

PANDEMİ ÖNCESİ VE SONRASI TRAFİK YOĞUNLUĞUNUN ÇEVRESEL VE TOPLUMSAL ETKİLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI ANALİZİ

Ayşenur KOÇYIĞIT¹, Aydın Furkan TERZİ², Koray AKSU³, Hande DEMİREL⁴

¹Geomatik Mühendisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, kocyigit19@itu.edu.tr

²Geomatik Mühendisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, terzia18@itu.edu.tr

³Araş. Gör., İstanbul Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, aksuko@itu.edu.tr

⁴Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, hande.demirel@itu.edu.tr

ÖZET

Trafik yoğunluğunun çevreye ve topluma etkisi oldukça geniş kapsamlı ve çok yönlüdür. Özellikle büyük şehirlerde trafik yoğunluğu, yüksek karbon salınımına yol açmaktadır. Çevresel açıdan, yoğun trafik fosil yakıt tüketimini artırarak karbondioksit (CO₂) ve diğer zararlı gazların atmosfere salınımını artırmaktadır, bu durum hava kalitesi, çevre temizliği ve iklim değişikliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Egzoz gazları, insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olmakta, özellikle solunum yolu hastalıkları ve kardiyovasküler sorunları tetiklemektedir. Toplumsal açıdan, trafik yoğunluğu bireylerin günlük yaşamında stres ve zaman kaybına yol açmakta, iş verimliliğini düşürmekte ve ekonomik maliyetleri artırmaktadır. Bu nedenle, trafik yönetimi ve sürdürülebilir ulaşım politikaları, karbon emisyonunun azaltılması ve çevresel ile toplumsal etkilerin en aza indirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Trafik yoğunluğunun etkin bir şekilde yönetimi ve sürdürülebilir ulaşım çözümlerinin teşvik edilmesi, çevresel ve toplumsal refah için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Kadıköy ilçesinde bulunan Caferağa Mahallesi'nde COVID-19 pandemisi öncesi ve pandemi sonrası dönemde nüfus ve trafik yoğunluğu arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, kirlilik modeline sahip bir trafik yoğunluğu modeli kullanılarak, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı analizler gerçekleştirilmiş ve trafiğin çevresel ve toplumsal etkileri değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, nüfus artışı ve trafik yoğunluğunun çevresel ve toplumsal etkileri değerlendirilmiştir ve sürdürülebilir ulaşım politikalarının geliştirilmesi ve trafik yönetiminin iyileştirilmesi için önemli sonuçlar sunulmuş hem çevresel hem de toplumsal refahın artırılmasına katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

Anahtar Sözcükler: CBS, COVID-19, mekansal veri, sürdürülebilir ulaşım, ulaşım politikası

ABSTRACT

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS BASED ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS OF TRAFFIC DENSITY BEFORE AND AFTER THE PANDEMIC

The impact of traffic density on the environment and society is quite extensive and multifaceted. Especially in big cities, traffic density leads to high carbon emissions. From an environmental perspective, heavy traffic density increases fossil fuel consumption and increases the release of carbon dioxide (CO₂) and other harmful gases into the atmosphere, which negatively affects air quality, environmental cleanliness, and climate change. Exhaust gases cause serious negative effects on human health, especially triggering respiratory diseases and cardiovascular problems. From a social perspective, traffic density causes stress and loss of time in individuals' daily lives, reduces work efficiency, and increases economic costs. Therefore, traffic management and sustainable transportation policies are critical in reducing carbon emissions and minimizing environmental and social impacts. Effective management of traffic density and promotion of sustainable transportation solutions are of great importance for environmental and social welfare. This study aims to examine the relationship between population and traffic density in the Caferağa Neighborhood in the Kadıköy district before and after the COVID-19 pandemic. In the study, Geographic Information Systems (GIS) based analyses were performed using a traffic density model with a pollution model and the environmental and social impacts of traffic were evaluated. In this context, the environmental and social impacts of population growth and traffic density were evaluated, and it was aimed to contribute to the increase of both environmental and social welfare by presenting important results for the development of sustainable transportation policies and the improvement of traffic management.

Keywords: COVID-19, GIS, spatial data, sustainable transportation, transportation policy

1. GİRİŞ

Kentlerdeki ekonomik, sosyal ve kültürel olanaklar nedeniyle kentlere olan göçler artmaktadır. Bu durum özellikle metropollerde nüfusun hızlı bir şekilde artmasına yol açmaktadır. Ancak hızlı nüfusun artışının beraberinde getirdiği barınma, ulaşım, çevre ve hava kirliliği gibi birçok sorun sebebiyle bu durum günümüzün en önemli kentsel sorunlarından biri haline gelmiştir.

Trafik yoğunluğunun artışı bu sorunlardan biri olup metropollerde hayatı olumsuz etkilemektedir. Trafik yoğunluğu hem zaman kaybına hem de ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu nedenle yönetimler kent trafiğini kontrol edebilmek amacıyla farklı stratejiler kullanmakta olup mikromobilité araçlarının yaygınlaştırılması gibi stratejiler ile

birlikte trafik yoğunluğu azaltılabilmektedir. Kentsel erişilebilirliği iyileştirmek trafiği ve tıkanıklık, kaza, kirlilik ve gürültü gibi bunun olumsuz dışsallıklarını artırmakta ve yaşam kalitesini düşürmektedir. Özellikle metropollerde trafiğin yönetilmesi amacıyla çeşitli algoritmalar ve yazılımlar geliştirilmiştir ancak hiçbirinde hava kalitesi belirleyici bir etmen olarak dikkate alınmamıştır (Ghaffari vd., 2022; Zhang ve Batterman, 2013; Fosset vd., 2016).

Dünya genelinde yaşanan pandemi ile birlikte birçok alanda olduğu gibi ulaşım ve trafik konusunda önemli değişiklikler yaşanmıştır. Pandemi öncesi ve sonrası değerlendirildiğinde iki dönem arasında trafik yoğunluğunda önemli farkların bulunmaktadır ve bu durum çevresel ve sosyal konuları etkilemiştir. Özellikle İstanbul gibi metropollerde yoğun nüfus ve karmaşık bir ulaşım ağı sebebiyle trafik yoğunluğu ve nüfus arasındaki ilişki kritik bir öneme sahiptir. Pandemi süresince uygulanan yasaklar ve uzaktan çalışma gibi uygulamalar toplu taşıma kullanımının ve trafik yoğunluğunun azalmasına sebep olmuştur. Şehirlerdeki insan faaliyetlerinin artması ile birlikte taşıtlardan yayılan havayı kirleten maddelerde artış yaşanmakta ve buna bağlı olarak hava kalitesi gittikçe kötüleşmektedir (Rossi vd., 2020; Kobza ve Geremek, 2017). Fosil yakıt kullanımı ve motorlu taşıtlar hava kirliliğinin en önemli sebeplerindendir. Şekil incelendiğinde araçların yakıt kaynağı açısından gelişmesiyle birlikte sebep olduğu sera gazı emisyonunun azaldığı görülmektedir. Otomotiv sektöründeki gelişmeler ile birlikte elektrikli araçlardaki gelişmeler ve bu araçların yaygınlaşması ile birlikte gelecekte sıfır emisyonla ulaşılması hedeflenmektedir (Zhang vd., 2019).

Çalışma kapsamında pandemi öncesi ve sonrasında nüfusa bağlı olarak Caferağa'daki trafik yoğunluğunun ve kirliliğin değerlendirilmesi ve hava kalitesinin izlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yapılan uygulamalarda tamamen açık kaynak kodlu verilerden, yazılımlardan ve platformlardan faydalanılmıştır. Çalışma kapsamında Open Street Map (OSM)'den Caferağa'ya ait yol ve bina verisine ulaşılmıştır. Hava kalitesinin izlenmesi amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Çevre Koruma ve Kontrol daire Başkanlığı Çevre Koruma Müdürlüğü tarafından geliştirilen İstanbul Hava Kalitesi İzleme platformundan faydalanılmıştır. Son olarak nüfusa bağlı olarak değişen trafik ve kirlilik simülasyonunun hazırlanması amacıyla GAMA yazılımı kullanılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Şehirlerdeki insan faaliyetlerinin artması ve motorlu taşıtlardan yayılan birincil hava kirleticileri olan CO, NO₂ ve Partikül Madde (PM) sebebiyle hava kalitesi gittikçe kötüleşmeye başlamıştır (Rossi vd., 2020; Kobza ve Geremek, 2017). Örneğin, 2018'de İtalya genelinde hava kalitesini izleyen istasyonların %6'sı yıllık ortalama NO₂ konsantrasyonu açısından, %75'i günlük ortalama PM₁₀ konsantrasyonu açısından Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenmiş sınırları aşmaktadır. 2016 yılında dünya nüfusunun yaklaşık %91'inin WHO hava kalitesi kılavuz seviyelerinin karşılanmadığı bölgelerde yaşadığı WHO tarafından tahmin edilmiştir ve Birleşmiş Milletler (BM)'e göre aynı yıl yaklaşık 4,2 milyon kişi hava kirliliği sebebiyle hayatını kaybetmiştir (Rossi vd., 2020). Toplum sağlığı etkileri uzun ve kısa vadeli olarak PM'e maruz kalmanın bir sonucudur. Trafik modelleri ve hava kirliliği konsantrasyonları arasındaki ilişki, ulaşım düzenleme ve politikalarının nüfus sağlığını iyileştirmeye yönelik olarak geliştirilmesi için önemlidir (Krewski ve Rainham, 2007).

Fosil yakıt kullanımı, endüstriyel süreçler, yangın gibi doğal afetler ve motorlu taşıtlar hava kirliliğinin en önemli sebeplerindendir. Ulaşım sera gazının oluşumuna ve küresel ısınmaya katkı sağlamak ve hava kirliliğini artırarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle bazı yönetimler trafik kısıtlama tedbirleri uygulamaya başlamıştır (Rossi vd., 2020; Macêdo ve Ramos, 2020; Liu vd., 2020; Lei vd., 2023). 2013'te Amerika Birleşik Devletleri (ABD) 'ndeki sera gazı emisyonlarının %27'sini ulaşım sektörü oluşturmuştur (Macêdo ve Ramos, 2020). Her yıl ulaşım sektörü tarafından dünyanın enerji ile ilgili CO₂ emisyonlarının yaklaşık %25'i üretilmekte olup bu emisyonun %75'i karayolu trafiğinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca 2015 yılında Çin'in ulaşım sektörü 843,9 milyon ton CO₂ üretmiş ve bu durum ülkenin toplam emisyonlarının %9,3'ünü oluşturmuş ve bunun 698,3 milyon tonu karayolu trafiğinden kaynaklı olarak oluşmuştur (Zhang vd., 2019). Su vd. tarafından yapılan bir çalışmada Avrupa şehirlerinde Kuzey Amerika şehirlerine göre daha yüksek yol ağlarına ve nüfus yoğunluklarına sahip oldukları ve potansiyel olarak nüfusun daha büyük bir kesiminin trafiğe bağlı hava kirliliğine maruz kaldığı görülmüştür. Avrupa şehirleri çoğunlukla otomobillerin yaygın olarak kullanılmasından önce yapılmış dar ve yay merkezli anayollar etrafında gelişmiştir ve bu nedenle yerleşim yerleri daha sonra otomobiller için uyarlanmış olan ulaşım yollarının yakınında inşa edilmiştir. Ayrıca seyrek bulunan açık alanlara bağlı olarak eski Avrupa şehirlerinin çevresinde çoğu alan işgal edilmiş veya geliştirilmiş olduğu için konut gelişimi şehir merkezinin uzağında sınırlı kalmıştır. Bu sebeplere bağlı olarak yerleşim yerleri büyük ulaşım ağlarına yakın olduğu için bu alanlardaki nüfusun büyük bir kısmı trafiğe bağlı hava kirliliğine maruz kalmaktadır (2015). Brauer vd. tarafından yapılan bir çalışmada da Kanada nüfusunun yaklaşık %32'sinin trafik kaynaklı hava kirliliğine maruz kalan bölgelerde yaşadığı belirtilmiştir (2013). Gariazzo vd. tarafından yapılan bir çalışmada şehir merkezlerindeki nüfus yoğunluğunun gündüz saatlerinde gece saatlerine kıyasla işe gidip gelen kişiler ve turistler gibi sebeplerden kaynaklı olarak 1000 kişi/km²'ye kadar arttığı ve nüfus hareketliliğindeki bu değişikliklere ve kirletici madde konsantrasyonlarındaki zamana ve mekana bağlı değişikliklere bağlı olarak nüfus maruziyetlerinde özellikle NO₂ için ±%50'ye kadar önemli bir değişiklik gözlemlenmiştir (2016). Hava kirliliği yüksek nüfus yoğunluğu ve yoğun antropojenik aktiviteler sebebiyle kentsel bölgelerde ciddi bir halk

sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak yapılan bir çalışma sonucunda ana yola 100 metre mesafede yaşamının erkeklerde kalıcı hırıltı, KOAH ve hava yolu tıkanıklığı bildirme risklerinin; kadınlarda ise astım, hırıltılı nefes darlığı atakları, dispne ve deri prick testlerinde pozitif çıkma risklerinin yüksek olmasına sebep olmaktadır (Nuvolone vd., 2011; Silveira vd., 2023).

COVID-19 pandemisi döneminde toplanan veriler ile İtalya'nın Padova şehrinde karantina süresince NO, NO₂, NO_x ve PM10 konsantrasyonlarının değişimi ve trafik ile ilişkisi incelenmiştir. Trafik ile ilişkisinin izole edilmesi amacıyla 2020, 2018 ve 2017 yıllarında yağmursuz günlere istatistiksel testler, korelasyon testleri ve çok değişkenli regresyon modelleri uygulanmıştır. Yapılan çalışma ile birlikte araç akışlarının NO, NO₂, NO_x konsantrasyonlarını büyük ölçüde etkilediği ve trafik ve PM10 arasında bir ilişki olduğu görülmüştür. Karantina dönemindeki günlük ortalama trafik akışları ile NO, NO₂, NO_x ve PM10 değerlerindeki değişikliklerin, 2018 ve 2017 yıllarının aynı günleriyle karşılaştırılması amacıyla istatistiksel testler yapılmıştır. Testlerin sonucunda araç trafiğinde %69-71, NO'da %46-54, NO₂'de %34-40 ve NO_x'de %36-44 azalmalara ulaşılmıştır. Trafik akışları ve incelenen meteorolojik faktörler arasındaki ilişki derecesinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan korelasyon analizlerinin sonucunda NO, NO₂, NO_x'in trafik akışlarıyla pozitif korelasyonlu olduğu görülmüştür (Rossi vd., 2020).

Geliştirilen stratejilerden alınacak verimin test edilmesi ve bu stratejilerin gerçek hayata uygulanmasının yüksek maliyetli olması sebebiyle büyük ölçekli ve karmaşık modeller oluşturmaya yönelik talep artmaktadır. Artan talebin karşılanması amacıyla NetLogo, Repast, MATsim ve SUMO gibi birçok simülasyon aracı geliştirilmiştir. MATsim ve SUMO çok büyük trafik ağlarını simüle edebilmekte, simülasyon modelleri oluşturmak için çeşitli yollar sunmakta ve sürücü platformunun özelleştirilmesine imkan sağlamaktadır. NetLogo'da kullanılmakta olan modelleme dili ile birlikte model oluşturma işlemi kolaylaşmıştır ancak CBS verilerine dayanan büyük ölçekli trafiğin modellenmesi için çok uygun değildir. Repast, CBS verilerinin modele entegre edilerek büyük ve karmaşık modeller oluşturulmasını sağlar ve iyi derecede programlama bilgisi gerektirdiği için özellikle bilgisayar bilimciler bu platformda ajan tabanlı modeller geliştirebilmektedir. MATsim ise çizgi ağı, çokgen ve raster gibi farklı şekil katmanlarını işleme konusunda yetersizdir. Platformlardaki bu sınırlamalar CBS ve Ajan Tabanlı Modelleme Mimarisi (GAMA) ile giderilmiştir (Shaharuddin ve Misro, 2023).

3. VERİ VE YÖNTEM

COVID-19 pandemisi ile birlikte uygulanan kısıtlamalar doğrultusunda pandemi döneminde taşıt kullanımında bir azalma yaşanmış ve bu durum hava kalitesini etkilemiştir. Bu çalışma kapsamında pandemi öncesi ve pandemi sonrasındaki nüfusa bağlı olarak trafik yoğunluğu ve kirlilik değerlendirilmiş olup Caferğa'daki hava kalitesi izlenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan uygulamalarda nüfusa bağlı olarak değişen trafik ve kirlilik simülasyonunun hazırlanması amacıyla GAMA yazılımı kullanılmıştır.

GAMA, 2007 yılında piyasaya sürülmüş ve saha uzmanları, modelleyiciler ve bilgisayar bilimcilerin kullanımı için ayrıntılı çoklu ajan simülasyonları oluşturmak üzere tam bir modelleme ve simülasyon geliştirme ortamı sağlayan bir simülasyon aracıdır. GAMA modelleme dili (GAML) simülasyon platformunun ajan odaklı dilidir ve bilgisayar bilimi geçmişi olmayan modelciler tarafından bile uyarlanabilir, temel bir dildir (Shaharuddin ve Misro, 2023). GAMA, CBS verisi yükleme, çoklu çizgi geometrilerinden tanımlanan grafikler, en kısa yol algoritmaları ve çoklu çizgi ağları üzerinde ajan hareketleri ve modelleyicilerin trafik modelleri geliştirmek için kullanabileceği çeşitli özelliklere sahiptir (Saval vd., 2023).

3.1 Çalışma Bölgesi

Çalışma kapsamında pandemi öncesi ve pandemi sonrasındaki nüfusa bağlı olarak trafik yoğunluğu ve kirlilik değerlendirilmesi ve hava kalitesinin izlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar için çalışma bölgesi Caferğa olarak seçilmiştir. Caferğa, İstanbul'un Anadolu Yakası'nda Kadıköy ilçesine bağlı tarihi ve canlı dokusuyla ön plana çıkan Kadıköy'ün eski mahallelerinden biridir. Sahip olduğu kültürel doku, kafe ve restoranlar ve sahile olan yakınlığı ile hem turistlerin hem de yerel sakinlerin uğrak noktalarından biridir. Yeme-içme ve eğlence sektörlerinin oldukça yoğun olduğu Caferğa metropol ölçeğinde hizmet vermektedir. Mahallenin toplam nüfusu 21421 olup bu nüfusun %55,8'ini kadınlar, %44,2'sini erkekler oluşturmaktadır. Mahallenin toplam alanı 123,74 hektar olup bu alanın 2,8 hektarı konut alanıdır. Mahallenin ekonomik canlılığı oldukça yüksektir ve 2016 yılı Sosyo-Ekonomik Statü (SES) puanı 100'dür. Düşük SES'e sahip popülasyonlar hava kirliliği gibi stres etkenlerine karşı daha savunmasızdır (Pratt vd., 2015). Bölgenin SES skoru bu anlamda bölgenin gelişmişliğini göstermektedir. Bölgede deniz hatları, metro istasyonları, otobüs durakları ve diğer ilçelere ulaşım sağlayan tramvay durakları bulunmaktadır. Ayrıca scooter ve bisiklet gibi mikro mobilite araçları da mahalle içi ve mahalleler arası ulaşımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışma alanında 24 adet mikromobilite park istasyonu da bulunmaktadır. (Url-1; Url-2; Url-3). Caferğa Mahallesi Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Caferaga mahalle sınırları.

3.2 Sistem Mimarisi

Bu çalışma verilerin toplanması, simülasyonların hazırlanması, hava kalitesinin incelenmesi ve değerlendirmelerin yapılması olmak üzere dört adımdan oluşmaktadır. Çalışma kapsamında ilk olarak çalışma bölgesine ait bina ve yol verisine ve 2019 ve 2024 yıllarına ait nüfus verisine ulaşılmıştır. Verilerin toplanmasının ardından ilk olarak GAMA yazılımında nüfus ve trafiğe bağlı kirlilik simülasyonları hazırlanmış ardından çalışma bölgesine ait pandemi öncesindeki ve pandemi sonrasındaki hava kalitesi incelenmiştir. Simülasyonların hazırlanması ve hava kalitesinin incelenmesinin ardından uygulamalar birlikte değerlendirilmiş ve nüfus ve trafiğin hava kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaya ait sistem mimarisi Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Sistem mimarisi.

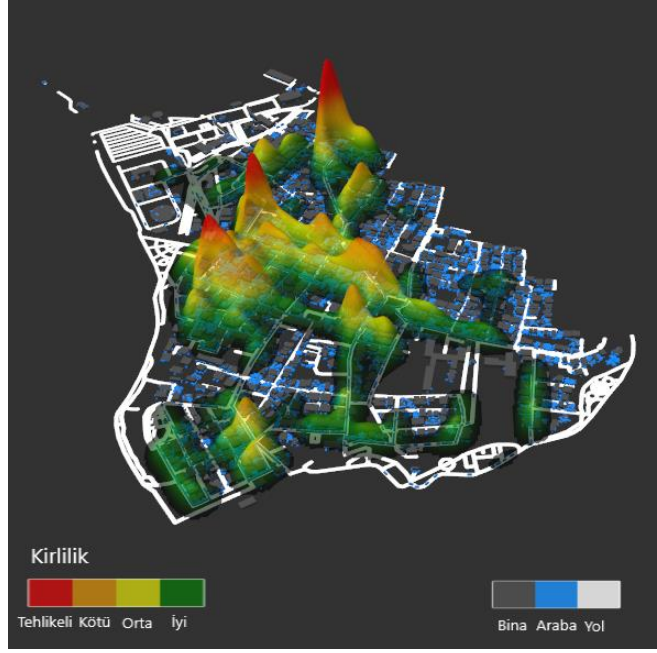
4. UYGULAMA

Şehirlerdeki insan faaliyetlerinin artması sebebiyle hava kalitesi gittikçe kötüleşmektedir. Bu durumun en büyük sebeplerinden biri hızla artan nüfus ve trafiktir. COVID-19 pandemisi ile birlikte birçok ülkede kısıtlamalar uygulanmış, bu kısıtlamalar doğrultusunda insanlar evden çalışmış ve hayati ihtiyaçları haricinde dışarı çıkmamıştır. Bu durum trafiğin ve hava kalitesini etkileyen NO, NO₂, NO_x ve PM10 konsantrasyonlarının değişmesine sebep olmuştur.

Bu çalışma kapsamında Caferaga’da pandemi öncesi ve pandemi sonrasındaki nüfusa bağlı olarak trafik yoğunluğu ve kirlilik değerlendirilmiş ve hava kalitesi izlenmiştir. Bu amaçla ilk olarak çalışma bölgesine ait ilgili veriler elde edilmiştir. Bina ve yol verisine OSM’den, 2019 ve 2024 yıllarına ait nüfus verisine de Kadıköy Belediyesi kaynaklarından ve yerel haber sitelerinden ulaşılmıştır. Son olarak hava kalitesinin izlenmesi amacıyla İBB Çevre Koruma ve Kontrol daire Başkanlığı Çevre Koruma Müdürlüğü tarafından geliştirilen İstanbul Hava Kalitesi İzleme platformundan faydalanılmıştır.

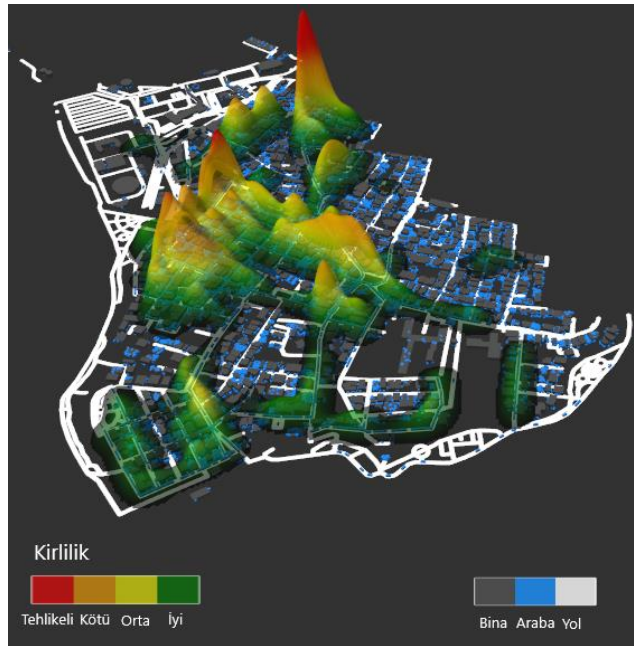
Verilerinin toplanmasının ardından ilk olarak GAMA yazılımında Caferaga mahallesine ait bina ve yol verisi ile nüfus bilgisi kullanılarak trafik ve kirlilik simülasyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan simülasyonda kirlilik modeli ile basit bir

trafik modeli kullanılmıştır. Model bir yoldaki hız insan sayısına bağlanmış ve yoldaki hareketlilik ve insanlar hareket ederken çevreye kirlilik yayar kuralına göre çalışmaktadır. Pandemi öncesi için 2019 yılına ait, pandemi sonrası için ise 2024 yılına ait simülasyonlar üretilmiştir. Simülasyonlarda nüfus parametresi 2019 yılı simülasyonu için 23383 kişi (Url-4), 2024 yılı simülasyonu için 21421 kişi (Url-2) olarak girilmiştir. 2019 yılına ait hazırlanan simülasyondan bir kesit Şekil 3’de yer almaktadır.



Şekil 3. Pandemi öncesi simülasyon sonucu.

Pandemi öncesi döneme ait simülasyon sonucu incelendiğinde bölgenin genel kirlilik durumunun kötü ve riskli seviyelerde olduğu ve mahallenin iç kesimlerinden sahile doğru yaklaştıkça kirliliğin azaldığı hatta yer yer iyi seviyede olduğu görülmektedir. Kirliliğin çok yüksek çıktığı lokasyonlarda bu kirliliğin sebebi kafe ve restoranlardan kaynaklı insan hareketinin fazlalığı ve bu bölgelere gelen kişilerin kullandıkları araç tipi olabilir. Şekil 2’de görülmekte olan mahallenin haritası ve Şekil 4’deki simülasyon sonucu incelendiğinde kirliliğin iyi seviyede olduğu bölgelerde yeşil alanların diğer seviyedeki alanlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Pandemi sonrasında değerlendirilmesi amacıyla hazırlanan simülasyon sonucu Şekil 4’de yer almaktadır.



Şekil 4. Pandemi sonrası simülasyon sonucu.

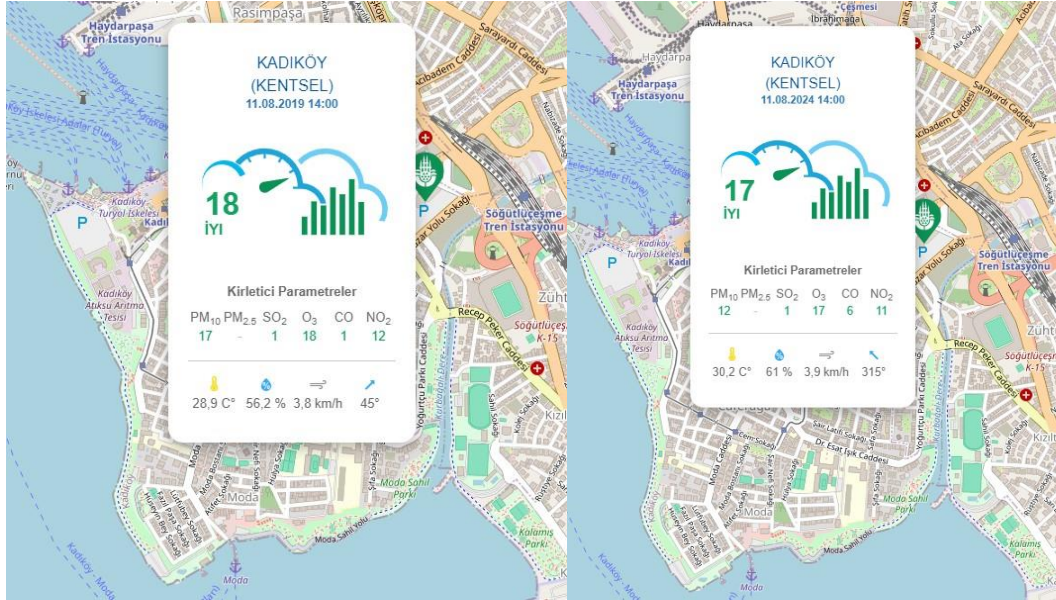
A. Koçyiğit vd.: Pandemi Öncesi ve Sonrası Trafik Yoğunluğunun Çevresel ve Toplumsal Etkilerinin CBS Tabanlı Analizi

Pandemi sonrası simülasyon sonucu incelendiğinde sahil şeridinde ve sahil şeridinden iç kesimlere doğru gidildikçe kirliliğin azaldığı görülmektedir. Kirliliğin çok yüksek çıktığı lokasyonlarda kirliliğin sebebi kafe ve restoranlardan kaynaklı kalabalık ve ana yola yakınlıktan kaynaklı araç trafiği olabilir. Simülasyonlarının hazırlanmasının ardından aynı yıllara ait 11 Ağustos tarihinin hava kalitesi incelenmiş ve nüfusun trafik ve hava kalitesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. İBB Çevre Koruma ve Kontrol daire Başkanlığı Çevre Koruma Müdürlüğü tarafından hazırlanan platformda belirtilen hava kalitesi indeksi (EPA) sınıfları Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Hava Kalitesi İndeksi (EPA) (Url-5).

| EPA | Açıklama |
|---------------------|---|
| İyi (0-50) | Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiç risk teşkil etmiyor |
| Orta (51-100) | Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıdaki insanlar için bazı kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir. |
| Hassas (101-150) | Hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabilir. Genel olarak kamunun etkilenmesi olası değildir. |
| Sağlıksız (151-200) | Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplar için ciddi sağlık etkileri söz konusu olabilir. |
| Kötü (201-250) | Sağlık açısından acil durum oluşturabilir. Nüfusun tamamının etkilenme olasılığı yüksektir. |
| Tehlikeli (251-300) | Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir. |

Pandemi öncesindeki hava kalitesinin izlenmesi amacıyla 11 Ağustos 2019 ve 11 Ağustos 2024 tarihine ait incelemeler yapılmıştır. 2019 (a) ve 2024 (b) yıllarına ait sonuçlar Şekil 5’de görülmektedir.



a) 2019 EPA değeri

(b) 2024 EPA değeri

Şekil 5. Pandemi öncesi ve sonrasına ait EPA değerleri

Değerler incelendiğinde pandemi sonrasında hava kalitesinde önemli bir değişim olmadığı görülmektedir. Hava kalitesini etkileyen değerler incelendiğinde ise PM10, O₃, ve NO₂ değerlerinin azaldığı, SO₂ değerinin değişmediği ve CO değerinin arttığı görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde pandemi sonrasında ilçe nüfusu ve bölgenin trafiğe ve nüfusa bağlı kirliliği azalmış olsa da hava kalitesinin yükselmediği hatta az da düştüğü görülmektedir. Bu durum CO miktarının artışından kaynaklanıyor olabilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Pandemi öncesi ve sonrasında Caferağa'nın nüfusa ve trafiğe bağlı kirlilik durumu ve hava kalitesinin incelenmesi amacıyla simülasyonlar hazırlanmış ve İBB Çevre Koruma ve Kontrol daire Başkanlığı Çevre Koruma Müdürlüğü tarafından hazırlanan platformundan yararlanılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda pandemi sonrasında çalışma bölgesinin nüfusunun azaldığı ve bu kapsamda hazırlanan simülasyonlar sonucunda nüfus ve trafiğe bağlı kirliliğin pandemi sonrasında azaldığı görülmüştür. Pandemi öncesinde sahil şeridinde yakın bölgelerde kirlilik durumu iyi ve orta iken pandemi sonrasında bu bölgelerdeki orta seviye yerler azalmış ve iyiye yaklaşmıştır. İç kesimlerdeki kirlilik durumu ise sahil şeridine göre daha kötü olup pandemi sonrasında bu durum iyileşmeye başlamıştır.

Çalışma bölgesine ait hava kalitesi incelendiğinde ise hem pandemi öncesinde hem de pandemi sonrasında bölgenin hava durumu indeksi iyidir ancak değer olarak bakıldığında küçük de olsa bir azalma yaşandığı görülmektedir. Hava kalitesini etkileyen maddeler incelendiğinde pandemi sonrasında bölgede CO miktarında artış yaşandığı görülmüştür. Pandemi sonrasında trafiğe ve nüfusa bağlı kirlilik ve nüfus azalmış olsa bile havadaki CO miktarı araçlarda kullanılan yakıt türü, ısınma amacıyla fosil yakıt kullanılan haneler, meteorolojik olaylar ve toplu taşıma araçları yerine kişisel araç kullanımındaki artıştan kaynaklanmış olabilir.

Yapılan çalışma toplumsal açıdan değerlendirildiğinde hava kalitesindeki düşüş insan sağlığı tehdit etmekte ve özellikle ciddi solunum ve kalp rahatsızlıklarına sebep olmaktadır. Ayrıca insanların refah seviyesini düşürmekte ve insan psikolojisini olumsuz etkileyerek stres, depresyon ve anksiyete gibi sorunlara sebep olmaktadır. Bu durum hem toplum refahını düşürmekte hem kişilerin iş ve sosyal hayatlarındaki performansını etkilemektedir. Kişilerin iş hayatındaki performans düşüşünden kaynaklı iş gücü azalması bunun sonucunda ekonomik problemler de artmaktadır.

Sonuç olarak simülasyonlar sonucunda pandemi sonrasında Caferağa bölgesinde nüfus ve trafiğe bağlı kirliliğin azaldığı görülmüş, İBB tarafından hazırlanmış hava kalitesi izleme platformu üzerinden hava kalitesi incelendiğinde hava kalitesi indeksinin değişmediği ancak değerinin azaldığı görülmüş, hava kalitesini etkileyen maddeler arasında CO seviyesinde artış yaşandığı görülmüştür. Ancak hava ve çevre temizliği hakkında daha kesin çıkarımların yapılması amacıyla bölgeye gelen günlük araç sayısı, araçların yakıt tipi, toplu taşıma araçlarının kullanım oranı gibi emisyonu etkileyen tüm kriterlerin değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Brauer, M., Reynolds, C., ve Hystad, P.** 2013. Traffic-related air pollution and health in Canada. *CMAJ*, 185(18), 1557-1558.
- Fosset, P., Andre-Poyaud, I., Banos, A., Beck, E., Chardonnel, S., Conesa, A., ... ve Thévenin, T.** 2016. Exploring intra-urban accessibility and impacts of pollution policies with an agent-based simulation platform: GaMiroD. *Systems*, 4(1), 5.
- Gariazzo, C., Pelliccioni, A., ve Bolignano, A.** 2016. A dynamic urban air pollution population exposure assessment study using model and population density data derived by mobile phone traffic. *Atmospheric environment*, 131, 289-300.
- Ghaffari, E., Rahmani, A. M., Saberikamarposhti, M., ve Sahafi, A.** 2022. An optimal path-finding algorithm in smart cities by considering traffic congestion and air pollution. *IEEE Access*, 10, 55126-55135.
- Kobza, J., ve Geremek, M.** 2017. Do the pollution related to high-traffic roads in urbanised areas pose a significant threat to the local population?. *Environmental monitoring and assessment*, 189, 1-14.
- Krewski, D., ve Rainham, D.** 2007. Ambient air pollution and population health: overview. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 70(3-4), 275-283.
- Lei, H., Zeng, S., Namaiti, A., ve Zeng, J.** 2023. The impacts of road traffic on urban carbon emissions and the corresponding planning strategies. *Land*, 12(4), 800.
- Liu, C., Wang, X., Lai, F., ve Huang, Y.** 2020. Empirical study on carbon emission measurement and influencing factors of urban traffic based on "Population-Economy-Environment". *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 601,1, p. 012049. IOP Publishing.
- Macêdo, M. F. M., ve Ramos, A. L. D.** 2020. Vehicle atmospheric pollution evaluation using AERMOD model at avenue in a Brazilian capital city. *Air quality, atmosphere & health*, 13(3), 309-320.

Nuvolone, D., Maggiore, R. D., Maio, S., Fresco, R., Baldacci, S., Carrozzì, L., ... ve Viegi, G. 2011. Geographical information system and environmental epidemiology: a cross-sectional spatial analysis of the effects of traffic-related air pollution on population respiratory health. *Environmental Health*, 10, 1-12.

Pratt, G. C., Vadali, M. L., Kvale, D. L., ve Ellickson, K. M. 2015. Traffic, air pollution, minority and socio-economic status: addressing inequities in exposure and risk. *International journal of environmental research and public health*, 12(5), 5355-5372.

Rossi, R., Ceccato, R., ve Gastaldi, M. 2020. Effect of road traffic on air pollution. Experimental evidence from COVID-19 lockdown. *Sustainability* 12, 8984.

Saval, A., Minh, D. P., Chapuis, K., Tranouez, P., Caron, C., Daudé, É., ve Taillandier, P. 2023. Dealing with mixed and non-normative traffic. An agent-based simulation with the GAMA platform. *Plos one*, 18(3), e0281658.

Shaharuddin, R. A., ve Misro, M. Y. 2023. Controlling Traffic Congestion in Urbanised City: A Framework Using Agent-Based Modelling and Simulation Approach. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(6), 226.

Silveira, C., Ferreira, J., ve Miranda, A. I. 2023. A multiscale air quality and health risk modelling system: Design and application over a local traffic management case study. *Atmospheric Environment*, 294, 119481.

Su, J. G., Apte, J. S., Lipsitt, J., Garcia-Gonzales, D. A., Beckerman, B. S., de Nazelle, A., ... ve Jerrett, M. 2015. Populations potentially exposed to traffic-related air pollution in seven world cities. *Environment international*, 78, 82-89.

Zhang, K., ve Batterman, S. 2013. Air pollution and health risks due to vehicle traffic. *Science of the total Environment*, 450, 307-316.

Zhang, L., Long, R., Chen, H., ve Geng, J. 2019. A review of China's road traffic carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, 207, 569-581.

Url-1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü. Caferağa Mahallesi. <https://schirplanlama.ibb.istanbul/Caferağa-mahallesi/>. [Erişim Tarihi: 23.09.2024]

Url-2. Kadıköy Belediyesi. Caferağa Mahallesi. Anlat Kadıköy. <https://anlat.kadikoy.bel.tr/>. [Erişim Tarihi: 23.09.2024]

Url-3. IETT (2024). IETT GTFS Data. <https://data.ibb.gov.tr/en/dataset/iett-gtfs-verisi>. [Erişim Tarihi: 23.09.2024]

Url-4. <https://www.gazetekadikoy.com.tr/yasam/kadikye-g-var>. [Erişim Tarihi: 23.09.2024]

Url-5. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. Hava Kalitesi İzleme İstasyonu. <https://havakalitesi.ibb.gov.tr/Pages/AirQuality>, [Erişim Tarihi: 23.09.2024]