

Air Pollution Assessment in Turhal District: Temporal Analysis of Pollutants

Yeliz Durgun ^{a,1}

^a Tokat Gaziosmanpaşa University, Turhal Vocational School, Tokat, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-3834-5533

Abstract

Since the last century, the rapidly increasing global population, along with industrialization and urbanization, has increased the type and amount of pollutants in the atmosphere. Particularly, the dependency on fossil fuels for energy production, transportation, and industrial activities has become one of the main sources of air pollution. This has led to an air pollution problem that negatively affects the quality of life in urban areas. However, in this study conducted in the Turhal district of Tokat, an optimistic development has been observed in recent years. Based on the data obtained from the air quality monitoring stations located in the region, the concentrations of pollutants such as PM₁₀, NO₂, NOX, and SO₂ have been thoroughly examined. The analysis results indicate a significant decreasing trend in the concentrations of these pollutants from 2020 to 2023. This positive trend can be attributed to the increasing awareness of environmental protection, technological innovations, and societal consciousness. The study demonstrates the positive impacts on regional air quality during this period.

Keywords: “Air pollution, pollutants, seasonal analysis, time frame.”

1. Giriş

Modern dünyanın karşı karşıya olduğu en ciddi çevresel tehditlerden biri hava kirliliğidir[1]. Bu problem, kentleşme, ulaşım ve sanayileşme gibi etmenlerin bir araya gelmesiyle derinleşmektedir[2]. Bu üç etmen, bir kısır döngü oluşturarak birbirlerini tetiklemekte ve kötüleştirilmektedir. Sanayileşmenin artması, endüstriyel tarım uygulamalarının benimsenmesini beraberinde getirmiştir[3][4]. Bu, kırsal bölgelerde iş imkanlarının azalmasına yol açarak kırdan kente göçü hızlandırmıştır[5][6]. Kentlerin büyümesiyle birlikte, nüfus yoğunluğu ve ulaşım ihtiyaçları da artmıştır. Bu hem trafik yoğunluğunu artırmış hem de egzoz emisyonlarının atmosfere salınmasına neden olmuştur[7][8]. Hava kirliliğinin tanımı, atmosferde zararlı gaz ve taneciklerin varlığına dayanmaktadır[9][10]. İnsan faaliyetleri ve doğal olaylar sonucunda atmosferin doğal bileşimini değiştiren bu gaz ve tanecikler, yoğunluklarına ve atmosferde kaldıkları süreye bağlı olarak canlılara zarar verebilmektedir. Özellikle yanlış kentleşme, uygunsuz yakma teknikleri, yeşil alanların azalması gibi faktörler hava kirliliğini daha da artırmaktadır. Bu kirleticiler, atmosfere erişim yollarına göre birincil ve ikincil olarak sınıflandırılmaktadır. Günümüzde hava kirliliği, çevre sorunları arasında en üst sıralarda yer almakta ve hem doğa hem de insan sağlığını ciddi anlamda tehdit etmektedir[11]. Bu kirlilik, atmosferde yabancı maddelerin insan ve diğer canlıların sağlığına zarar verecek miktarlarda bulunmasını ifade eder. Tarih boyunca, hava kirliliğinden kaynaklanan kitlesel olaylar binlerce insanın hayatını kaybetmesine neden olmuştur[12]. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre, dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğu, hava kalitesi sınır değerlerinin üzerindeki bölgelerde yaşamaktadır[13]. Bu, kalp hastalığı, inme, kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi birçok hastalığın artmasına yol açmaktadır. Hava kirliliği konusunda en fazla endişe duyulan kirleticilerden biri partikül madde (PM)'dir. Bu maddeler, atmosferde solunabilir partiküller olarak bulunan sülfat, nitratlar, amonyak, sodyum klorür, siyah karbon ve mineral toz gibi bileşenlerden oluşur. PM, taşıtların yanı sıra endüstriyel faaliyetler, kömür ve petrol yanmaları sonucunda atmosfere salınır. Bu partiküller, akciğerlere derinlemesine nüfuz edebilir ve kardiyovasküler, serebrovasküler ve solunum sistemlerine zarar verebilir. Dünya Sağlık Örgütü, PM'yi akciğer kanserinin bir nedeni olarak sınıflandırmıştır[14].

Günümüzde hava kirliliği, küresel bir sorun haline gelmiştir[15][16]. Türkiye'de de 1950'lerden itibaren bu sorunla mücadele edilmeye başlanmıştır. Bu dönemde yaşanan hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme, enerji ihtiyacını karşılamak adına petrol ve kömür gibi yakıtların tüketimini artırmıştır[17][1]. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki hava kirliliğinin sebeplerini, etkilerini ve önemini incelemek ve Turhal bölgesindeki hava kalitesine odaklanarak bu konuda alınabilecek önlemlere dikkat çekmektir.

¹ Corresponding Author
E-mail Address: yeliz.durgun@gop.edu.tr

Türkiye'de hava kirliliğinin ana sebepleri arasında kırsaldan kentsel bölgelere göç, hızla artan nüfus, sanayileşme ve ulaşım bulunmaktadır[18]. Bu faktörler, enerji üretimi için kömür ve petrol tüketiminin artmasına sebep olmuş, bu da atmosfere salınan kirletici gazların miktarını arttırmıştır. Özellikle kötü kaliteli katı yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan kükürt dioksit (SO₂) gazı, canlılar için zehirleyici bir özellik taşımaktadır. Ayrıca, motorlu araçların egzozlarından yayılan azot dioksit (NO₂) emisyonları da hava kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Turhal, Tokat iline bağlı bir ilçedir ve nüfus yoğunluğu, trafik yoğunluğu, sanayi ve inşaat sektörü faaliyetleriyle dikkat çekmektedir. Bu çalışma kapsamında Turhal hava izleme istasyonundan elde edilen verilerle bölgedeki SO₂, PM10, NO₂ ve NOX emisyonları takip edilmiştir. Bu değerlerin mevsimsel, çevresel ve toplumsal etkileri üzerine odaklanılarak, bölgedeki hava kirliliğinin sebepleri ve etkileri incelenmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü, hava kirliliğinin azaltılmasıyla milyonlarca erken ölümün önlenebileceğini belirtmektedir[19]. Bu nedenle, hava kirliliğiyle mücadele edilmesi büyük bir öneme sahiptir. Türkiye'de hava kirliliği seviyelerinin kabul edilen sınırların üzerinde seyrettiği göz önünde bulundurulduğunda, bu mücadelede daha etkili ve sürdürülebilir çözümler üretilmesi gerekmektedir. Özellikle endüstriyel tesislerden, konutlarda ısınma amaçlı yakıt tüketiminden ve motorlu taşıt egzozlarından kaynaklanan kirlilik, etkin bir şekilde kontrol altına alınmalıdır. Hava kalitesi indeksi, halkın hava kalitesi hakkında bilgilendirilmesi için kullanılacak etkili bir araçtır[20]. Bu indeks sayesinde, halkın soluduğu havanın kalitesi hakkında bilgi verilerek, sağlıklarını nasıl koruyacakları konusunda eğitimler verilebilmektedir. Sonuç olarak, hava kirliliği, çağımızın en büyük çevresel sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunun çözümü için kentleşme, sanayileşme ve ulaşım gibi ana etmenlerin dikkate alınarak sürdürülebilir politikaların benimsenmesi gerekmektedir. Türkiye'de hava kirliliğiyle mücadele etmek, hem insan sağlığını korumak hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlamak adına büyük bir öneme sahiptir. Özellikle sanayileşme ve kentleşmenin hızla devam ettiği bölgelerde, bu sorunla etkili bir şekilde mücadele edilmesi gerekmektedir.

2. Yöntem

Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağ'ından toplanan veriler doğrultusunda Tokat'ın Turhal ilçesi için 3 yıl boyunca izlenen PM10, NO₂, NOX ve SO₂ emisyonları yıl, ay, mevsim ve günün belirli zaman dilimlerine göre analiz edilmiştir. 2020 yılından başlanarak 2023 yılına kadar elde edilen verilerden şekiller oluşturulmuş ve incelenmiştir. Turhal'da bulunan istasyon bilgileri hakkında detaylı bilgi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İstasyon Bilgileri (Turhal İlçe Raporu, 2023)

İstasyon Adı	Tipi	Koordinatları
Turhal	Kentsel Hava İstasyonu	Enlem: 40.38562 Boylam: 36.08286

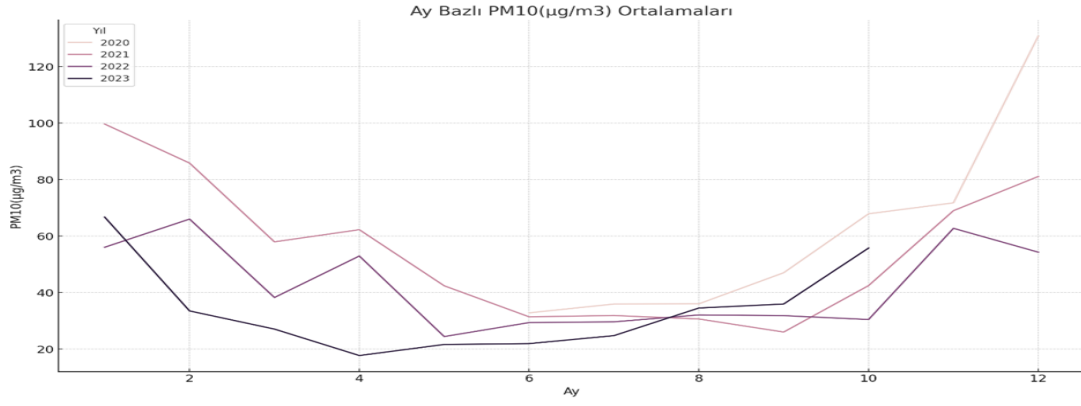
2020 yılında Turhal Belediyesi bahçesine kurulan ve hava kalitesi ölçümü yapılan Merkezi Hava Kalitesi İzleme istasyonu, şehrin ana arteri olan Gültekin Topçam caddesine yakınlığı, dolmuş ve otobüs duraklarının hemen yanında olması sebebiyle merkezinin hava kalitesini karakterize etmektedir. İstasyon, şehrin ana yollarının kesişim noktasında ve genel olarak yerleşim yerlerine yakınlığı ile bilinmektedir. İstasyon konum itibarı ile konutların ve kentsel yaşam alanlarının (kültür merkezleri, okullar, park ve bahçeler, eğlence merkezleri vs.) yoğun olduğu kentin ana arterlerinden biri olan Yavuz Sultan Selim Caddesine 3 metre, Menderes Caddesine 100 metre mesafede bulunmaktadır. İstasyon, toplamda 16 m² yerleşim alanına sahip Turhal Atatürk Ortaokulunun bahçesinde açık alanda konumlanmıştır.

3. Bulgular

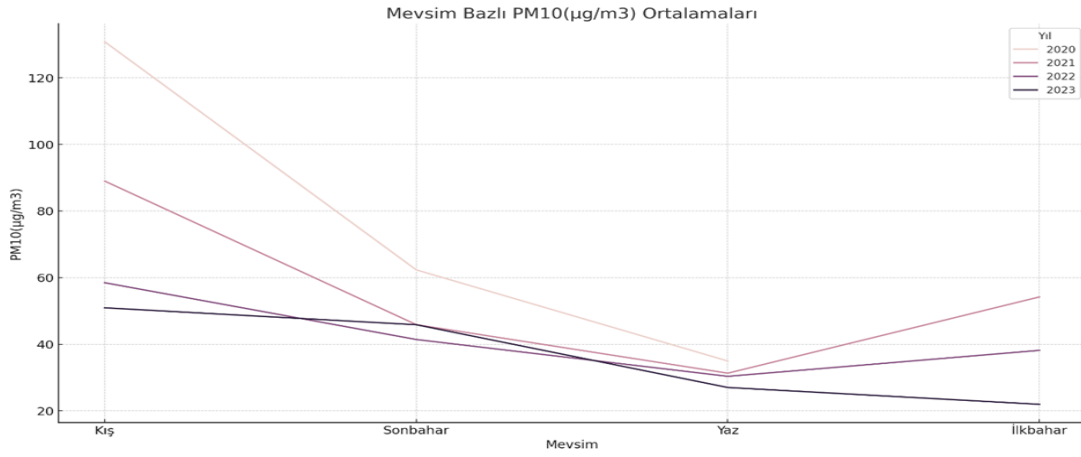
Hava kalitesi izleme ağı istasyonundan elde edilen veriler Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 13, Şekil 14 Şekil 15 ve Şekil 16'de detaylı olarak verilmiş ve çalışma sonuçları ile ilgili verilerin değerlendirmeleri alt başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

3.1. PM10 Kirleticisinin Analizi

Ay bazlı PM10 konsantrasyon grafiği incelendiğinde, konsantrasyonun yılın farklı aylarında değişiklik gösterdiğini görmekteyiz. Özellikle yaz aylarında PM10 konsantrasyonunun artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu, yaz aylarında artan sıcaklıkların ve kurak koşulların partikül maddenin havada asılı kalmasına neden olabileceğini göstermektedir.

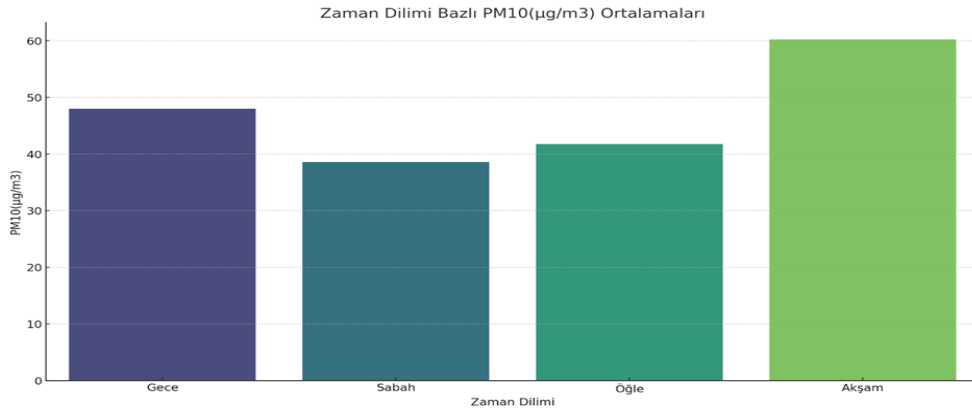


Şekil 1. PM10 Ay Bazlı Grafiği



Şekil 2. PM10 Mevsim Bazlı Grafiği

Mevsime göre PM10 konsantrasyonunu incelediğimizde, yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek konsantrasyonlarla karşılaştığımızı görmekteyiz. Bu durum, yaz mevsiminin özellikle kurak ve sıcak geçtiği bölgelerde daha belirgin olabilir.

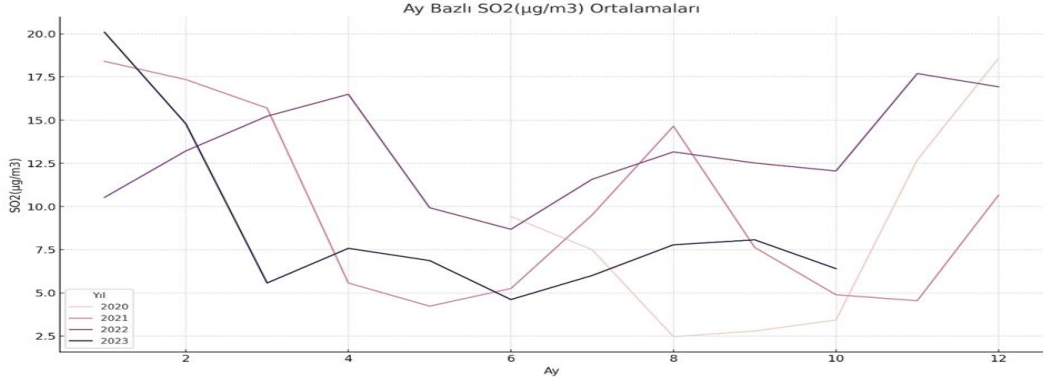
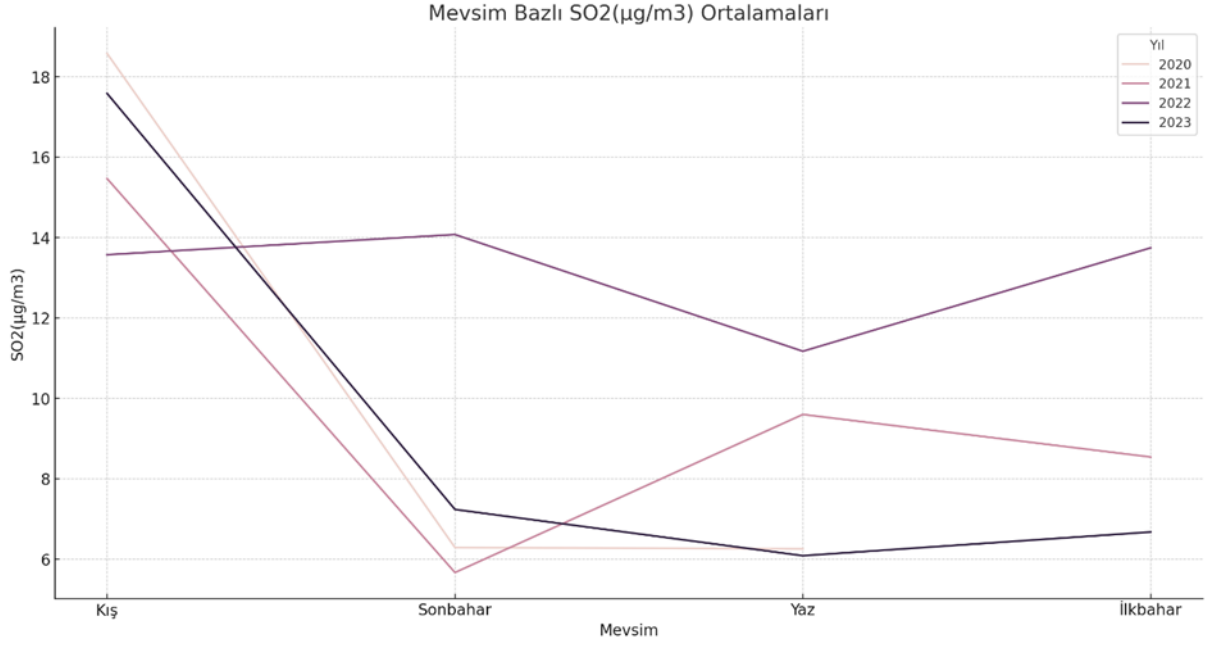


Şekil 3. PM10 Zaman Dilimi Bazlı Grafiği

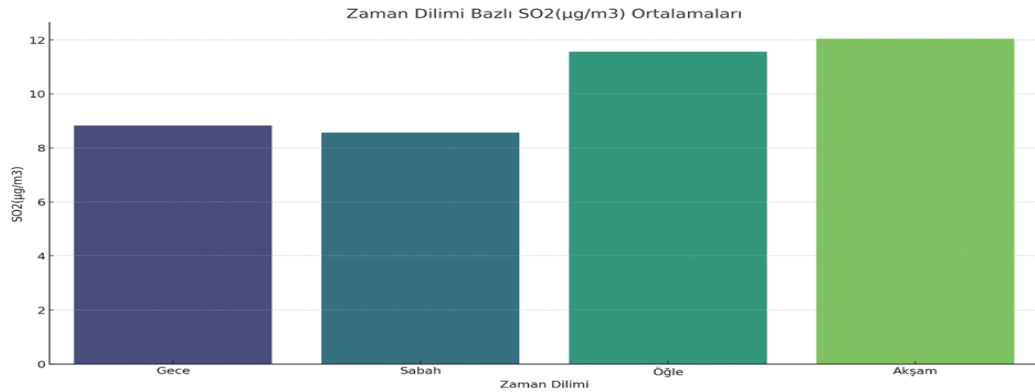
Zaman dilimi bazında PM10 konsantrasyonuna baktığımızda, öğle saatlerinde konsantrasyonun artış gösterdiğini görmekteyiz. Bu, güneş ışığının ve sıcaklığın partikül maddenin havada asılı kalmasına katkıda bulunduğunu gösterir.

3.2. SO₂ Kirleticisinin Analizi

Ay bazında SO₂ konsantrasyonu grafiği incelendiğinde, konsantrasyonun belirli aylarda artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Kış aylarında SO₂ konsantrasyonunun artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu, kış aylarında kullanılan ısıtma sistemlerinin, özellikle kömür ve odun yakıtlı sistemlerin, SO₂ emisyonlarına katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Şekil 4. SO₂ Ay Bazlı GrafiğiŞekil 5. SO₂ Mevsim Bazlı Grafiği

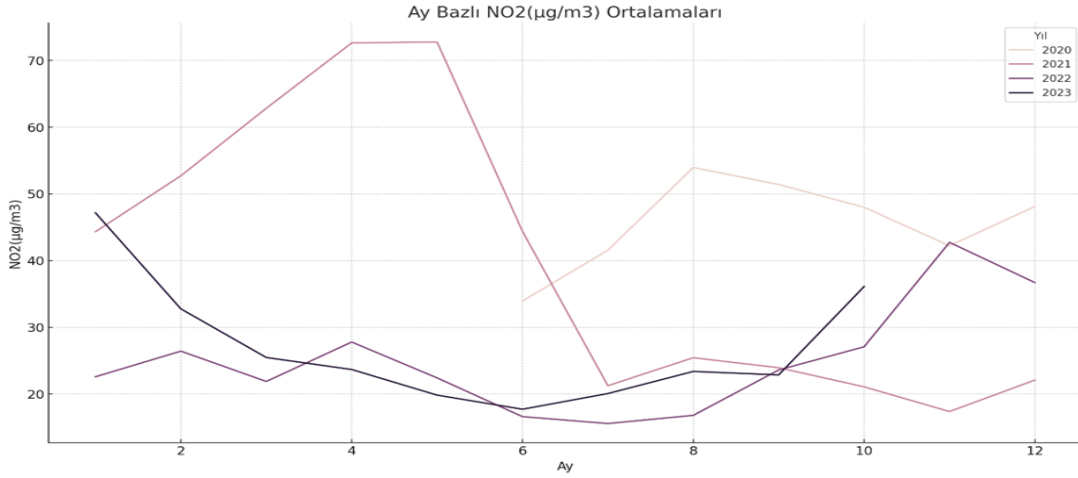
Mevsim bazında SO₂ konsantrasyonuna baktığımızda, kış mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek konsantrasyonlarla karşılaştığımızı görmekteyiz. Bu, kış mevsiminde fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan SO₂ emisyonlarının artabileceğini işaret etmektedir.

Şekil 6. SO₂ Zaman Dilimi Bazlı Grafiği

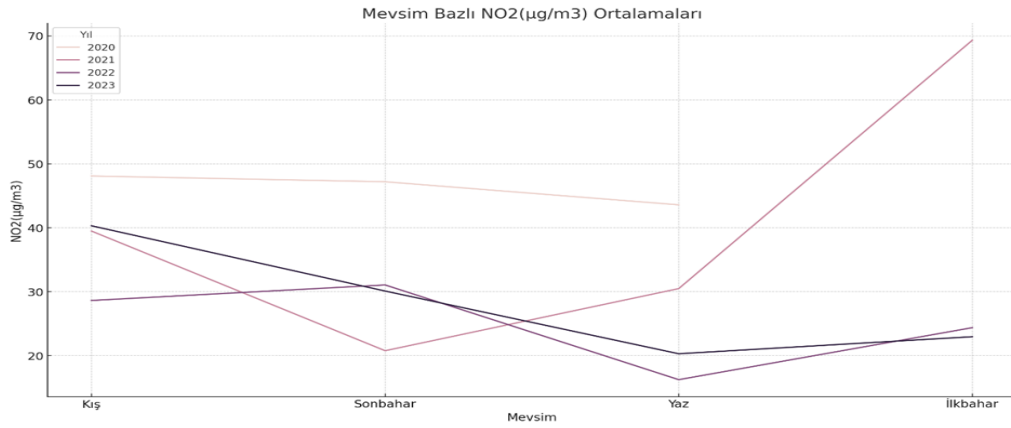
Zaman dilimi bazında SO₂ konsantrasyonu, gün içinde belirli saatlerde değişkenlik göstermektedir. Özellikle sabah saatlerinde SO₂ konsantrasyonunun artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Bu durum, sabah saatlerinde endüstriyel faaliyetlerin ve trafik yoğunluğunun SO₂ emisyonlarına etki edebileceğini göstermektedir.

3.3. NO₂ Kirleticisinin Analizi

Ay bazında NO₂ konsantrasyonunu incelediğimizde, konsantrasyonun belirli aylarda artış gösterdiğini görmekteyiz. Özellikle kış aylarında NO₂ konsantrasyonu yüksek seviyelerde seyretmektedir. Bu, kış aylarında artan ısıtma ihtiyacı ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonların bu artışta etkili olabileceğini göstermektedir.

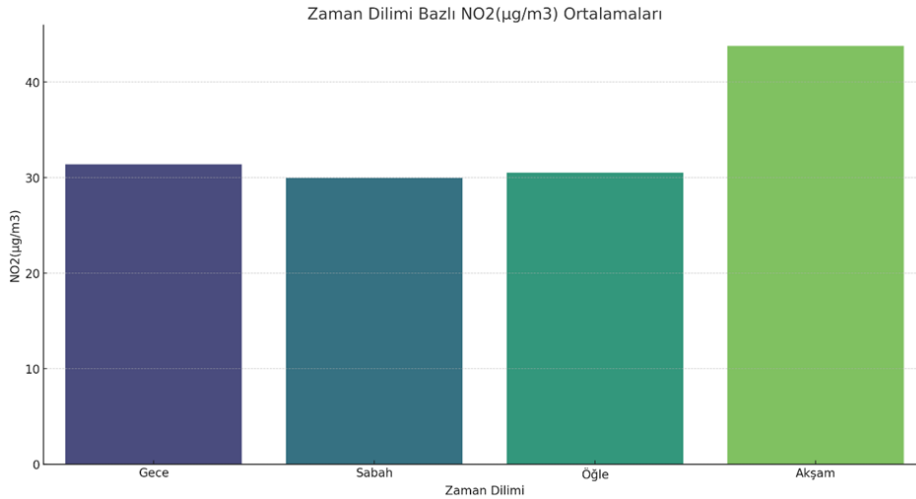


Şekil 7. NO₂ Ay Bazlı Grafiği



Şekil 8. NO₂ Mevsim Bazlı Grafiği

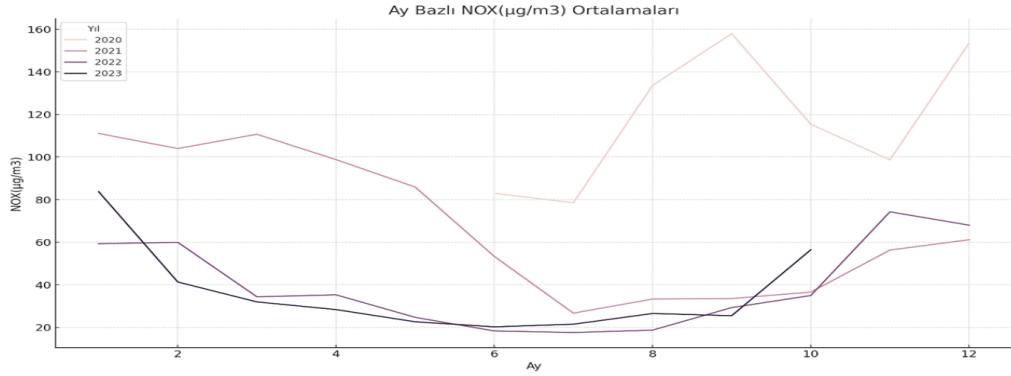
Mevsim bazında NO₂ konsantrasyonu en yüksek değerini kış mevsiminde göstermektedir. Bu durum, kış aylarında atmosferik koşulların ve insan kaynaklı faaliyetlerin NO₂ konsantrasyonunu artırabileceğini işaret etmektedir.



Şekil 9. NO₂ Zaman Dilimi Bazlı Grafiği

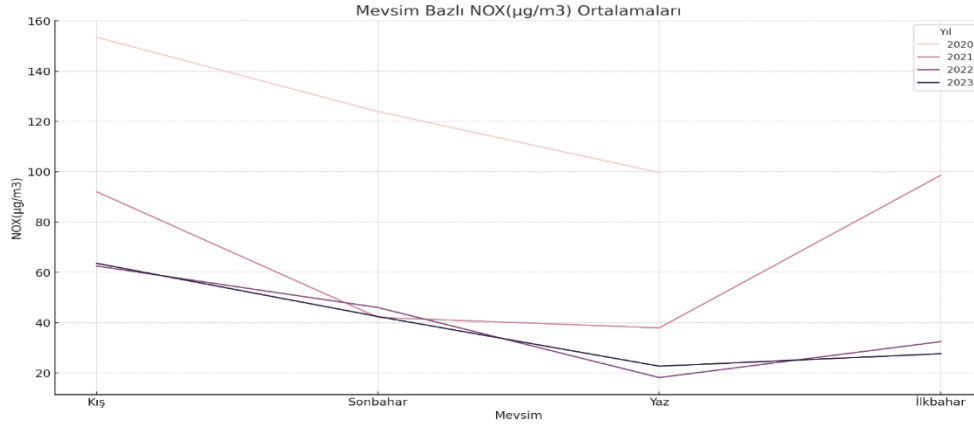
Zaman dilimine göre NO₂ konsantrasyonu, öğle saatlerinde azalış göstermektedir. Bu, sabah ve akşam saatlerindeki trafik yoğunluğunun NO₂ konsantrasyonunu etkileyebileceğini göstermektedir.

3.4. NOX Kirleticisinin Analizi



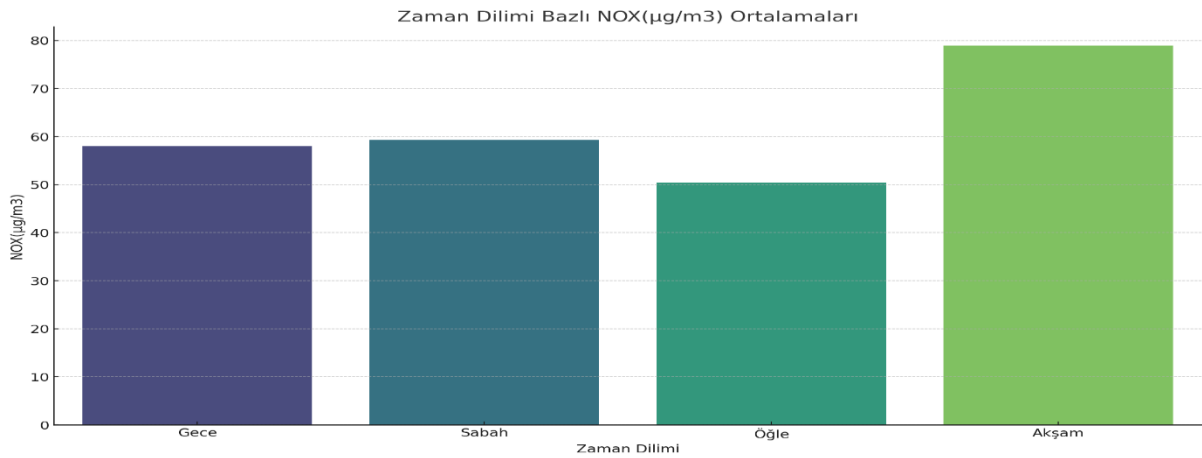
Şekil 10. NOX Ay Bazlı Grafiği

Ay bazında NOX konsantrasyonu, kış aylarında artış göstermektedir. Bu durum, kış aylarında artan ısıtma ve taşıt kullanımının NOX emisyonlarını artırabileceğini göstermektedir.



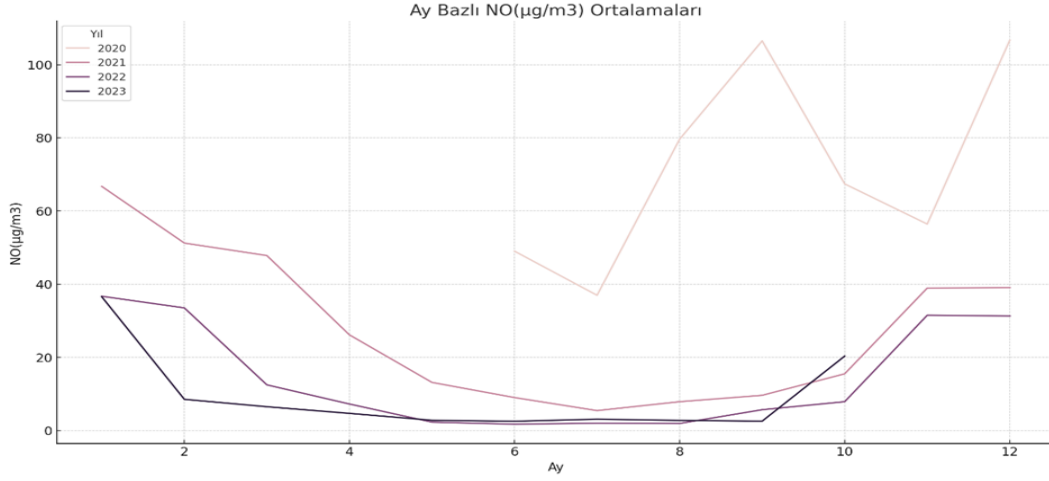
Şekil 11. NOX Mevsim Bazlı Grafiği

Mevsime göre NOX konsantrasyonu, kış mevsiminde en yüksek değerleri göstermektedir. Bu, atmosferik koşulların ve insan aktivitelerinin bu kirlenici üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.



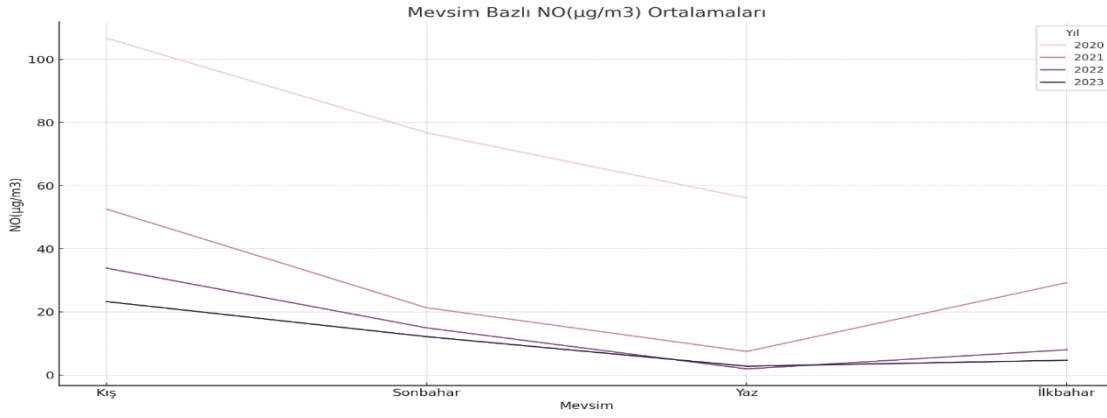
Şekil 12. NOX Zaman Dilimi Bazlı Grafiği

Zaman dilimi bazında NOX konsantrasyonu, özellikle sabah saatlerinde yüksek seviyelerde seyretmektedir. Bu, sabah saatlerindeki trafik yoğunluğunun ve endüstriyel aktivitelerin bu kirlenici üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir.



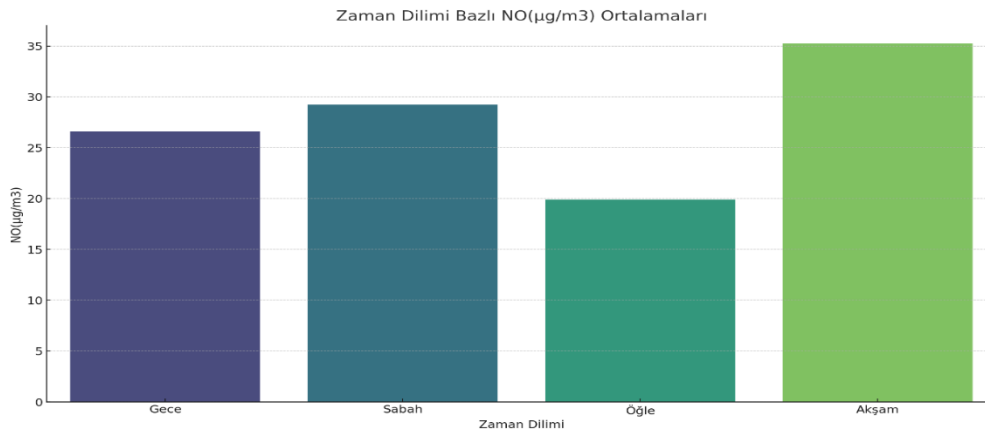
Şekil 13. NO Ay Bazlı Grafiği

Ay bazında NO konsantrasyonu değişkenlik göstermektedir. Özellikle kış aylarında NO konsantrasyonunun artış gösterdiği dikkat çekmektedir.



Şekil 14. NO Mevsim Bazlı Grafiği

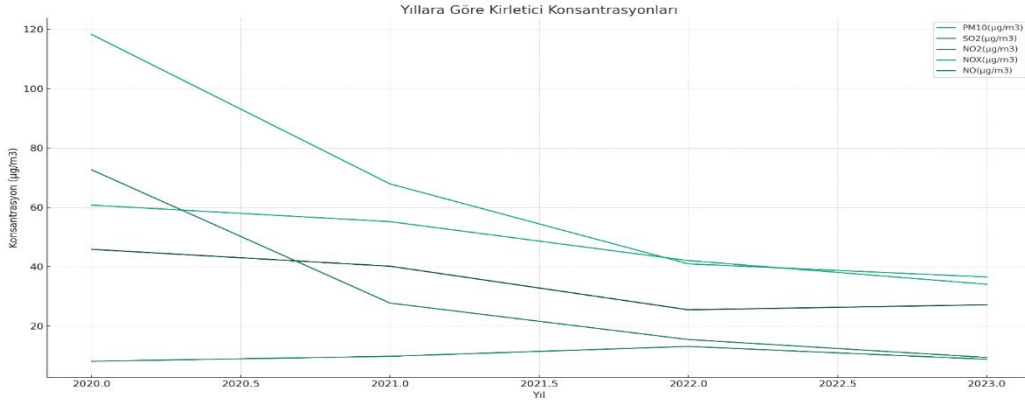
Mevsim bazında NO konsantrasyonunun kış mevsiminde artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Bu durum, kış aylarında artan taşıt kullanımı ve ısıtma ihtiyacının bu kirletici üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 15. NO Zaman Dilimi Bazlı Grafiği

Zaman dilimine göre NO konsantrasyonu, günün farklı saatlerinde değişiklik göstermektedir. Özellikle sabah saatlerinde konsantrasyonun artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

3.5. Yıllara Göre Kirlenici Konsantrasyonlarının Analizi



Şekil 16. Yıllara Göre Kirlenici Konsantrasyonları

Yıllara göre kirlenici konsantrasyonlarını incelediğimizde, genel bir düşüş trendi gözlemlenmektedir. PM10, NO₂, NOX ve SO₂ konsantrasyonları son yıllarda belirgin bir şekilde azalmıştır. Bu, çevresel bilincin artması, teknolojik gelişmelerin ve çevre koruma politikalarının olumlu etkilerini göstermektedir. Özellikle fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması, taşıtlarda daha temiz yakıt teknolojilerinin kullanılması gibi faktörler bu düşüşte etkili olmuş olabilir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, belirli kirlenicilerin konsantrasyonlarının yıl, ay, mevsim ve günün belirli zaman dilimlerine göre nasıl değiştiğini inceledik. Yaptığımız analizler sonucunda şu sonuçlara ulaştık:

1. PM10, NO₂, NOX ve SO₂ gibi belirli kirlenicilerin konsantrasyonlarında son yıllarda genel bir düşüş trendi gözlemlendi. Bu, çevresel bilincin artmasının, teknolojik gelişmelerin ve çevre koruma politikalarının olumlu etkilerini yansıtmaktadır.
2. Mevsimsel değişiklikler, özellikle PM10 konsantrasyonunda belirgindi. Yaz aylarında artan sıcaklık ve kuraklık, partikül maddenin havada asılı kalmasına katkıda bulunabilir.
3. Zaman dilimine göre yapılan analizler, sabah ve akşam saatlerinde trafik yoğunluğunun ve endüstriyel faaliyetlerin belirli kirlenicilerin konsantrasyonlarını etkileyebileceğini gösterdi.

Bu sonuçlar, çevresel politikaların ve toplumsal bilincin kirlenici konsantrasyonları üzerindeki etkisini göstermektedir. Özellikle, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması, taşıtlarda daha temiz yakıt teknolojilerinin kullanılması ve hava kalitesi üzerindeki farkındalığın artması gibi faktörler, bu olumlu gelişmelere katkıda bulunmuştur. Bununla birlikte, hala alınması gereken önlemler ve izlenmesi gereken stratejiler bulunmaktadır. Özellikle endüstriyel bölgelerde ve yoğun trafikli şehir merkezlerinde, hava kalitesinin sürekli olarak izlenmesi ve gerekli adımların atılması büyük önem taşımaktadır.

Referanslar

- [1] I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, and E. Bezirtzoglou, "Environmental and health impacts of air pollution: a review," *Front. public Heal.*, vol. 8, p. 14, 2020.
- [2] P. J. Rimmer, "Urbanization problems in Thailand's rapidly industrializing economy," in *Thailand's Industrialization and its Consequences*, Springer, 1995, pp. 183–217.
- [3] F. F. Mendels, "Proto-industrialization: the first phase of the industrialization process," *J. Econ. Hist.*, vol. 32, no. 1, pp. 241–261, 1972.
- [4] R. Allen, "Agriculture during the industrial revolution," *Econ. Hist. Britain since*, vol. 1700, no. 3, pp. 96–123, 1994.
- [5] P. C. Bhattacharya, "Rural–urban migration in economic development," *J. Econ. Surv.*, vol. 7, no. 3, pp. 243–281, 1993.

- [6] M. McCatty, "The process of rural-urban migration in developing countries," *An honours essay Submitt. fulfilment degree Bachelor Arts to Dep. Econ. Carlet. Univ. Ottawa, Ontario*, 2004.
- [7] T. Litman, "Determining optimal urban expansion, population and vehicle density, and housing types for rapidly growing cities," in *Proceedings of the World Conference on Transport Research, Shanghai, China*, 2016, pp. 10–15.
- [8] F. Amato *et al.*, "Urban air quality: the challenge of traffic non-exhaust emissions," *J. Hazard. Mater.*, vol. 275, pp. 31–36, 2014.
- [9] F. Golbabaei and M. Khadem, "Air pollution in welding processes—Assessment and control methods," *Curr. air Qual. issues*, pp. 33–63, 2015.
- [10] L. A. Barrie, "Arctic air pollution: An overview of current knowledge," *Atmos. Environ.*, vol. 20, no. 4, pp. 643–663, 1986.
- [11] L. Flower, "Environmental pollution-especially air pollution-and public health," *AU JT*, vol. 10, no. 1, pp. 29–37, 2006.
- [12] K. Zhang and S. Batterman, "Air pollution and health risks due to vehicle traffic," *Sci. Total Environ.*, vol. 450, pp. 307–316, 2013.
- [13] W. H. Organization, *Air quality guidelines for Europe*. World Health Organization. Regional Office for Europe, 2000.
- [14] E. Brambilla, W. D. Travis, T. V Colby, B. Corrin, and Y. Shimosato, "The new World Health Organization classification of lung tumours," *Eur. Respir. J.*, vol. 18, no. 6, pp. 1059–1068, 2001.
- [15] A. Dimitriou and V. Christidou, "Causes and consequences of air pollution and environmental injustice as critical issues for science and environmental education," *Impact Air Pollut. Heal. Econ. Environ. Agric. Sources*, pp. 215–238, 2011.
- [16] A. K. Jain and K. A. S. Hayhoe, "Global air pollution problems," *Handb. Atmos. Sci.*, pp. 339–371, 2003.
- [17] S. R. Mudakkar, K. Zaman, M. M. Khan, and M. Ahmad, "Energy for economic growth, industrialization, environment and natural resources: living with just enough," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 25, pp. 580–595, 2013.
- [18] K. Bilen *et al.*, "Energy production, consumption, and environmental pollution for sustainable development: A case study in Turkey," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 12, no. 6, pp. 1529–1561, 2008.
- [19] A. J. Cohen *et al.*, "The global burden of disease due to outdoor air pollution," *J. Toxicol. Environ. Heal. Part A*, vol. 68, no. 13–14, pp. 1301–1307, 2005.
- [20] K. R. Cromar, M. Ghazipura, L. A. Gladson, and L. Perlmutter, "Evaluating the US Air Quality Index as a risk communication tool: Comparing associations of index values with respiratory morbidity among adults in California," *PLoS One*, vol. 15, no. 11, p. e0242031, 2020.