

Seasonal and Annual Evaluation of Nevşehir Province Air Quality

Şennur Merve YAKUT^{1,*}

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Nevşehir

Keywords

Air pollution; sulfur dioxide;
carbon monoxide; particulate
matter.

Article information

Received: Sep 12, 2022

Revised: Oct 23, 2023

Accepted: Nov 08, 2023

Online: Dec 01, 2023

Abstract

In this study, the air quality of Nevşehir, a province with high tourism activities in the Central Anatolia Region of Turkey, was examined. Data for the last three years (2020, 2021, 2022) were evaluated seasonally and annually. These data were considered according to three parameters: Particulate matter, sulfur dioxide and carbon monoxide (PM10, SO₂ and CO). Population growth, increase in vehicle traffic, meteorological events and industrialization are very important factors affecting air pollution. These factors cause an increase in air pollutant parameters in Nevşehir province, especially in winter months. Long winters in Nevşehir province cause air pollutants to remain effective for longer periods of time. When looked at by years, a decrease in the CO parameter was observed. In addition, there is a slight increase in PM10. In this context, it was aimed to evaluate the air quality of Nevşehir province within the Cappadocia region, one of the most tourist-attracting regions in the world. In summary, when the data of Nevşehir province, which is visited by tourists from different parts of the world and Turkey, is examined, the air quality can generally be evaluated as good.

doi: [10.29002/asujse.1358937](https://doi.org/10.29002/asujse.1358937)

Nevşehir İli Hava Kalitesinin Mevsimsel ve Senelik Değerlendirilmesi

Anahtar kelimeler

Hava kirliliği, sülfür dioksit,
karbon monoksit, partikül madde.

Özet

Bu çalışmada Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde bulunan turizm faaliyetleri yüksek bir il olan Nevşehir ilinin hava kalitesi incelenmiştir. Son üç yıla ait veriler (2020,2021,2022) mevsimlik ve yıllık olarak değerlendirilmiştir. Bu veriler üç adet parametreye göre: Partikül madde, sülfür dioksit ve karbon monoksit (PM10, SO₂ ve CO) ele alınmıştır. Nüfus artışı, taşıt trafiğinde artış, meteorolojik olaylar, endüstrileşme hava kirliliğini etkileyen oldukça önemli faktörlerdir. Bu faktörler Nevşehir ilinde de özellikle kış aylarında hava kirletici parametrelerin artışına sebep olmaktadır. Nevşehir ilinde kışların uzun geçmesiyle birlikte hava kirleticilerin etkinliğini daha uzun süre sürdürmesine yol açmaktadır. Yıllara göre bakıldığında ise CO parametresinde azalma gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, PM10'da ise az miktarda bir artış söz konusudur. Bu kapsamda, dünyanın en çok turist çeken bölgelerinden biri olan Kapadokya bölgesi içerisindeki Nevşehir ilinin hava kalitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Özetle, dünyanın ve Türkiye'nin farklı noktalarından turist ziyaretine uğrayan Nevşehir iline ait veriler incelendiğinde genel olarak hava kalitesi iyi olarak değerlendirilebilmektedir.

1.Giriş

İklim değişikliği çağımızın en büyük problemlerinden biridir. İklim değişikliğine etki eden başlıca öğelerden biri ise hava kirliliğidir. Hava kirliliği atmosfere salınan bazı gazlar ve tozlar nedeniyle oluşmaktadır. Oluşan hava kirliliği sonucunda insan sağlığı büyük ölçüde olumsuz olarak etkilenmekte ve bu kirlilik kansere, kronik hastalıklara ve hatta ölüme neden olabilmektedir.

Küresel olarak bakıldığında, sanayi kaynaklı, araç kaynaklı ve ısınma kaynaklı olarak bir kirlilik oluşumu söz konusudur. Önümüzdeki 10 sene içerisinde hava kirliliğinin 5 kat artacağı tahmin eden çalışmalar literatürde karşımıza çıkmaktadır [1]. Hava kirliliği içeriğine göre Londra tipi ve Los Angeles tipi olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Londra tipi, sıcaklık düşüken ve nemli zamanlarda petrol bazlı ürünler aracılığıyla oluşur. Bu durumda ölüme neden olabilecek durumlar oluşabilir. Los Angeles tipi kirlilik ise gaz bazlı birleşikler aracılığı ile oluşan kirliliği tanımlar. Öğle vakti kirlilik üst seviyeye çıkıp çeşitli organlarda tahribata neden olabilir [2].

*Corresponding Author: sennurmerve@nevsehir.edu.tr  0000-0001-9190-4061



Türkiye için hava kirliliği durumuna bakılacak olunursa, özellikle büyük şehirlerde sanayi ve nüfusun etkisiyle alakalı olarak hava kirliliği yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Ayrıca, yeşil alanların azaltılması, çarpık kentleşme gibi faktörler de hava kirliliğini arttırmaktadır [3]. Bunlara ek olarak bazı kentlerde kışın uzun geçmesi ve kalitesiz yakıtların kullanılması da hava kalitesini düşürmektedir. Bu yüzden fosil kaynaklı yakıtlar yerine temiz enerji kaynaklarının kullanılması Türkiye için ön planda olması gereken bir faktördür. Hava kirliliğinin canlılar üzerindeki etkilerinin önemli olmasıyla ülkeler önlem ve tespit çalışmalarına yönelmiştir. Örneğin Türkiye’de bu konu üzerine yönetmelikler çıkarılmış ve hava kalitesi izleme istasyonları kurulmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda o şehrin hava kalitesi hakkında bilgi edinilmesi sağlanmaktadır [4].

Araştırmacılar bu veriler ışığında tahminlerde bulunup hava kirliliğinin giderimi üzerine çalışmalar yapabilmektedir. Bu sayede özellikle bölgesel olarak hava kirliliği iyileştirme çalışmaları yapılması gelecek nesillere sağlıklı bir çevre bırakmak için de önemli bir husustur.

Çalışmanın yapıldığı Nevşehir ili Türkiye’nin İç Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Genel olarak kurak bir iklime sahip olup, buharlaşma fazladır. Rüzgar yönüne bakılacak olursa, güneybatı tarafı hakimdir [5]. Bitki örtüsü bozkır olup, yıllar içerisinde yapılaşma ile bitki örtüsünde değişiklikler yaşanmıştır [6].

Hava kirlitici temel olarak partikül maddeler, kükürtlü gazlar, azotlu gazlardan oluşmaktadır. Bunlar birincil kirlitici olarak adlandırılmaktadır. İkincil kirlitici olarak ise, tepkime sonucu havada bulunan gazlar (ozon, aldehit, keton vb.) bilinmektedir [7]. Partikül maddeler, PM10 ve PM 2.5 olarak sembolize edilirler. PM10, 10 mikrometre ya da daha küçük çaptaki partikülleri ifade ederken, PM2.5 aynı şekilde 2.5 mikrometre ya da daha küçük çaptaki partikülleri ifade etmektedir. Orman yangınları ve insan faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. SO₂ (kükürt dioksit), daha çok insan faaliyetleri (yakıt, sanayi gibi) ile oluşmaktadır. CO (karbon monoksit), eksik yanma ürünü olarak ve yine insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır [8]. Kış aylarının soğuk geçmesiyle alakalı olarak yakıt tüketimi ve havaya salınan emisyon miktarı artmaktadır. Yakıt tüketimine ek olarak eğitim-öğretim döneminde trafik kaynaklı hava kirliliği de artış göstermektedir.

Bu çalışmada senelik ve mevsimsel olarak Nevşehir ilinin hava kirlilik durumunun incelenmesi hedeflenmiştir. Türkiye’nin İç Anadolu Bölgesi Orta Kızılırmak Bölümünde yer alan Nevşehir ilinde yıllık ortalama hava sıcaklığı 10,8 °C olup, toplam yağış miktarı ortalaması yıllık 420.6 mm’dir [9]. Bitki örtüsü genel olarak otsu bitkilerden oluşmakta olup, fundalık alanlar mevcuttur. Ayrıca bağlantı güzergahında olduğundan şehirde yoğun bir trafik akışı gözlenmektedir. Batı Anadolu’dan Doğu Anadolu’ya ve çevresindeki illeri ve ilçeleri bağlayan kara yollarına sahiptir. Dolayısıyla araç akışı her mevsim ve her saat devam etmektedir [10]. Nevşehir ili sanayi açısından değerlendirildiğinde ise büyük fabrikalardan ziyade daha çok küçük ve orta ölçekli fabrika ve işletmeler bulunmaktadır. Bu yüzden sanayiden kaynaklı hava kirliliği ihtimali düşük kalmaktadır. Bu fabrikalar ise genellikle bims, pomza, gıda ürünleri ve otomotiv yan sanayi alanında yoğunlaşmaktadır.

Bu kapsamda kullanılan veriler ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış olarak dört mevsime bölünüp değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ışığında Nevşehir ilinin hava kalitesinin mevsimsel değerlendirmesi yapılmıştır.

2.Hava Kirlitici Kaynakları Azaltmaya ve Gidermeye Yönelik Faaliyetler

Dünyada birçok ülke, sera gazları ve bunun oluşturacağı etkileri düşünerek önlem almaya çalışmaktadır. Kyoto protokolü ve Paris anlaşması gibi, ülkelerin ortak imza attıkları anlaşmalarla farkındalık oluşturulmaktadır [11]. Ancak bu anlaşmalara çoğu zaman ne yazık ki bazı emisyon yayıcı büyük devletler katılmamaktadır. Avrupa birliğinde genel olarak bu konuda çalışmalar ve toplantılar gerçekleştirilmekte ve radikal kararlar alınmaktadır. Fosil yakıtlı araçların şehir merkezlerine girmesinin yasaklanması, elektrikli araçlardan alınacak verginin çok düşük olması ya da hiç olmaması bu önlemlere örnektir. Bu doğrultuda ülkemizde ve dünya genelinde yapılan bazı çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Özşahin ve ark. [12], yaptıkları çalışmada Edirne Keşan’da mevcut olan hava kirliliğini el almışlardır. Yaptıkları incelemeler sonucunda bölgedeki asıl kirliticinin SO₂ gazı olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun için alınacak önlem olarak, yeşil alanların artırılması, yakıt kullanımında iyileştirmelerin yapılması, endüstrilerin bacalarına filtre sistemlerinin takılması, trafiğin başka tarafa yönlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Kılıç ve ark. [13], Marmara bölgesindeki hava kirliliği üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında hava kirliliğini azaltmaya yönelik şu önerilerde bulunmuşlardır: Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, enerji tasarrufu yapılması, kıyı kesimlerde gemi üretiminde kullanılan ekipmanlarda iyileştirmelerin yapılması, gemilerde dizel yakıtı alternatif yakıtların kullanılması, gemilerin motorlarında iyileştirmeler yapılması (püskürtme zamanı ile ilgili değişiklikler) ve denetimlerin artırılmasıdır.

Gaziantep ilinin hava kirliliği ile ilgili yapılan başka bir çalışmada [14], özellikle trafik kaynaklı hava kirliliğinin azaltılması için halkın toplu taşımaya yönlendirilmesi, araçların çevreci yakıt kullanması, halkın bisiklet kullanmaya teşvik edilmesi, araç egzoz denetimlerinin hassasiyetle yapılması, araçlarda partikül filtrelerin kullanılması konularına değinilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada [15], trafik kaynaklı hava kirliliği için ek vergi uygulaması önerilmektedir. Bu vergilerden gelecek gelirin de şehrin yeşillendirilmesinde kullanılması önerisi sunulmuştur. Gwenzi ve ark. [16], biyokömür filtreler kullanarak hava kirleticilerine çözüm yolu aramışlardır. Yaptıkları çalışmalar sonucunda, biyokömür filtrelerin metal ve asit içerikli gazlarda, ozonda ve nitrik oksitlerde giderim sağladığını ifade etmişlerdir.

Nowak ve ark. [17], Kanada'da ormanlar aracılığıyla hava kirliliğinin iyileştirilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları simülasyon ile Kanada'nın 86 şehrinde 16500 ton hava kirliliğinin giderildiğini tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada membran kullanılarak partikül madde giderimi yapılması amaçlanmıştır. PM2.5 ve PM10 gideriminde yüksek verim elde edilmiştir [18].

Yeşil çatılarla hava kirliliğinin giderilmesi üzerine yapılan başka bir çalışmada [19], nitrojen oksit ve ozon giderimini sağlamaya çalışmışlardır. *Thymus vulgaris*, *Sedum sexangulare* ve *Heuchera Americana L.* kullanarak hedef kirletici gideriminde başarı sağlamışlardır. Ayrıca yeşil çatı kullanımının da göze hoş gözüken bir yapı olması sistemin avantajlarından birisi olmuştur. NOx'in dönüşümü üzerine yapılan bir çalışmada [20], sentezlenen BiFeO₃ ile yaklaşık % 36 bir NOx dönüşümü elde edilmiştir.

Yeşil çatıların hava kirliliğini önlemesi üzerine yapılan başka bir çalışmada [21], 10 metrelik bir ağacın 100 kg'dan fazla CO₂ emebildiği, toz partikülleri absorbe edebildiği ve zehirli hava gazlarını da emebildiği ifade edilmiştir.

Amonyakın (NH₃), SO₂ giderimi üzerine yapılan bir çalışmada [22], NH₃ içerikli atıksu spreyleme yoluyla bacaya püskürtülmüştür. Amonyak konsantrasyonunun artmasıyla SO₂ gazının gideriminin arttığı tespit edilmiş olup, bu durum suyun da nötr hale getirilmesine fayda sağlamıştır.

Kireçtaşı ile eş zamanlı olarak NO₂ ve SO₂ giderimi üzerine yapılan bir araştırmada [23], absorpsiyon prosesinden yararlanılmıştır. Bu işlemler sırasında katkı maddesi olarak asetik asit kullanıldığında en iyi sülfür dioksit giderim verimi elde edilmiştir. Katkı maddesi bulunmadığı durumda da hem sülfür dioksit hem de nitrojen dioksit giderimi eş zamanlı olarak gerçekleşmiştir.

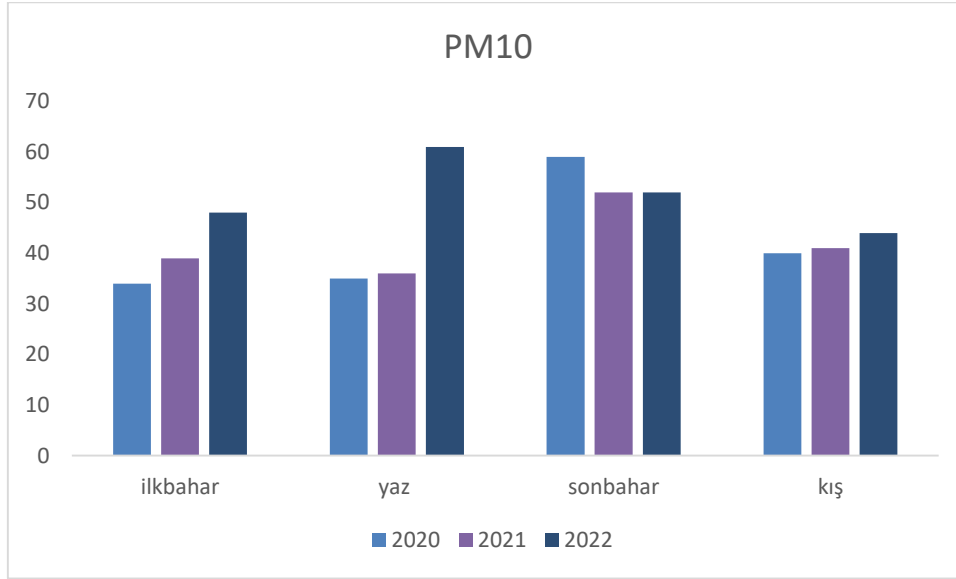
Bahsedilen çalışmalardan anlaşılacağı üzere hava kirliliği kontrolünde yapılan çalışmalar önleme ve iyileştirme olarak dağılmaktadır. İyileştirme ya da giderme amacıyla yapılan çalışmalarda bir grup araştırmacı kimyasal bazlı gidericiler kullanırken bir grup araştırmacı da doğal kaynakları kullanmaktadır. Önleme alanında yapılan çalışmalara baktığımızda ise genellikle devletlerin, belediyelerin ya da kamu kuruluşlarının yaptıkları eylemler gözümüze çarpmaktadır. Farklı ölçeklerde gerçekleştirilen çalışmalar ve politikalar aslında ortak bir amaç için yürütülmektedir. Kanun, yönetmelik gibi yasal mevzuatlarla desteklenen bu hareketlerin daha etkili olduğu açıktır. Su kirliliği için yapılan çalışmalar literatürde çokça karşımıza çıkmaktadır. Aynı şekilde hava kirliliği kontrolü ve giderimi üzerine gerçekleştirilecek bu çalışmaların da artması beklenilmektedir. Özellikle yeşil teknoloji adını verdiğimiz yeşil nanomalzemeler, sürdürülebilir malzemeler, biyolojik materyallerin teknoloji ile birleştirildiği çalışmaların sayısı hava kirliliği alanında artarsa bu konuda önemli bir yol katedilmiş olunacaktır.

3. Materyal ve Metot

3.1. Nevşehir İlinin Mevsimsel Hava Kirlilik Durumu

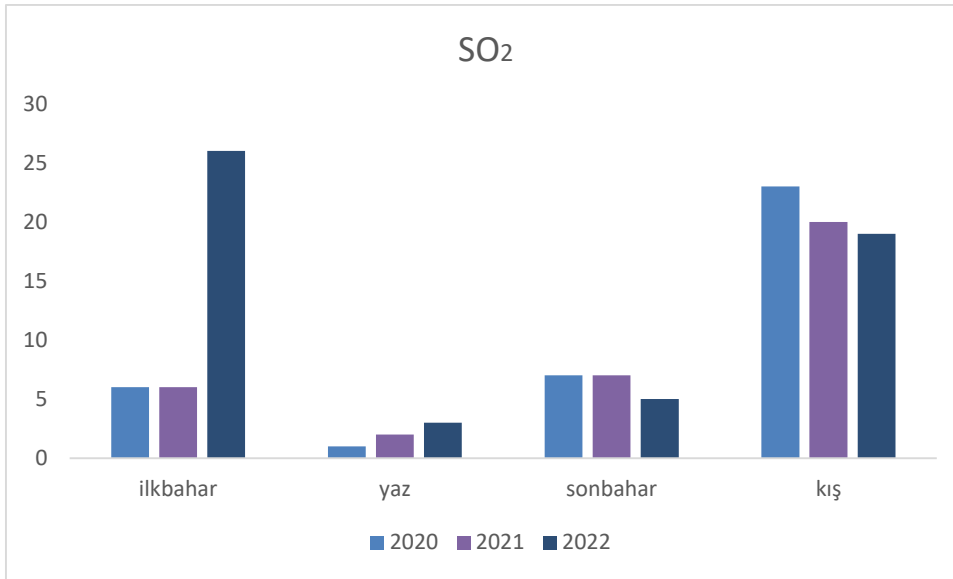
Bu bölümde Nevşehir ilinin 3 senelik (2020-2021-2022) mevsimsel hava kirlilik durumu ele alınmıştır. İncelenecek kirleticiler; partikül madde, sülfür gazı ve karbon monoksittir. Veriler T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı hava izleme sitesindeki raporlardan elde edilmiştir [24]. Nevşehir'de merkez ve Avanos istasyonları olmak üzere iki adet istasyon mevcuttur. Veriler Nevşehir merkez istasyonundan elde edilmiştir. Değerler yuvarlanarak grafiklere aktarılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda PM10'un mevsimsel değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'e bakıldığında PM10 kirleticisi miktarı genel olarak bir artış eğilimi göstermektedir. Bu artışın genel olarak tüm dünyada artan hava kirliliği ile ilgili bir durum olduğu söylenebilir. Bu durum özellikle yağışların azalıp kuraklığın artmasıyla havada toz zerreciklerinin daha uzun süre asılı kaldığı sonucuna götürmektedir. Artan nüfus ve taşıt sayısı, endüstrileşme ve endüstrilerde bulunana baca gazlarının filtrelenmeden atmosfere verilmesi yine yıllar geçtikçe kirliliği arttıran etmenlerdir. 2020 ve 2021 yıllarında en yüksek PM10 değerlerinin sonbahar ayında görüldüğü göze çarpmaktadır. Çöl tozlarının kış hariç diğer mevsimlerde etkili olması PM10 değerinin artmasında etkili olmuş olabileceğini düşündürmektedir [25]. 2022 grafiğine baktığımızda yaz ayında (Haziran ayı) Nevşehir ilinde güney doğu tarafından

gelen toz fırtınasının olmasından dolayı PM10 değerinin arttığı görülmektedir. Bunlara ek olarak şiddetli rüzgar yine PM10 konsantrasyonunun artmasında etkisi olabilmektedir. Özellikle ülkemizin güney tarafında bulunan ülkelerde büyük alanlarda çöllerin bulunması bu tozların hava hareketleriyle ülkemize ulaşmasıyla önemli bir hava kirliliği oluşturmaktadır.



Şekil 1. Mevsimlere bağlı yıllık PM10 konsantrasyonu

Artış eğiliminde olan PM10 değerlerinin yıllar içerisinde artan nüfus ve araç sayısına bağlı olduğu dayandırılmaktadır. Buna ek olarak Nevşehir Kapadokya bölgesinin turizm potansiyelinin artmasının da insan faaliyetinin çoğalmasına ve dolaylı olarak PM10 maddesinin artmasına sebep olabileceği düşünülmektedir.

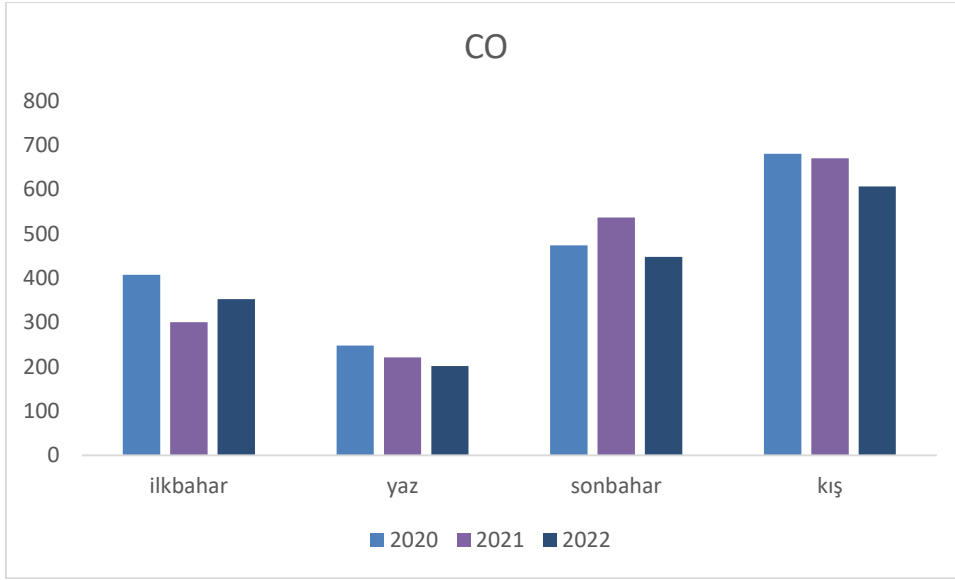


Şekil 2. Mevsimlere bağlı yıllık SO₂ konsantrasyonu

Şekil 2'deki SO₂ kirliliğine bakıldığında, yaz aylarında en düşük seviyede olduğu açıkça görülmektedir. Sülfürlü gazların en büyük kaynağının fosil yakıt yakılması olduğu düşünüldüğünde bu durumun doğal olduğu ortaya çıkmaktadır. Nevşehir ilinde kışların uzun sürmesi ilkbahar aylarında da yakıt yakılmasına neden olmaktadır. Özellikle ilkbahar aylarından biri sayılan Mart ayında da ısınma amaçlı doğalgaz, kömür, fuel oil gibi fosil yakıt tüketiminin yüksek olduğu söylenebilir. Bu yüzden ilkbahar aylarında da SO₂ miktarının yüksek miktarda çıkması olası bir durumdur. Genel olarak bakıldığında SO₂ kirliliği yıllara göre artış göstermektedir. Bu duruma da yine artan insan faaliyetleri (yakıt kullanımı, taşıt kullanımındaki artış) neden olmuştur.

Şekil 3'te görülen CO miktarlarının mevsimsel değişimlerine baktığımızda sonbahar kış aylarında bir artış gözlemlenmektedir. Karbon monoksit, eksik yanma sonucu oluşan zehirli bir gaz olduğundan insan sağlığı açısından önemli bir parametredir. Nevşehir ilinde kışların uzun geçmesinden kaynaklı yaz ayı hariç yüksek miktarda karbon

monoksit miktarı gözlemlenmektedir. Özellikle kış aylarında karbon monoksitin yoğun miktarda olduğu göze çarpmaktadır. Ulaşım kaynaklı olarak karbon monoksitte artış olduğu bilinen bir gerçektir. Dolayısıyla okul dönemini kapsayan aylarda trafik yoğunluğunun bu parametrenin artışına neden olması olası bir durumdur.

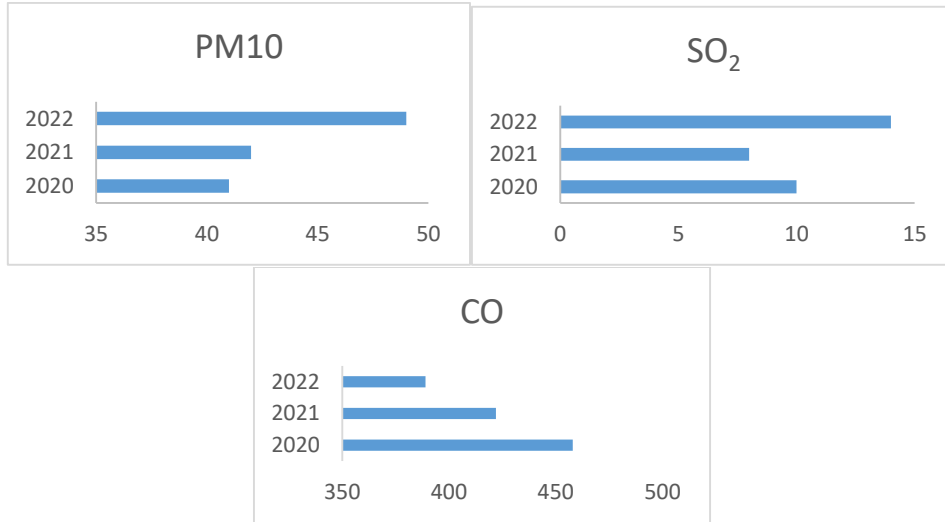


Şekil 3. Mevsimlere bağlı yıllık CO konsantrasyonu

4.Bulgular

4.1.Yönetmelik Sınır Değerlerine Göre İnceleme

20 Aralık 2014 tarih ve 29211 sayılı Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik incelendiğinde sınır değerler; SO₂ için yıllık ve kış dönemi, 20 µg/m³, PM10 yıllık 40 µg/m³ ve CO, 8 saatlik 10 mg/m³'tür [26]. 2020, 2021, 2022 yılları örnek olarak yuvarlama yapılarak grafiğe aktarılarak ifade edilmiştir [24]. Şekil 4'te bütün bir yıla ait veriler ortaya serilmiştir. Ortalama değerler üzerinden yorumlama yapılmıştır. Grafikte belirtilen veriler ise konsantrasyon (µg/m³) cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 4. Yıllık ortalama PM10, SO₂ ve CO konsantrasyonları

PM10 değerleri incelendiğinde her üç yılda da ortalama değerlerin çok az miktarda sınır değerinin üstünde çıktığı söylenebilir. Nevşehir ilinde kışların uzun geçmesi buna sebep olduğu düşünülebilir. Ayrıca Nevşehir ilinde rüzgarın da etkin olması, yörede bulunan ignimbrit tüflü yapıların çabuk ufalanmaya eğilimli olması ve çöl tozlarının hava hareketleriyle gelmesi bu parametrenin artışına sebep gösterilebilmektedir.

SO₂ değerlerini ele aldığımızda değerlendirilen üç yılda da sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. Kömür, fuel oil gibi yakıtlar yerine daha az CO₂ ortaya çıkaran doğalgaz kullanımının yaygınlaşması sayesinde de SO₂ değerlerinin sınır değeri aşmaması sağlanmış olabilir.

CO değerlerine baktığımızda sınır değerinin altında değerler karşımıza çıkmaktadır. Araçların daha yeni teknolojiyle üretilmesi, emisyon denetimlerinin sıklaştırılması gibi nedenler trafik kaynaklı karbon monoksitinin azalmasında etkili olmuş olabilir. Bu durum yıllara göre CO değerinin azalmasını sağlamış olacağını düşündürmektedir. Çok zehirli ve öldürücü olan karbon monoksit gazının yıllık ortalama olarak sınır değerinin altında olması önemli olup, yıllara göre azalması Nevşehir ili açısından oldukça olumlu bir gelişmedir.

5. Tartışma ve Sonuç

Hava kirliliği sadece ülkemiz için değil dünya için de büyük sorun haline gelmektedir. Bu sebeple devletler çeşitli önlem planları hazırlamaktadır. Beşeri faktörlerin yanı sıra doğal faktörler de hava kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı'nın yayınladığı veriler doğrultusunda PM10, SO₂ ve CO parametrelerine dair değerlendirmeler yapılmıştır. PM10 konsantrasyonunun özellikle sonbahar aylarında yüksek seviyede olduğu (50 µg/m³'nin üzerinde) yani yönetmelikte belirtilen sınır değer olan 40 µg/m³ değerini aştığını ve yıllar geçtikçe de bir miktar artış eğiliminde olduğu görülmüştür. PM10 üzerine yapılan çalışmalarda, bu kirleticinin kalp ve solunum yolu hastalıklarına yol açtığı açıkça belirtilmektedir [27, 28]. Dolayısıyla kontrol altında tutulması gereken bir parametredir. SO₂ konsantrasyonunun ise kışın en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Ayrıca kış mevsiminin Nevşehir'de uzun geçmesinin, ilkbaharın ilk zamanlarında da yakıt yakılması beraberinde, kükürt dioksit konsantrasyonunun yüksek çıkmasında etkisi olduğu tahmin edilmektedir. Yıllara göre bakıldığında ise havadaki kükürt dioksit seviyesinin 14 µg/m³'ye kadar artması artan nüfusa bağlı insan faaliyetleri ve araç sayısından dolayı beklenen bir durumdur. Başlıca hava kirleticilerden biri olan kükürt dioksit, asit yağmurları, fotokimyasal duman gibi çevre sorunlarının oluşmasına yol açmaktadır [29]. Diğer ele alınan kirletici olan CO miktarı için sonbahar ve kış aylarında genellikle 600 µg/m³ seviyelerinde yoğunluk gözlemlenmektedir. Kış ve sonbahar aylarında motorlu araçlardan daha fazla karbon monoksit yayılması tespit edilmiş olup, bu durum araçların böyle zamanlarda daha çok yakıt ihtiyacı duymalarından kaynaklanmaktadır [30]. Yıllara göre bakıldığında ise havadaki karbon monoksit seviyesinin düşmesi sevindirici bir durumdur. Genel olarak çalışma kapsamında Nevşehir ilinin son 3 yıldaki hava kirlilik durumunun en çok kullanılan parametrelerden üçü seçilerek yapılan değerlendirmede, hava kalitesinin iyi olduğu ancak özellikle meteorolojik olaylar ve coğrafi yapısından kaynaklı bazen kötü olduğu görülmektedir. Büyük ölçekli sanayi olmaması ve nüfusunun az olması hava kirliliği bakımından avantaj oluştursa da trafik yoğunluğunun zamanla artması ileride bu değerlerinin değişmesine sebebiyet verebilecektir. Bu yüzden iklim değişikliği ve hava kirliliği mücadelesinde, olumsuz durum oluşturabilecek her faktör mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Teşekkür

Verileri herkese açık olarak yayınlayan T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına teşekkür ederim.

Kaynaklar

- [1] H. Bayram, Z. Dörtbudak, E.F. Fişekçi, M. Kargın, B. Bülbül, (2006). "Hava kirliliğinin insan sağlığına etkileri, dünyada, ülkemizde ve bölgemizde hava kirliliği sorunu" paneli ardından, Dicle Tıp Dergisi, 33(2), 105-112.
- [2] S.A. Zencirci, B. Işıklı, (2017). Hava kirliliği, ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi, 2(2), 24-36.
- [3] H. Bayram, (2005). Türkiye'de hava kirliliği sorunu: Nedenleri, alınan önlemler ve mevcut durum, Toraks Dergisi.; 6(2), 159-165.
- [4] G.Ç. Sümer, (2014). Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye'de hava kirliliğini önlemeye yönelik yasal düzenlemelerin ve örgütlenmelerin incelenmesi,. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 13, 37-56. DOI: <https://doi.org/10.18092/ulikidince.232135>
- [5] E. Özhancı, M. Aklıbaşında, (2017). Kentsel peyzaj içinde mezarlıklar ve peyzaj mimarlığı açısından incelenmesi; nevşehir örneği, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48(2), 113-124. DOI: <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.307285>
- [6] H. Kaya, (2021). Nevşehir ilinde yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- [7] C. Yücedağ, L.G. Kaya, (2016). Hava kirleticilerin bitkilere etkileri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi , 7(1), 67-74.
- [8] S. Aydın, M. Taşyürek, C. Öztürk, (2021). Derin Öğrenme Yöntemi ile İç Anadolu Bölgesi ve Çevresi Hava Kirliliği Tahmini, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (29), 168-173. DOI: <https://doi.org/10.31590/ejosat.1019618>

- [9] Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=NEVSEHIR> (Erişim tarihi: 18.10.2023)
- [10] Şıkoğlu, E., Arslan, H., *Nevşehir Şehir Coğrafyası*, Hiper Yayın,Yalın Yayıncılık, İstanbul, 1. Baskı, 336 sayfa, (2019).
- [11] H. Cüce, O. Uğur, (2021). *Nevşehir İlinde Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Covid-19 Salgını Başlangıç Döneminde Değerlendirilmesi*, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 11(2), 118-134. DOI: <https://doi.org/10.31466/kfbd.885206>.
- [12] E. Özşahin, İ. Eroğlu, H. Pektezel, (2016). *Keşan'da Edirne hava kirliliği*, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (36), 83-100.
- [13] A. Kılıç, S. Kum, A. Ünal, T. Kındap, (2014). *Marmara bölgesi'ndeki hava kirliliğinin modellenmesi, kirlilik azaltımı ve maruziyet analizi*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16(1), 27-46.
- [14] Y. Cuci, E.E. Polat, (2015). *Gaziantep'in trafik kaynaklı hava kirliliğinin belirlenmesi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(2), 1-11.
- [15] S.E. Atabey, E. Eroğlu, (2021). *Kentsel negatif dışsallık olarak trafiğe bağlı hava kirliliği: kentsel kamu maliyesi bağlamında çözüm önerisi*, Çağdaş Yerel Yönetimler, 30(1), 71-98.
- [16] W. Gwenzi, N. Chaukura, T. Wenga, M. Mtisi, (2021). *Biochars as media for air pollution control systems: Contaminant removal, applications and future research directions*, Sci. Total Environ., 753, 142249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142249>
- [17] D.J. Nowak, S. Hirabayashi, M. Doyle, M. McGovern, J. Pasher, (2018). *Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health*, Urban For. Urban Green, 29, 40-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.019>
- [18] J.T. Wang, Y.Y. Ge, Y. He, M.X. Xu, X.M. Cui, (2019). *A porous gradient geopolymer-based tube membrane with high PM removal rate for air pollution*, Journal of Cleaner Production, 217, 335-343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.268>
- [19] Y. Arbid, C. Richard, M. Sleiman, (2021). *Towards an experimental approach for measuring the removal of urban air pollutants by green roof.*, Build. Environ., 205, 108286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108286>
- [20] T.R. Aghdam, H. Mehrizadeh, D. Salari, H.H. Tseng, A. Niaei, A. Amini, (2018). *Photocatalytic removal of NOx over immobilized BiFeO₃ nanoparticles and effect of operational parameters*, Korean J. Chem. Eng., 35(4), 994-999. DOI: 10.1007/s11814-017-0331-7
- [21] E.S, Demirci, (2019). *Hava kirliliği ve küresel ısınmayı önlemede yeşil çatıların etkileri üzerine kritik bir değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi.
- [22] M. Ekinci, (2007). *NH₃ içeren atıksu ile SO₂ giderimi*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- [23] J.E. Jeong, C.Y. Lee, (2021). *The simultaneous removal of sulfur dioxide and nitrogen dioxide by the limestone slurry with addition of organic acid additives.*, Korean J. Chem. Eng., 38(10), 2064-2071. DOI: 10.1007/s11814-021-0850-0
- [24] Hava izleme. <https://havaizleme.gov.tr/> (Erişim tarihi: 11.01.2023)
- [25] Ö. Zeydan, (2021). *2019 Yılında Türkiye'deki partikül madde (PM10) kirliliğinin değerlendirilmesi*, Journal of the Institute of Science and Technology, 11(1), 106-118. DOI: <https://doi.org/10.21597/jist.745539>
- [26] Resmi gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141220-2.htm> (Erişim tarihi: 11.01.2023)
- [27] K. Bodor, M.M. Micheu, A. Keresztesi, M.V. Birisan, I.A. Nita, Z. Bodor, S. Petres, A. Korodi, R. Szep, (2021). *Effects of PM10 and weather on respiratory and cardiovascular diseases in the Ciuc Basin (Romanian Carpathians)*, Atmosphere, 12(2), 289. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos12020289>

- [28] P. Misiukiewicz-Stepien, M. Paplinska-Goryca, (2021). *Biological effect of PM10 on airway epithelium-focus on obstructive lung diseases*, *Clinical Immunology*, 227, 108754.
- [29] F. Shi, K. Li, J. Li, D. Ying, J. Jia, T. Sun, N. Yan, X. Zhang, (2021). *Simultaneous wet absorption of SO₂ and NO_x with mixed Na₂SO₃ and (NH₄)₂SO₃: Effects of mass concentration ratio and pH*, *Chem Eng J*, 421, 129945. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.129945>
- [30] Z. Aytac, C. İlkılıç, (2019). *Dizel motorlarında zararlı egzoz emisyonlarının azaltılmasının araştırılması*. In 4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences, Samsun, Türkiye. DOI: <https://doi.org/10.36287/setsoci.4.6.148>