

AIRQOON

KADIKÖY BELEDİYESİ

KADIKÖY'ÜN HAVA KALİTESİ ANALİZİ

Hazırlayanlar:

Met. Müh. Umur Dinç

Met. Müh. Zeynep Feriha Ünal

İçindekiler

Partiküler Madde	3
Partiküler Madde Nedir?	3
Partiküler Maddenin İnsan Sağlığına Etkisi	3
Kadıköy İlçesi İçin Meteorolojik Bilgiler	3
Kadıköy'ün Hava Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi	4
Kullanılan Meteorolojik Veri	4
Kadıköy İçerisindeki Hava Kalite Ölçüm Cihazları	4
Hava Kalite Ölçüm Verilerinin Analizi	5
Sonuçlar	5
Kaynakça	8

Partiküler Madde

Partiküler Madde Nedir?

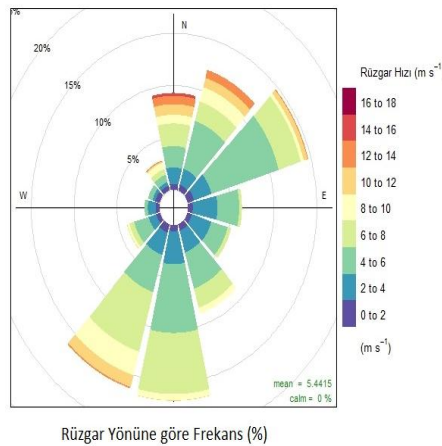
Hava kirliliği; atmosferdeki kirletici maddelerin, canlı yaşamına olumsuz yönde etki edecek miktarda bulunması olarak tanımlanabilir. Kükürt oksitler, azot oksitler, karbonmonoksit, hidrokarbonlar ve partiküler maddeler, kirletici türlerine örnek olarak verilebilir (Toros, 2000). Bu kirletici maddelerin miktarları için çeşitli kuruluşlar tarafından eşik değerler belirlenmektedir. Kirletici miktarı bu değerleri aştığında, canlıların sağlığını tehdit edebilmektedir. Partiküler maddeler (PM), en basit tanımıyla atmosferde çapları 0.1 – 100 µm arasında çeşitlilik gösteren, katı veya sıvı haldeki parçacıklardır (İncecik, 1994). PM_{2.5} ise aerodinamik çapı 2.5 µm veya daha küçük olan aerosoller olarak tanımlanmaktadır.

Partiküler Maddenin İnsan Sağlığına Etkisi

Partiküler madde konsantrasyonlarının çaplarının giderek küçülmesiyle birlikte insan sağlığı için daha büyük tehlike arz ettiği bilinmektedir. Partiküler maddenin solunum ve kardiyovasküler sistem öncelikli olmak üzere kronik astım ve bronşit gibi hastalıkları tetiklemekte, kanser yapıcı organik kimyasallar içermektedir (Koenig, 2000). Çapları küçük olan bu partiküllerin solunumla birlikte akciğere kadar ulaşması sonucunda kana karışarak nefes darlığına ve ileri safhalarda kalp rahatsızlıklarına ve hatta prematüre doğuma sebep olabilmektedir (Şen, 2018). 20 yılı aşkın epidemiyolojik çalışmalar sonucunda bilim insanları, partikül madde ile solunum kaynaklı ölüm arasında kuvvetli bir ilişki ortaya koydular (Brunekeef & Holgate, 2002). Canlı sağlığına tehdit oluşturması sebebiyle, Dünya Sağlık Örgütü tarafından PM_{2.5} eşik değerleri, yıllık ortalama 10 µg/m³ ve bir gündeki saatlik ortalama 25 µg/m³ olarak belirlenmiştir (WHO, 2018).

Kadıköy İlçesi İçin Meteorolojik Bilgiler

Kadıköy Belediyesi'nin hazırladığı Şehir Sağlık Profili Raporu'na göre, ilçede sıcak ve az yağışlı yaz mevsimleri ile ılık ve yağışlı kış mevsimleri görülmektedir. İlçenin 2013-2017 yılları arasındaki ortalama sıcaklık değerleri Aralık, Ocak ve Şubat ayları için sırasıyla 9°C, 7°C ve 8.6°C dir. Aynı periyotta ve aylardaki ortalama aylık yağış miktarı sırasıyla 95.4 kg/m², 74.6 kg/m² ve 67.4 kg/m² iken, nem miktarı ise sırasıyla %77.4, %78.2 ve %79.2 dir (2019).1 Aralık 2020 – 1 Mart 2021 tarihleri arasında CFSv2'den alınan veri incelendiğinde, ilçenin bu periyottaki hakim rüzgar yönü güney-güneybatı olarak görülmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, kuzey doğulu rüzgarların da ilçede hakim olduğu belirlenmiştir. İlçede hafif rüzgarların daha çok görüldüğü, kuvvetli rüzgarların ise genellikle güneybatı ve kuzey yönlerinden estiği belirlenmiştir.



Şekil 1. 1 Aralık 2020- 1 Mart 2021 Tarihleri Arası Saatlik Rüzgar Güllü

Kadıköy'ün Hava Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi

Kadıköy, İstanbul ilinde, Anadolu Yakası'nın güneybatısında bulunan, 120 metre rakıma sahip bir ilçedir (Kadıköy Belediyesi, t.y.). İlçenin nüfusu yaklaşık yarım milyondur (Kadıköy Kaymakamlığı, 2020). Nüfusun yoğun olması sebebiyle, ilçede yerleşim bölgelerinden kaynaklı ısınma emisyonların hava kalitesini etkilemesi beklenebilir. Ulaşım açısından bakıldığında, karayolu ve raylı sistemlerin sefer kapasitesinin yüksek olması, ilçede emisyonları artırıcı bir unsur olarak değerlendirilebilir. İlçenin deniz kıyısında bulunması, deniz ulaşımını günlük yaşamın önemli bir parçası haline getirmiştir. İlçede ayrıca yaklaşık 6500 araçlık otopark kapasitesi bulunmaktadır (Kadıköy Belediyesi, t.y.).

Kullanılan Meteorolojik Veri

Bu raporda hava kirliliği analizinde meteorolojik veri olarak Amerikan Ulusal Çevresel Tahmin Merkezinin (NCEP) 0.2° çözünürlükteki saatlik CFSv2 verisi kullanılmıştır. CFSv2 verisi ölçüme yakın değerler veren küresel bir veridir ve meteorolojik ölçüm olmayan yerlerde kullanımı yaygın yeniden tahmin yöntemi (Reforecast) ile oluşturulmuş veridir. Raporda CFSRv2 verisinin kullanılmasındaki temel neden, bu veri içerisinde bulunan rüzgar şiddeti ve yönü, basınç değişkenlerinin hava kirliliği analizinde büyük bir önemi olmasıdır. Veri bütünlüğünün bozulmaması adına sıcaklık, basınç ve rüzgar verileri bir arada kullanılmıştır.

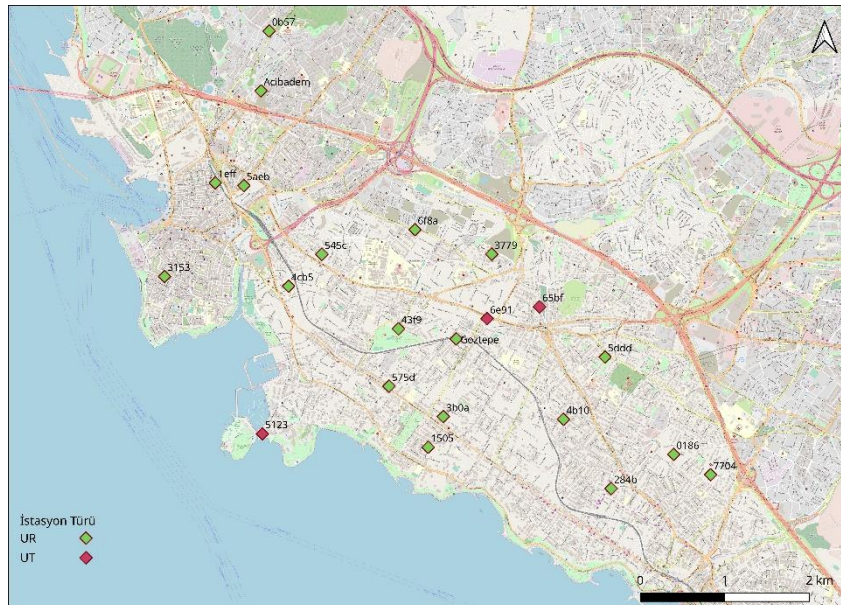
Kadıköy İçerisindeki Hava Kalite Ölçüm Cihazları

Kadıköy ilçesi içerisinde farklı konumlarda yer alan 22 ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu raporda cihazların konumlarına, bulundukları yerlerin şehirleşme, kırsal, karasallık ve denizsellik, emisyon kaynaklarına göre istasyon türleri belirlenirken AB Komisyonu'nun diğer paydaşlarla oluşturduğu rapor baz alınmıştır (Geiger vd.,2014). İstasyon türleri belirlenirken iki farklı tanımlama ele alınmıştır:

- 1.Grup: Urban (Kentsel), Suburban (Yörekentsel), Rural (Kırsal).
- 2.Grup: Transportation (Trafik), Residential (Konutsal), Industrial (Endüstriyel).

İstasyonlardan on dokuzu genel anlamda Kentsel-Konutsal; üçü ise Kentsel-Trafik emisyon kaynaklı partiküler madde konsantrasyonlarını ölçmektedir. 5123 kodlu istasyon, diğer UT tanımlı iki istasyondan farklı olarak deniz ulaşımı kaynaklı emisyonları ölçmektedir. 43f9 kodlu istasyon ise diğer UR tanımlı istasyonlardan farklı olarak park içerisinde yer almaktadır.

Şekil 2'de Kadıköy'de bulunan tüm istasyonların konumları ve türleri yeşil (UR) ve kırmızı (UT) renklerle verilmiştir.



Şekil 2. Hava Kalite Ölçüm İstasyonlarının Konumları ve Türleri

Hava Kalite Ölçüm Verilerinin Analizi

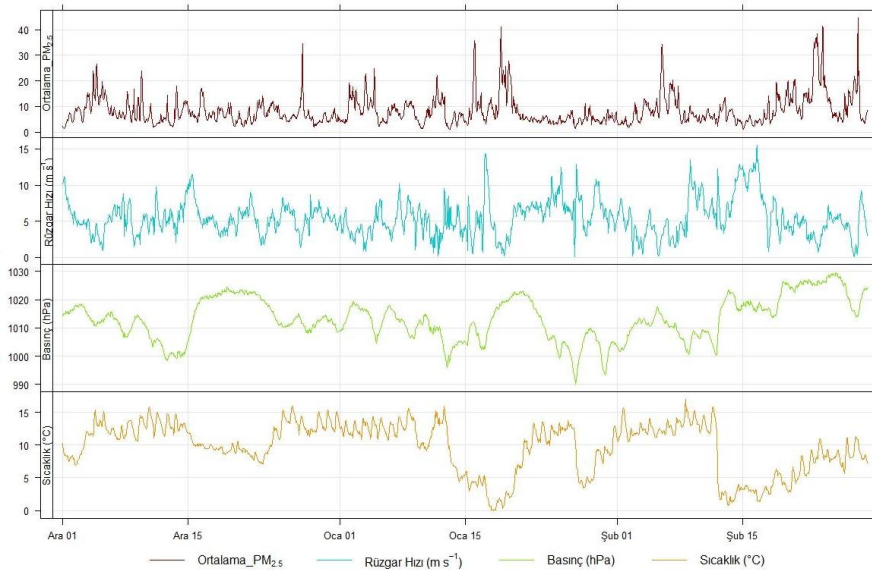
Ham veri için tüm istasyonların ortalama veri yüzdesi %71 olarak bulunmuştur. Ortalama $PM_{2.5}$ değerinin tüm istasyonlar için ortalaması $7.1 \mu g/m^3$ olarak hesaplanmıştır. Ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin tüm istasyonlar için ortalaması $16^\circ C$ iken, ortalama nem değerlerinin tüm istasyonlar için ortalaması ise %59 olarak bulunmuştur.

Ayıklanmış veri için tüm istasyonların ortalama veri yüzdesi %68 olarak bulunmuştur. Bu değer, ayıklanan verilerin yerine tamamlama işlemi yapılmaması sebebiyle bir öncekine göre düşük hesaplanmıştır. Ortalama $PM_{2.5}$ değerinin tüm istasyonlar için ortalaması $8.3 \mu g/m^3$ olarak elde edilmiştir. Ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin tüm istasyonlar için ortalaması $14^\circ C$ iken, ortalama nem değerlerinin tüm istasyonlar için ortalaması ise %58.5 olarak bulunmuştur.

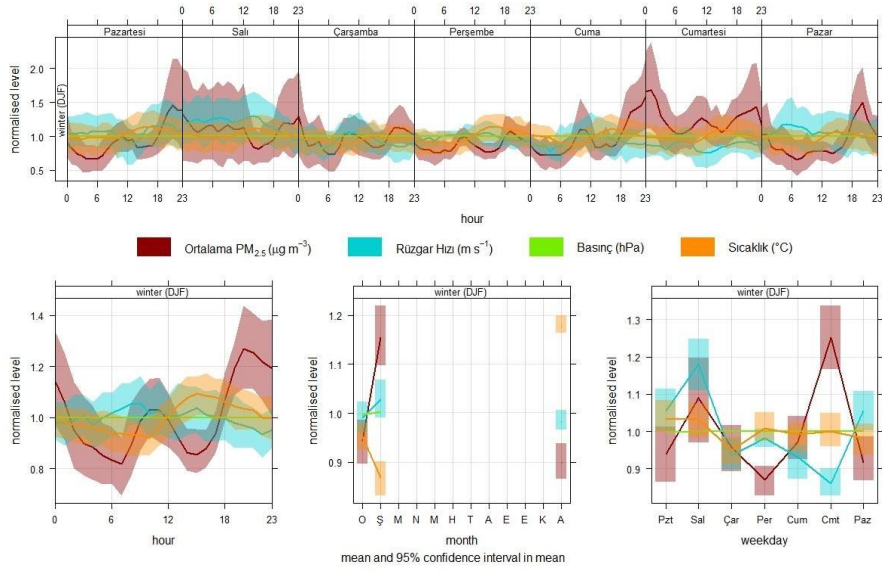
Ayıklama işleminden sonra verilerin saatlik ortalama değerleri elde edilerek bu değerlere ait tanımlayıcı istatistik bilgileri hesaplanmıştır. Saatlik verilerde tüm istasyonların ortalama veri yüzdesi %87 olarak bulunmuştur. Tüm istasyonların $PM_{2.5}$ ortalaması $8.2 \mu g/m^3$ olarak hesaplanmıştır. Meteorolojik veri olarak CFSv2'ye ait sıcaklık, basınç, rüzgar hızı ve yönü verileri elde edilmiştir. Bu verilerin saatlik ortalaması ise sıcaklık için $9.8^\circ C$, basınç için 1013.2 hPa, rüzgar hızı için ise 5.4 m/s olarak hesaplanmıştır. Bu rapor için incelenen $PM_{2.5}$ parametresi için veri yüzdesi %80'in altında bulunan istasyonların analize katılması genel davranışı bozacağından; 6e91, 6f8a, 0186 ve 1505 kodlu istasyonlar ele alınmamıştır.

Sonuçlar

Şekil 3'te sırasıyla $PM_{2.5}$, rüzgar hızı, basınç ve sıcaklık değerlerine ait 1 Aralık 2020- 1 Mart 2021 tarihleri arasında ait zaman serileri görülmektedir. 3 aylık periyotta, tüm istasyonlardan alınan ortalama $PM_{2.5}$ değerlerinin ara ara pik değerlere ulaştığı görülebilmektedir. Bu artışların gerçekleştiği zamanlarda rüzgar hızının düştüğü gözlenmektedir. Bu durum, kirleticilerin lokal olduğunu ve herhangi bir yerden taşınımının mevcut olmadığına işaret etmektedir. Bununla birlikte, bazı dönemlerde rüzgar hızının artmasına rağmen kirletici değerlerinin azalmadığı taşınımlar da söz konusudur, ancak ele alınan periyotta bu tür durumlar oldukça nadir saptanmıştır. Basınç ile kirletici ilişkilerinde, genellikle yüksek basıncın olduğu koşullarda kirletici birikiminin varlığı gözlenebilmektedir. Ele alınan periyotta, basıncın kirletici konsantrasyonları ile net bir korelasyonunun bulunmadığı söylenebilir. Sıcaklık ile $PM_{2.5}$ konsantrasyonları arasında ise net bir ilişki tespit edilememiştir.

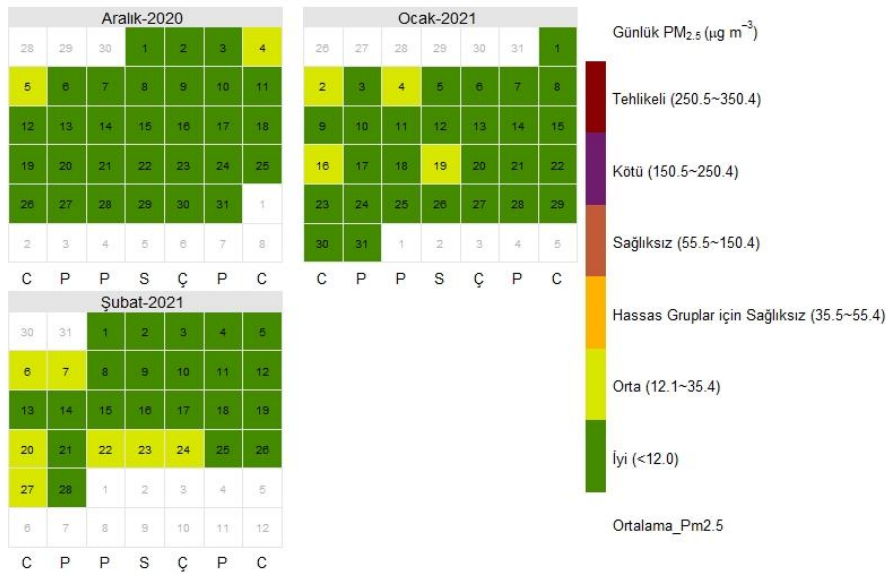


Şekil 3.1 Aralık 2020-1 Mart 2021 Tarihleri Arası Saatlik Ölçüm Verilerine ait Zaman Serisi



Şekil 4.1 Aralık 2020-1 Mart 2021 Tarihleri Arası Değişkenlerin Haftalık-Saatlik Zaman Serisi

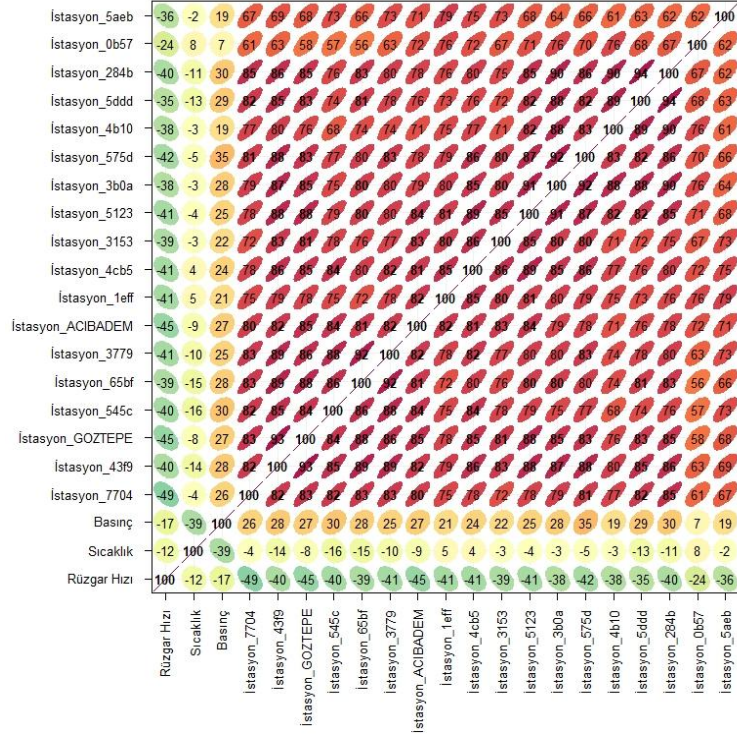
Şekil 4'e bakıldığında saatlik dağılımlarda özellikle akşam saatlerinde daha fazla kirlilik görülmektedir. Bunun nedeninin kış aylarında sıcaklığın düşmesiyle birlikte özellikle güneşin batımından sonraki saatlerde ısınma faaliyetlerinin emisyonlarının artması olduğu düşünülmektedir. Aylık bazda Şubat'ta PM_{2.5} artış sebebi ise bu ay içerisindeki kar yağışı ve düşük sıcaklık trendinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Haftalık bazda, en çok Cumartesi günlerinde konsantrasyon artışı görülmüştür ve konsantrasyonların en az olduğu gün Perşembe günleridir.



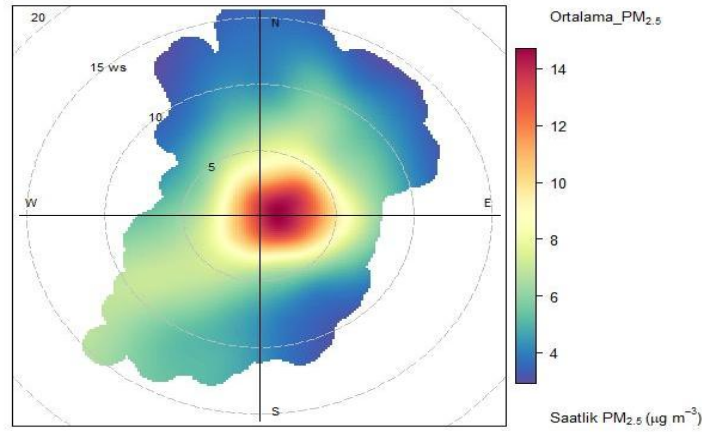
Şekil 5.1 Aralık 2020- 1 Mart 2021 Tarihleri Arası PM_{2.5} için Hava Kalite Değerleri

Analiz edilen tarih aralığına ait 24 saatlik PM_{2.5} kirliliği takvimi Şekil 5'te verilmiştir. PM_{2.5} için Hava Kalite değerlerinin kesim noktaları EPA'nın değerlendirmesine göre alınmıştır (EPA,2021). Bu şekilde aynı zamanda referans zaman aralığında hava kalitesinin orta olduğu 15 gün yaşanmıştır. Bu 15 gün içinde 3 farklı tarihte kirlilik epizodu tespit edilmiştir. Bu epizodlardan 4-5 Aralık 2020 ve 6-7 Şubat 2021 epizodları düşük rüzgar hızlarıyla ilişkilendirilirken; 22-24 Şubat 2021 epizodu ise üç gün sürmüş olup çöl tozu taşınımı ile ilişkilendirilmiştir. İstasyonlar içerisinde genel anlamda Acıbadem ve Göztepe en kirli istasyonlar olup 5aeb, 4b10 kodlu istasyonlar ise en az kirli istasyonlar olarak belirlenmiştir.

İstasyonlar arası korelasyon ve tüm istasyonların meteorolojik değişkenlerle korelasyonu matris oluşturularak Şekil 6'da verilmiştir. Rüzgar Hızının bütün istasyonlarla negatif korelasyon gösterdiği ancak 7704 kodlu istasyonu -0.49 ile göze çarpmaktadır. Sıcaklık, basınç ve istasyonlar arasında net bir korelasyonun bulunmadığı görülmektedir. İstasyonlar arası en yüksek korelasyonların 0.94 ile 284b ve 5ddd kodlu istasyonlarda; 3b0a ve 575d kodlu istasyonlarda ise 0.92 bulunmuştur. 3b0a ve 575d kodlu istasyonların aralarında yaklaşık olarak 750 mt. vardır.



Şekil 6. İstasyon-İstasyon ve İstasyon-Meteorolojik Değişken Arasındaki İlişki



Şekil 7. Kadıköy İlçesine ait Hava Kirliliği Kaynak Haritası

Şekil 7'de verilen ilçeye ait kirlilik kaynak haritasında kesikli noktalara sahip olan çemberler rüzgar hızını belirtirken, renklendirme $PM_{2.5}$ kirleticisini ifade etmektedir. Burada düşük rüzgar hızının kirleticisiyle korelasyonu, emisyon kaynaklarının ilçe içerisinde olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda güneybatıdaki bu renklenme, kirleticilerden birisinin deniz ulaşımı olduğunu da göstermektedir. Bütün bu bilgiler ışığında, Kadıköy için emisyon kaynaklarının, genellikle ısınma ve trafik kaynaklı emisyonlar olduğu analiz edilmiştir.

Kaynakça

Brunekreef, B., Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *The lancet*, 360(9341), 1233-1242.

EPA (2021, 10 Mart). Air Quality Index- AQS Reference Table / Acceptable PM2.5 AQI & Speciation Mass. İnternet adresi: https://aqs.epa.gov/aqsweb/documents/codetables/aqi_breakpoints.html

Geiger, J., Malherbe, L., Mathe, F., Ross-Jones, M., Sjoberg, K., Spangl, W., ... & de Saeger, E. (2014). Assessment on siting criteria, classification and representativeness of air quality monitoring stations. JRC–AQUILA Position Paper, <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/SCREAM%20final.pdf>.

İncecik, S. (1994). Hava Kirliliği Kitabı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Gümüşsuyu Matbaası.

Kadıköy Belediyesi. (2019). Kadıköy Şehir Sağlık Profili. İnternet adresi: <http://www.kadikoy.bel.tr/Documents/file/dosya/KADIK%C3%96Y%20%C5%9EEH%C4%B0R%20SAGLIK%20PROF%C4%B0L%C4%B0%20.pdf>

Kadıköy Belediyesi. (t.y.) Coğrafi Konum. İnternet adresi: <http://www.kadikoy.bel.tr/Kadikoy/Cografi-Konum>

Kadıköy Kaymakamlığı. (2020). Kadıköy Nüfusu. İnternet Adresi: <http://www.kadikoy.gov.tr/kadikoy-nufusu-24075-kisi-artti>

Koenig, J. Q. (2000). Health effects of particulate matter. In *Health Effects of Ambient Air Pollution* (pp. 115-137). Springer, Boston, MA.

Saha, S., and Co-authors (2011). NCEP Climate Forecast System Version 2 (CFSv2) Selected Hourly Time-Series Products. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory, Boulder, CO. Son Erişim Tarihi: 2021-03-06.

Şen, O. (2018). Tıbbi Meteoroloji Ders Notları. İstanbul Teknik Üniversitesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Toros, H. (2000). İstanbul'da Asit Yağışları Kaynakları ve Etkileri. Doktora tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. (İnternet adresi: <https://web.itu.edu.tr/~toros/hava.htm>)

WHO. (2018). Ambient (outdoor) air pollution. İnternet adresi: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Carslaw, D. C., & Ropkins, K. (2012). Openair—an R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*, 27, 52-61.

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. İnternet adresi: <https://www.R-project.org/>.