Bölgesi	40°32'12.7"N 30°17'44.6"E	G
Mekşe Çayı Köprüsü Bölgesi	40°32'17.7"N 30°17'47.8"E	H

Trafikten kaynaklanan hava kirliliği ve gürültüyü ölçümlemek için ölçüm cihazları ile hafta içi ve hafta sonu ikişer gün olarak ölçümler yapılmıştır. Ölçümler belirlenen 8 noktada toplam 56 ayrı zamanda ve her bir ölçümde en az 3 tekrar alınarak toplamda 192 ölçüm gerçekleştirilmiş olup sağlıklı verilerin ortalamaları kullanılarak veri analizi yapılmıştır.

Gürültü seviyesini ölçmek için desibel ölçüm ve kaydı yapan PCE-322A cihazı (Şekil 2-a) ile hızlı mod kullanılarak ölçümler elde edilmiştir. Hızlı mod 7,5 salisede ortalama gürültü düzeyini hassas bir biçimde ölçülmesini sağlamaktadır. Cihazın ölçebildiği en yüksek ses düzeyi 130 desibel (dB) olduğu ve 30 dB-130 dB arasındaki ses seviyelerini ölçebildiği bilinmektedir. Bu cihazla $\pm 1,4$ dB hassasiyet payı ile çok yakın ölçümler elde edilmiştir. Ölçüm yapılırken Çevresel Gürültü Ölçüm

ve Değerlendirme Kılavuzu'nda belirtilen dış mekân ölçüm standartlar dikkate alınarak cihaz yol seviyesinden 3-3,5 m açığa ve 1,5 m yükseğe konumlandırılarak ölçümler yapılmıştır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2011).

Havadaki taşınabilir parçacıkların değerini ve sıcaklık ve bağıl nem seviyesi ölçümlerini yapan PCE-RCM 10 cihazı (Şekil 2-b) yardımıyla 2,5 µm ve 10 µm boyutundaki parçacık ölçümleri yapılmıştır. Cihaz sıcaklık ölçümlerinde -20°C ve +70°C arasındaki sıcaklık değerlerini ±1°C hassasiyet payı ile bağıl nem ölçümlerinde de %0 ve %100 arasındaki değerleri ±3,5 hassasiyet payı ile ölçüp en yakın sonuçları vermektedir.



Şekil 2. Ölçüm yapılırken kullanılan cihazlar.

3. Bulgular ve Tartışma

Ölçümler sonucunda havada asılı kalan son derece küçük katı partiküller ve sıvı damlacıkları olarak tanımlanan PM₁₀ ve PM_{2.5} olarak da bilinen partikül maddeler, desibel, nem ve sıcaklık seviye değerleri elde edilmiş ve Tablo 5'de sunulmuştur. Tüm ölçümler 3'er tekrar üzerinden yapılmış olup tablolarda 3 ölçümün ortalama değerleri kullanılmıştır.

Tablo 5. Saha Ölçüm Verileri.

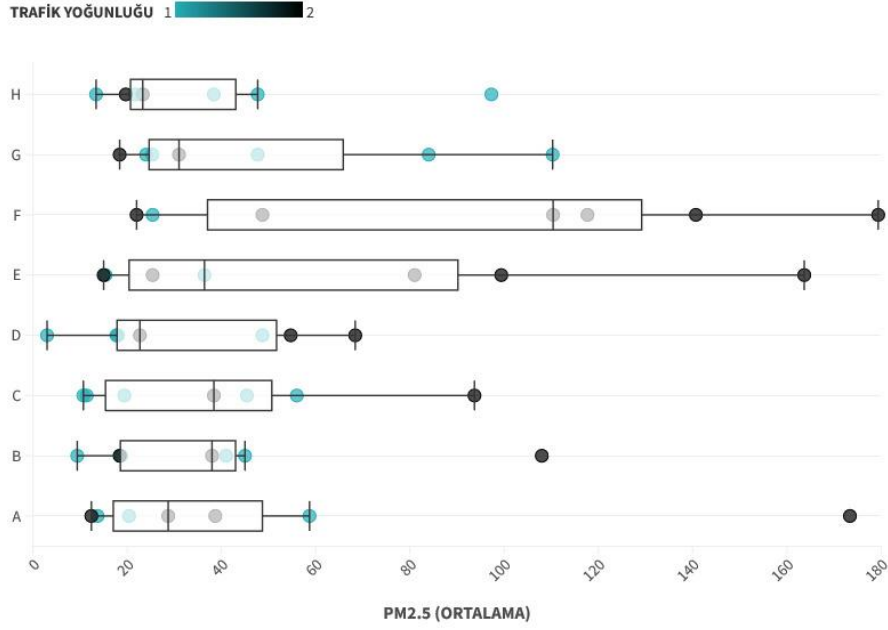
ÖLÇÜM YAPILAN NOKTA	TARİH	SAAT	HAVA DURUMU	TRAFİK YOĞUNLUĞU	PM2.5 (ORTALAMA)	PM10 (ORTALAMA)	BAĞIL NEM (ORTALAMA)	SICAKLIK (ORTALAMA)	DESİBEL (ORTALAMA)
A	1.04.2022	10:40	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Az Yoğun	58,7	79,7	51,3	17,6	70,2
B	1.04.2022	10:48	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Az Yoğun	45,0	64,0	48,2	19,2	59
C	1.04.2022	10:53	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Az Yoğun	56,0	79,0	49,4	18,9	58,7
D	1.04.2022	11:00	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Yoğun	54,7	76,0	52,3	18,5	65,5
E	1.04.2022	11:07	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Yoğun	81,0	120,7	50,7	18,8	63
F	1.04.2022	11:15	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Yoğun	140,7	198,0	53,4	18,4	70,9
G	1.04.2022	11:20	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Az Yoğun	110,3	160,3	54,2	18,4	59,1
H	1.04.2022	11:24	Parçalı Bulutlu Rüzgarlı	Az Yoğun	97,3	146,3	52,2	18,4	55,7
F	1.04.2022	13:45	Güneşli	Yoğun	117,7	170,7	30,5	24,1	77,1
H	1.04.2022	14:03	Güneşli	Yoğun	23,3	33,7	28,2	24,4	50,6
G	1.04.2022	14:08	Güneşli	Az Yoğun	25,3	35,3	27,2	26,6	52,7
E	1.04.2022	14:14	Güneşli	Yoğun	25,4	35,7	34,2	24,8	63,7
D	1.04.2022	14:21	Güneşli	Yoğun	22,7	31,4	27,3	29,5	64,5
C	1.04.2022	14:27	Güneşli	Yoğun	38,4	54,4	27,2	28	61,5
B	1.04.2022	14:37	Güneşli	Yoğun	38,0	50,4	24,9	29	63,6
A	1.04.2022	14:40	Güneşli	Yoğun	28,7	41,0	23,4	29,2	67,3
A	1.04.2022	19:10	Parçalı Bulutlu	Yoğun	173,4	250,7	41,5	20,5	72,8
B	1.04.2022	19:15	Parçalı Bulutlu	Yoğun	108,0	152,0	39,3	21,6	64,7
C	1.04.2022	19:20	Parçalı Bulutlu	Yoğun	93,7	129,0	38,6	22,2	63
D	1.04.2022	19:27	Parçalı Bulutlu	Yoğun	68,4	97,0	35,8	22,7	62
E	1.04.2022	19:30	Parçalı Bulutlu	Yoğun	163,7	233,7	40,9	21,2	66,2
F	1.04.2022	19:34	Parçalı Bulutlu	Yoğun	179,4	262,0	44,2	20,9	67,9
G	1.04.2022	19:40	Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	84,0	123,7	40,1	20,8	48,5
H	1.04.2022	19:43	Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	38,4	55,0	40,2	20,9	57

Tablo 5. Saha Ölçüm Verileri (devamı).

ÖLÇÜM YAPILAN NOKTA	TARİH	SAAT	HAVA DURUMU	TRAFİK YOĞUNLUĞU	PM2.5 (ORTALAMA)	PM10 (ORTALAMA)	BAĞIL NEM (ORTALAMA)	SICAKLIK (ORTALAMA)	DESİBEL (ORTALAMA)
A	2.04.2022	11:41	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	20,4	29,4	33,6	21,4	62
B	2.04.2022	11:46	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	18,7	26,4	26,0	27,4	62,6
C	2.04.2022	11:48	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	19,4	27,0	27,9	27,3	65,8
D	2.04.2022	11:59	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	18,0	25,7	25,7	26,7	65,2
E	2.04.2022	12:07	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	36,4	50,4	28,2	25	62,9
F	2.04.2022	12:15	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	25,4	35,4	29,4	25,4	60
G	2.04.2022	12:20	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	24,0	32,7	28,4	25,3	64,5
H	2.04.2022	12:25	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	21,7	30,7	27,7	24,8	52
H	3.04.2022	13:07	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	19,7	27,4	53,4	18,1	60,6
G	3.04.2022	13:11	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	18,4	24,7	51,4	18,8	59,2
F	3.04.2022	13:18	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	110,4	153,7	48,9	19,1	60,8
E	3.04.2022	13:23	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	15,4	21,7	49,0	18,6	52,9
D	3.04.2022	13:27	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	17,7	25,0	48,3	20,3	52,4
C	3.04.2022	13:32	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	11,4	15,0	46,9	20,8	54,4
B	3.04.2022	13:35	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	9,4	13,7	42,4	21,7	49,3
A	3.04.2022	13:38	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	13,7	20,0	45,0	20,6	51,5
A	3.04.2022	17:35	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	12,4	17,4	37,5	18,9	65,2
B	3.04.2022	17:41	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	18,4	24,7	36,5	19,6	67
C	3.04.2022	17:44	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	10,7	15,0	34,2	20	57,9
D	3.04.2022	17:49	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	3,0	3,7	33,0	19,8	57,4
E	3.04.2022	17:54	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	15,0	20,0	32,8	19,8	70
F	3.04.2022	17:58	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	22,0	31,0	33,1	20,3	71,5
G	3.04.2022	18:01	Güneşli Parçalı Bulutlu	Yoğun	31,0	43,4	33,2	20	62,7
H	3.04.2022	18:04	Güneşli Parçalı Bulutlu	Az Yoğun	13,4	19,7	32,2	20	52,9
A	4.04.2022	13:05	Güneşli Rüzgarlı	Yoğun	38,7	55,0	57,1	13,9	70,7
B	4.04.2022	13:10	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	41,0	58,4	56,3	14,6	58,1
C	4.04.2022	13:13	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	45,4	66,0	54,3	14,9	56,4
D	4.04.2022	13:17	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	48,7	69,0	53,8	15,1	60,7
E	4.04.2022	13:25	Güneşli Rüzgarlı	Yoğun	99,4	145,7	54,3	15,3	64,7
F	4.04.2022	13:28	Güneşli Rüzgarlı	Yoğun	48,7	69,0	54,1	15	63,1
G	4.04.2022	13:31	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	47,7	69,0	53,2	15,1	54,9
H	4.04.2022	13:35	Güneşli Rüzgarlı	Az Yoğun	47,7	66,0	54,3	15,1	57,2

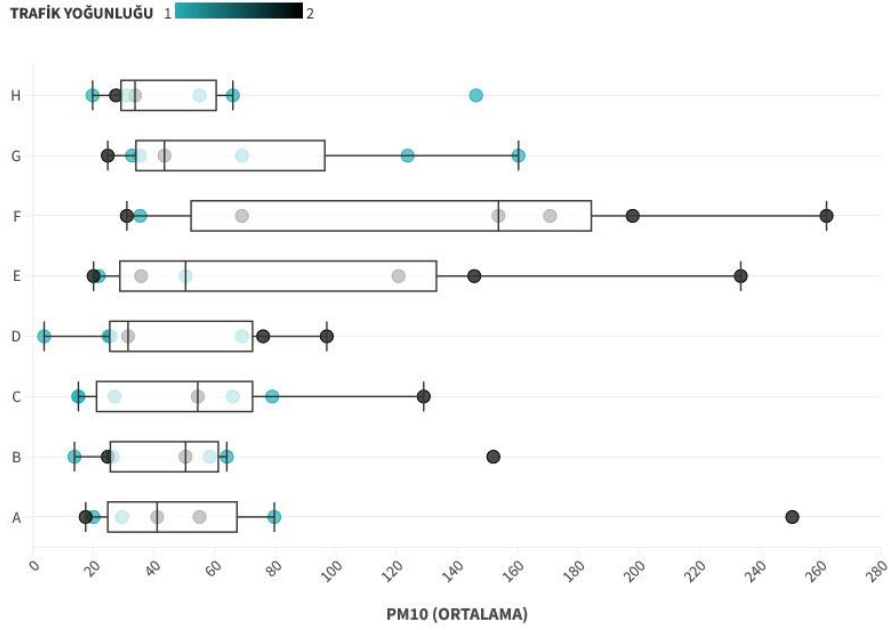
Veri alım noktalarına göre PM_{2.5} ve PM₁₀ partiküllerinin trafik yoğunluklarına göre değişimini veren grafikler Şekil 3 ve Şekil 4'te sunulmuştur. Alifuatpaşa Mahallesi Meydanı (F noktası) genel

olarak sınır değeri üzerinde seyretmekte olup alınan ölçümler içerisinde en yüksek $PM_{2.5}$ kirlilik değeri ise 179,4 olarak kaydedilmiştir. Benzer şekilde Meslek Yüksek Okulu (E) lokasyonunda yapılan ölçümlerin de oldukça yüksek $PM_{2.5}$ değerleri verdiği görülmüştür. Parla Camii bölgesi (B) ve Mekşe Çayı bölgesi (H) diğer ölçüm noktalarına kıyasla sınır değerleri içinde $PM_{2.5}$ değerleri vermiştir.



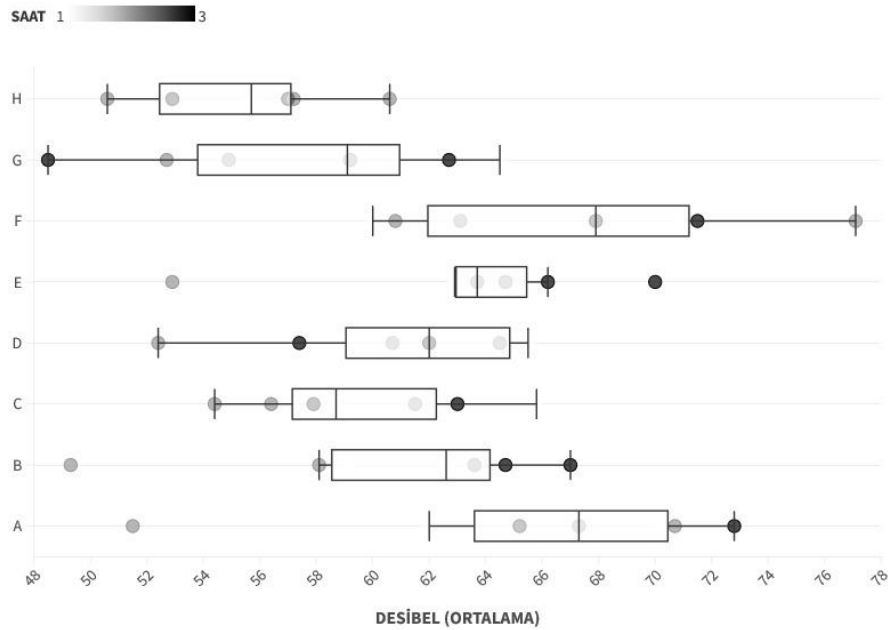
Şekil 3. Veri noktalarına göre $PM_{2.5}$ değerleri.

Yapılan ölçümlerde elde edilen PM_{10} değerleri incelendiğinde, değerlerin $PM_{2.5}$ sonuçları ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. PM_{10} verileri de Alifuatpaşa Mahallesi Meydanı (F) ve Meslek Yüksek Okulu (E) noktalarındaki kirlilik değerlerinin sınırlar üzerinde ortalamalara sahip olduğu değerlendirilmiştir.



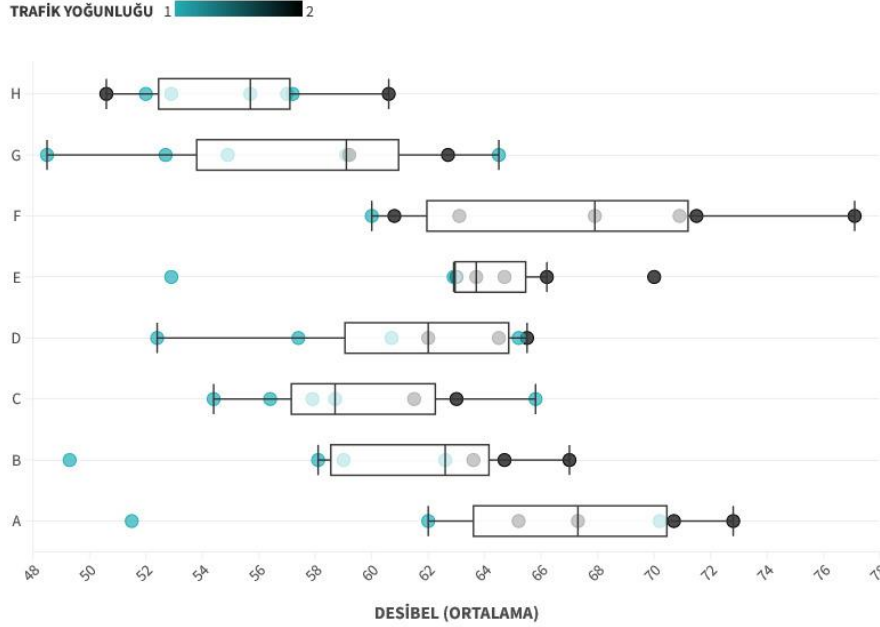
Şekil 4. Veri noktalarına göre PM₁₀ değerleri.

Gürültü seviyesinin tespiti için alınan desibel değerleri ile zaman aralıklarının bağıntısını gösteren grafik Şekil 5'te ve trafik yoğunluklarına göre desibel değişimini veren grafik Şekil 6'da gösterilmiştir. PM₁₀ ölçümleri sınır değere göre %50-%50 değişim göstermektedir. PM_{2.5} değerinde olduğu gibi Alifuatpaşa Mahallesi Meydanı (F) alınan ölçümler içerisinde en yüksek (262) değeri göstermektedir. 1 Nisan Cuma günü alınan akşam saatindeki ölçümler genel görünüm olarak tüm ölçüm gruplarına göre yüksekte seyretmektedir.



Şekil 5. Veri noktalarında zaman aralıklarına göre desibel değişim değerleri (1: Sabah, 2: Öğle, 3: Akşam saatleri).

Desibel ölçüm değerleri gürültü etki sınıflandırma normal değer üst sınırı olarak kabul ettiği 65 dB' in genel olarak altında seyretmektedir. Yaklaşık %23' lük bir kısmı 65 dB'in üstündedir. Ölçülen en yüksek değer olan 77,1 dB sürekli maruz kalındığından insan sağlığı açısından zararlı etkiler doğurabilecek 85 dB' in altında bir değerdir.



Şekil 6. Veri noktalarına göre trafik yoğunluğu desibel değişim değerleri (1:Az yoğun, 2:Yoğun).

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, Sakarya İli, Geyve İlçesi, Alifuatpaşa Mahallesi'nde trafik kaynaklı gürültü ve hava kirliliği detaylı bir şekilde incelenmiştir. Mahalle merkezi ve çevresinde, özellikle insanların yoğun olduğu alanlarda, farklı iş kolları ve sosyal aktivitelerin yoğunlaştığı bölgelerde 8 farklı noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir. Nisan 2022'de farklı gün ve günün farklı zamanlarında ve trafik yoğunluğunun değişken olduğu anlarda yapılan ölçümler sonucunda, gündüz saatlerinde 49,3 dB'den 77,1 dB'ye kadar değişen gürültü seviyeleri tespit edilmiştir. Akşam ölçümlerinde ise gürültü seviyeleri 48,5 dB ile 71,5 dB arasında değişmiş, bu değerlerin genel olarak sürekli maruz kalınmadığı takdirde normal kabul edilen seviyeler olduğu saptanmıştır. Karayolu Çevresel Gürültü Sınır Değerlerine göre gündüz ölçümlerinde ortalama ses seviyelerini her istasyonda sağlamıştır. Akşam ölçümlerinde ise Parla Cami önü ortalama 65,85 dB, MYO önü 68,1 dB, Meydan 69,7 dB ile sınır değerlerini aştığı sonucuna varılmıştır. Trafik yoğunluğunun, özellikle akşam saatlerinde, gürültü seviyeleri üzerinde etkisi olduğu değerlendirilmiştir. Gürültü seviyesi bazı alanlarda sınır

değerlerini aşması şehir yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen önemli bir çevresel stres faktörü olup, uzun vadede halk sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratabilmektedir (Roswall ve ark., 2015; Singh ve ark., 2018).

Araştırmanın ikinci veri setinde ise bölgedeki partikül kirliliği incelenmiştir. Hava kirliliği açısından ise, Alifuatpaşa Mahallesi meydanında yapılan ölçümlerde akşam trafik yoğunluğunun olduğu saat diliminde PM_{2.5} değerinin 179,4, PM₁₀ değerinin 262 ile en yüksek seviyede olduğunu ortaya koymuştur. Ölçüm yapılan istasyon noktalarında hava kirliliğine göre ortalama PM_{2.5} değerinin 92,1, ortalama PM₁₀ değerinin 131,4 olduğu tespit edilmiştir. Bu ölçümler, Alifuatpaşa Mahallesi'nin çeşitli noktalarında, günün ve trafik durumunun farklı zamanlarında ciddi değişiklikler gösteren gürültü ve hava kirliliği seviyelerini detaylı bir şekilde gözler önüne sermiştir. 8 ölçüm noktasında yapılan toplamda 192 ölçüm ortalamalarının Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği 24 saatlik ortalama PM_{2.5} sınır değeri olan 25 µg/m³ ve PM₁₀ sınır değeri 50 µg/m³ sınırlarını oldukça yüksek oranlarla aştığı görülmüştür. Yol çalışmalarının iki yıl gibi bir süre devam etmesi planlandığı dikkate alındığında bu durumun gerek bölgedeki sürdürülebilir çevre hedefleri bakımında gerekse solunum yolu hastalıkları çerçevesinde (Nieuwenhuijsen, 2016) dikkate alınması gerekmektedir.

Alifuatpaşa Mahallesinde yapılan çalışma sonucunda çeşitli öneriler geliştirilmiştir. İlgili mahalle başta olmak üzere kentsel yeşil alanların artırılmasının partikül kirliliğini ve gürültüyü azaltacağı değerlendirilmektedir. İlçe merkezinde ve genel çerçeveden değerlendirildiğinde kentsel cazibe merkezlerinde araç park alanlarının kısıtlı olması, araçların park yeri bulmak için ilave yolculuk yapmalarına, dolayısı ile emisyon ve gürültüye sebep olmaktadır. Kentsel alanlarda park yerlerinin sağlanması veya verimli kullanılmasının da bu alanlardaki partikül kirliliği ve gürültüyü azaltmada katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Alifuatpaşa Mahallesinde yapılan değerlendirmede olduğu gibi, özellikle yol yapımı ve inşaat çalışmaları gibi geçici olarak araç yoğunluğu ve kompozisyonunun değiştiği durumlarda nemlendirme (buhar püskürtme), sulama, trafik yönlendirme gibi önlemler ile yönlendirme güzergahındaki çevresel etkilerin azaltılması sağlanabilir. Ayrıca, bu gibi geçici durumlarda bölgede yaşayanların farklı sübvansiyonlar (vergi indirimleri, sağlık taramaları, astım gibi belirli sağlık tedavilerinde destek, vb.) ile desteklenmesi de bölgede yaşayanların olumsuz etkilere karşı dirençliliğini artıracak bir katkı sağlayabilir.

Bölgedeki altyapı çalışmaları öncesinde herhangi bir kirlilik ölçümü yapılmamış olması, mevcut ölçümlerin ilçenin olağan trafiği etkisi ile oluşan kirlilik ile karşılaştırılmasına imkân vermemektedir. Bu durum çalışmanın bir eksikliği gibi görülse de altyapı çalışmalarının tamamlanması sonrasında yapılacak ölçümlerde yönlendirilmiş trafik etkisindeki güzergâhta oluşan kirlilik artışlarının oranı değerlendirilebilir. Bunun yanında, elde edilen ölçümlerin kısa süreli olması

bölgedeki hava kalitesinin genel durumu adına yeterli bir bilgi vermezken sadece trafiğin yoğun olduğu saatlerdeki etkiyi temsil etmektedir.

Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Aktürk, N., Akdemir, O., & Üzkurt, İ. (2003). Trafik Işık Sürelerinin Neden Olduğu Çevresel Taşıtlı Gürültüsü. *Fak. Der. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ. Cilt*, 18(1), 71–87.
- Askariyeh, M. H., Venugopal, M., Khreis, H., Birt, A., & Zietsman, J. (2020). Near-Road Traffic-Related Air Pollution: Resuspended PM2.5 from Highways and Arterials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2851. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082851>
- Atmaca, E., & Peker, İ. (1999). Sivas' ta trafik gürültüsü. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 8(30), Article 30.
- Baloye., D., & Palamuleni, L. (2015). A Comparative Land Use-Based Analysis of Noise Pollution Levels in Selected Urban Centers of Nigeria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), 12225–12246. <https://doi.org/10.3390/ijerph121012225>
- Bigazzi, A. Y., & Rouleau, M. (2017). Can traffic management strategies improve urban air quality? A review of the evidence. *Journal of Transport & Health*, 7, 111–124. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.08.001>
- Cuci, Y., & Polat, E. E. (2015). Gaziantep ' in Trafik Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 11.
- Delikanlı, N. E., Yücedağ, C., & Kapdı, A. (2014). Bartın Kentinde Araç Trafiklerinden Kaynaklı Gürültü Kirliliği Üzerine Bir Ön Çalışma. *Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 2(2), 21–40.
- Doğan, C. (2008). *Bir Odanın Doğal Havalandırılmasının Sayısal Analizi*. Gazi Üniversitesi.
- Dülgeroğlu, A. (2002). Trafik ve Çevre Etkisi. *Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi*. <https://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/Arsiv/SiteAssets/Yayinlar/Bildiriler/pdf/A1-80.pdf>
- Dzhambov, A., & Dimitrova, D. (2014). Urban green spaces' effectiveness as a psychological buffer for the negative health impact of noise pollution: A systematic review. *Noise and Health*, 16(70), 157. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.134916>
- European Environment Agency. (2012). *Traffic pollution still harmful to health in many parts of Europe*.
- European Environment Agency. (2015). Air quality in Europe—2015 report. In *Publications Office of the European Union* (Issue 5).
- Gadanya, M. A., & Buhari, I. A. (2021). EXPOSURE AND CONSEQUENCES OF NOISE POLLUTION AMONG RESIDENTS OF BICHI TOWN, KANO STATE, NIGERIA. *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, 5(2), 52–58. <https://doi.org/10.33003/fjs-2021-0502-521>

- HEI. (2010). Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects. In *HEI Panel on the Health Effects of Traffic-Related Air Pollution* (Issue January).
- Herrera, C., & Cabrera-Barona, P. (2022). Impact of Perceptions of Air Pollution and Noise on Subjective Well-Being and Health. *Earth*, 3(3), 825–838. <https://doi.org/10.3390/earth3030047>
- Ilgar, R. (2012). Çanakkale Şehir İçi Trafikindeki Araç Kaynaklı Gürültü Kirliliğine Yönelik Ön Çalışma. *ZfWT Zeitschrift Für Die Welt Der Türken*, 4(1), 253–267.
- Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*, 31, 220–229. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.05.004>
- Jeon, C. M., Amekudzi, A. A., & Guensler, R. L. (2013). Sustainability assessment at the transportation planning level: Performance measures and indexes. *Transport Policy*, 25, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.10.004>
- Kalıpçı, E. (2007). *Giresun İl Merkezinde Gürültü Kirliliği Ölçümü ve Haritasının Hazırlanması*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lee, E., & Ngo, D. (2011). *The Impact of Disruptions along the I-95 Corridor on Congestion and Air Quality* (p. 60) [University Research Center Report]. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e9c23257922f7c7ef89cfc64e2293c167d906c7d>
- Ma, J., Li, C., Kwan, M.-P., & Chai, Y. (2018). A Multilevel Analysis of Perceived Noise Pollution, Geographic Contexts and Mental Health in Beijing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1479. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071479>
- Mannucci, P. M. (2017). Air pollution levels and cardiovascular health: Low is not enough. *European Journal of Preventive Cardiology*, 24(17), 1851–1853. <https://doi.org/10.1177/2047487317719356>
- Maschke, C., Rupp, T., & Hecht, K. (2000). The influence of stressors on biochemical reactions—A review of present scientific findings with noise. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 203(1), 45–53. [https://doi.org/10.1078/S1438-4639\(04\)70007-3](https://doi.org/10.1078/S1438-4639(04)70007-3)
- Mutlu, A. (2019). Balıkesir şehir merkezinde trafik kaynaklı hava kirliliği seviyelerinin analizi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 152–168. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.532605>
- Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Urban and transport planning, environmental exposures and health—new concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environmental Health*, 15(S1), S38. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0108-1>
- Öden, M. K., & Bilgin, İ. (2019). Sarayönü İlçe Merkezinde Trafik Kaynaklı Gürültü Kirliliğinin Araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(1), 103–114. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.601324>
- Pan, L., Yao, E., & Yang, Y. (2016). Impact analysis of traffic-related air pollution based on real-time traffic and basic meteorological information. *Journal of Environmental Management*, 183, 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.010>
- Peirce, J. J., Weiner, R. F., & Vesilind, P. A. (1998). *Environmental pollution and control* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Roswall, N., Høgh, V., Envold-Bidstrup, P., Raaschou-Nielsen, O., Ketzel, M., Overvad, K., Olsen, A., & Sørensen, M. (2015). Residential Exposure to Traffic Noise and Health-Related Quality of Life—A Population-Based Study. *PLOS ONE*, 10(3), e0120199. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120199>
- Singh, D., Kumari, N., & Sharma, P. (2018). A Review of Adverse Effects of Road Traffic Noise on Human Health. *Fluctuation and Noise Letters*, 17(01), 1830001. <https://doi.org/10.1142/S021947751830001X>
- Tainio, M. (2015). Burden of disease caused by local transport in Warsaw, Poland. *Journal of Transport & Health*, 2(3), 423–433. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.06.005>
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (2010). *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği*.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (2011). *Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu*.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021). Hava Kalitesi Bülteni. *Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü*.
- TRAP. (2020). *Traffic-Related Air Pollution* (H. Khreis, M. Nieuwenhuijsen, J. Zietsman, & T. Ramani, Eds.). <https://doi.org/10.1016/C2018-0-02716-4>
- WHO. (2005). *Health effects of transport-related air pollution* (M. Krzyzanowski, B. Kuna-Dibbert, & J. Schneider, Eds.). World Health Organization Regional Office for Europe.

- Wicki, B. (2022). The Main Task of Urban Public Health: Narrowing the Health Gap Between the Poor and the Rich. *International Journal of Public Health*, 67, 1605084. <https://doi.org/10.3389/ijph.2022.1605084>
- Yang, Z., Li, J., Qi, S., Zhang, X., Xie, Z., & Wang, J. (2022). Research on the influence of truck restrictions on air quality around the arterial road. In X. Ye, F. Falcone, & H. Cui (Eds.), *2nd International Conference on Internet of Things and Smart City (IoTSC 2022)* (p. 8). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2636477>
- YİSGUM. (2018). *Gürültülü Ortamda Çalışmanın Tehlikeleri*. <http://www.yisgum.com/blog/gurultulu-ortamda-calismanin-tehlikeleri>