



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TEKİRDAĞ İLİ ÇORLU İLÇESİ'NDE**  
**HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Mevlide SEVİNÇ ENGİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Mayıs-2025**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Mevlide SEVİNÇ ENGİN tarafından hazırlanan “Tekirdağ İli Çorlu İlçesi’nde Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 01/06/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

#### Danışman

Prof. Dr. Ali TOR

#### Üye

Doç. Dr. Fatma KUNT

### İmza

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ....../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY  
FBE Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Mevlide SEVİNÇ ENGİN

Tarih: 02.06.2025

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## TEKİRDAĞ İLİ ÇORLU İLÇESİ' NDE HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mevlide SEVİNÇ ENGİN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali TOR

2025, 76 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ali TOR

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Doç. Dr. Fatma KUNT

Hava kirliliği, Çorlu İlçesi için en önemli çevre sorunlarından biridir.  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , CO,  $O_3$ ,  $SO_2$  ve  $NO_2$  dış ortam hava kalitesi için sürekli olarak izlenmesi gereken hava kirleticileridir. Hava kalitesi sadece bir çevresel problem değil, sağlıklı yaşam için önkoşuldur. Bu tez çalışmasında, Tekirdağ İli Çorlu İlçesi' nde 2020-2024 yılları arasında hava kirleticisi parametrelerinden  $SO_2$ ,  $O_3$  ve  $PM_{2.5}$  ölçüm verileri, belirlenen ulusal ve uluslararası sınır değerlerle karşılaştırılmış ve aynı dönemde ölçülen meteorolojik parametrelerin (sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr, yağış) kirleticisi parametrelere etkisi üzerinde çalışılmıştır. Veriler bütün yıllarda aylık ortalama olarak alınmıştır. İlk bölümde hava kirliliği üzerinde durulmuş ve kirleticisi parametreler açıklanmaya çalışılmıştır. Bölgenin genel meteorolojik ve topografik özelliklerine değinildikten sonra kirleticisi parametrelerin birbirlerini etkileme potansiyellerini değerlendirmek amacıyla Microsoft Excel programında korelasyon analizi yapılarak elde edilen veriler tablo ve görsel olarak analiz edilmiştir.  $PM_{2.5}$  ve  $SO_2$  arasında pozitif yönde korelasyon gözlemlenirken  $O_3$  ile aralarında negatif korelasyon elde edilmiştir. Kirleticisi parametrelerin konsantrasyon seviyelerine meteorolojik parametrelerin etkisinin tespiti için JASP programı kullanılarak regresyon analizi yapılmış olup bağımsız değişken olan meteorolojik parametrelerin bağımlı değişken olan  $O_3$  teki değişimin %55' ini,  $PM_{2.5}$  teki değişimin %28' ini,  $SO_2$  deki değişimin %36' sını açıkladığı görülmüştür.  $O_3$  için en güçlü etkiyi negatif yönde rüzgâr hızının gösterdiği tespit edilmiştir. Bir bölgedeki hava kirliliğini değerlendirirken meteorolojik faktörlerinde göz ardı edilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kirleticisi Parametreler, Korelasyon Analizi, Meteorolojik Parametreler, Regresyon Analizi, Çorlu, JASP

## ABSTRACT

## MS THESIS

### EVALUATION OF AIR QUALITY IN ÇORLU DISTRICT OF TEKIRDAG

Mevlde SEVINC ENGIN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Ali TOR

2025, 76 Pages

Jury

Prof. Dr. Ali TOR

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Doç. Dr. Fatma KUNT

Air pollution is one of the most important environmental problems for Çorlu District.  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , CO,  $O_3$ ,  $SO_2$  and  $NO_2$  are air pollutants that need to be continuously monitored for outdoor air quality. Air quality is not only an environmental problem but also a prerequisite for healthy life. In this thesis, the measurement data of air pollutant parameters  $SO_2$ ,  $O_3$  and  $PM_{2.5}$  between 2020 and 2024 in Çorlu District of Tekirdağ Province were compared with the national and international limit values and the effects of meteorological parameters (temperature, humidity, pressure, wind, precipitation) measured in the same period on pollutant parameters were studied. Data were taken as monthly averages in all years. In the first section, air pollution is emphasized and pollutant parameters are explained. After mentioning the general meteorological and topographical characteristics of the region, in order to evaluate the potential of pollutant parameters to affect each other, correlation analysis was performed in Microsoft Excel program and the data obtained were analyzed in tables and visually. While a positive correlation was observed between  $PM_{2.5}$  and  $SO_2$ , a negative correlation was observed between them and  $O_3$ . In order to determine the effect of meteorological parameters on the concentration levels of pollutant parameters, regression analysis was performed using the JASP program and it was observed that the independent variable meteorological parameters explained 55% of the change in the dependent variable  $O_3$ , 28% of the change in  $PM_{2.5}$  and 36% of the change in  $SO_2$ . The strongest effect for  $O_3$  was found to be negatively influenced by wind speed. It is concluded that meteorological factors should not be ignored when evaluating air pollution in a region.

**Keywords:** Air Pollutant Parameters, Correlation Analysis, Meteorological Parameters, Regression Analysis, Corlu, JASP

## ÖNSÖZ

Benim için büyük bir emek içeren bu çalışmayı tamamlamamda beni sabırla bekleyen çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Ali TOR' un yardım ve desteği olmaksızın gerçekleştirebilmem mümkün değildi. Araştırma konusunun belirlenmesi ve tez yazım sürecimde bütün acemiliklerimi büyük bir anlayışla karşıladığı ve sakinliğiyle en büyük desteği verdiği için minnettarım.

Çalışmam için verilere ulaşmamda en büyük desteği veren Ziraat Mühendisi Hanife Eda EROL' a ve Tekirdağ Meteoroloji Genel Müdürü Harun TEMEL' e teşekkürlerimi sunuyorum.

Teşekkürlerin en samimisini kızım Farah Zehra, oğlum Karan Sufi, yol arkadaşım Ali İhsan'a ve beni yetiştiren canım aileme borçluyum. Sizden ayrı kalarak yazdığım her satırda büyük bir suçluluk hissettim. Bundan sonraki süreçte yine zamanımın çoğunu sizinle geçireceğime söz veriyorum.

Mevlide SEVİNÇ ENGİN  
KONYA-2025

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. HAVA KALİTESİNİN İZLENMESİ .....	3
2.1. Hava Kirleticileri, Özellikleri ve Etkileri .....	3
2.1.1. Karbonmonoksit.....	4
2.1.2. Kükürtdioksit .....	4
2.1.3. Azotdioksit.....	5
2.1.4. Ozon.....	5
2.1.5. Partikül Madde.....	6
2.2. Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler .....	6
2.2.1. Meteorolojik faktörler .....	7
2.2.2. Topografik faktörler.....	7
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	9
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
4.1. Çorlu İlçesinin Karakteristik Özellikleri.....	13
4.1.1. Coğrafi özellikler .....	13
4.1.2. İklim yapısı .....	14
4.1.2.1. Sıcaklık .....	15
4.1.2.2. Rüzgâr hızı.....	15
4.1.2.3. Basınç.....	17
4.1.2.4. Yağış .....	18
4.1.2.5. Nem.....	18
4.1.3. Nüfus.....	19
4.1.4. Arazi kullanımı ve tarımsal faaliyetler .....	19
4.1.5. Hava kalitesi .....	20
4.2. Veri Analizi.....	22
4.2.1. İstasyonlardaki ölçüm verilerinin değerlendirilmesi .....	24
4.2.1.1. Çorlu OSB MTHM istasyonu verilerinin sınır değerler ile karşılaştırması.....	24
4.2.1.2. Çorlu MTHM istasyonu verilerinin sınır değerler ile karşılaştırması.....	29
4.2.2. Ölçülen kirlenici parametreler arasındaki korelasyon analizi .....	32
4.2.2.1. Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO <sub>2</sub> ve PM <sub>2,5</sub> kirlenici parametreleri arasındaki korelasyon analizi .....	32
4.2.2.2. Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O <sub>3</sub> kirlenici parametresinin Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO <sub>2</sub> , PM <sub>2,5</sub> parametreleri ile arasında korelasyon analizi.....	42

4.2.3. Çorlu OSB MTHM ve Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen SO <sub>2</sub> , PM <sub>2,5</sub> ve O <sub>3</sub> kirletici parametrelerinin meteorolojik faktörlerle ilişkisinin regresyon analizi ile değerlendirilmesi .....	50
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>57</b>
5.1 Sonuçlar .....	57
5.2 Öneriler .....	59
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>61</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	: Mikrogram / metreküp
$\mu$	: Mikro
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat Derece
m	: Metre
km	: Kilometre
ha	: Hektar
$\text{O}_2$	: Oksijen
$\text{O}_3$	: Ozon
$\text{SO}_x$	: Kükürtoksitler
$\text{SO}_2$	: Kükürtdioksit
$\text{NO}_x$	: Azotoksitler
NO	: Azot monoksit
$\text{NO}_2$	: Azotdioksit
$\text{N}_2\text{O}$	: Diazotmonoksit
PM	: Partikül Madde
$\text{PM}_{2,5}$	: Partikül Madde (2.5 mm)
$\text{PM}_{10}$	: Partikül Madde (10 mm)
CO	: Karbonmoksit
$\text{CO}_2$	: Karbondioksit

### Kısaltmalar

ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
HKDYY	: Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
HKİ	: Hava Kalitesi İndeksi
HKİİ	: Hava Kalitesi İzleme İstasyonu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

## 1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün 2005 yılında hava kalitesi ile ilgili yayımladığı ve 2006 yılında özetlediği risk değerlendirme raporuna “temiz havanın insan sağlığı ve refahı için en temel gereksinim olduğunu” vurgulayarak giriş yapması temiz havanın ekosistemdeki bütün canlılar için önemini işaret etmektedir (WHO, 2006). Ayrıca (WHO, 2006) raporuna hava kirliliğinin dünya çapında sağlık için önemli bir tehdit oluşturduğunu belirterek devam etmektedir.

Canlı yaşamını tehdit edecek seviyelere ulaşan hava olaylarının temelinde nüfusun artması ve insanlığa gerekli olan endüstriyel devinimler sonucu atmosferin kimyasının bozulması yer almaktadır. Unutulmamalıdır ki hiçbir kaynak sonsuz ve sınırsız değildir. Düşüncesizce ve acımasızca yapılan her bir faaliyet azalan kaynaklar, önlenemez doğa olayları ve kirlilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Ve maalesef ki artık doğa kendini yenileyemez duruma gelmiştir.

Çağımızın en önemli çevre sorunlarından biri halini alan hava kirliliğinin önüne geçmenin ilk adımı ise hava kirleticilerin detaylı takibi ve kontrol altında tutulmasıdır. Aksi takdirde önleme faaliyetleri etkin ve verimli olmamaktadır. Hava kalitesinin sürekli olarak izlenmesi, veri analizi ve etkin yönetim stratejilerinin uygulanması, bu sorunun çözümü için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, bir bölgenin meteorolojik faktörleri hava kirliliğinin yayılmasını, birikmesini ve temizlenmesini doğrudan etkileyerek hava kalitesini belirleyici bir rol oynadığı için, hava kalitesinin doğru şekilde değerlendirilmesinde göz ardı edilmemesi gereken önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Bu bilgiler ışığında, tez çalışmasında, Tekirdağ İli Çorlu İlçesi'nin meteorolojik faktörleri de dikkate alınarak hava kalitesinin değerlendirilmesi, elde edilecek bulguların yorumlanması ve buna göre konu ile ilgili önerilerin sunulması amaçlanmıştır.

Hava kalitesindeki değişikliklerin sürekli olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi gerektiğinden bu konuda yapılan çalışmalara da sıklıkla rastlamak mümkündür. Ancak zamana bağlı olarak çalışmanın üzerinden vakit geçtiğinde, ulusal ve uluslararası mevzuatlar yenilediğinde ve çalışma güncelliğini kaybettiğinde, çalışmaların tekrar edilmesi gerekmektedir. Tekirdağ İli Çorlu İlçesi'nin hava kalitesinin değerlendirilmesine yönelik yapılan bu tez çalışmasının, çevre-halk sağlığı, ilgili literatüre katkı, toplumsal farkındalığın oluşması, politikaların belirlenmesi ve

uygulanması hususlarına olumlu katkılar sağlama potansiyeline sahip olması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.



## 2. HAVA KALİTESİNİN İZLENMESİ

### 2.1. Hava Kirleticileri, Özellikleri ve Etkileri

Yer küreyi saran gaz kütleleri olarak bilinen atmosferin içerisinde farklı yapı ve özellikte gazlar bulunmaktadır. Atmosferin temel yapısını oluşturan ve havada sürekli bulunan gazlar olduğu gibi havada her zaman bulunmayan ve kirletici olarak tanımlanan gazlar da mevcuttur. 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmî Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe giren “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği” hava kirleticilerini, atmosfere yayılmış halde ve çeşitli şekillerde bulunan (is, duman, saf olmayan su buharı ve toz vb.) gazlar olarak tanımlamıştır. Bu kirletici gazların insanların sağlığını, bitki ve hayvanların gelişimini olumsuz yönde etkileyecek miktarlara yükselmesi ise hava kirliliği olarak yorumlanabilir.

(Azam vd., 2016)’ ya göre havada bulunan ve insan sağlığını etkileyebilecek veya çevre üzerinde derin bir etki yaratabilecek her türlü madde hava kirleticisi olarak tanımlanmaktadır.

Hava kirliliğinin iki ana kaynağının olduğu söylenebilir. Kurak bölgelerde çıkan orman yangınları, yanardağ patlamaları, toz fırtınaları gibi doğal faktörler sonucu çıkan kirlilik ve endüstriyel tesislerin salınımları, ısınma kaynaklı salınımlar, motorlu taşıtlardan çıkan emisyonlar, atıkların yakılması gibi insanların sebep olduğu antropojenik faktörlü kirliliklerdir. Bugün insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan hava kirliliğinin doğal kaynaklı kirlilik miktarından fazla olduğu ortadadır. Doğal kaynaklı kirleticiler evrimsel ekosistemin bir parçası olup yaşam için tehlikeli seviyelere ulaşmazken, antropojenik kaynaklı kirleticiler (Kothari vd., 2016)’ e göre atmosferin doğal karakterini değiştiren kimyasal, fiziksel (PM gibi) ve biyolojik kaynaklı olabilir ve toz, gaz, duman, sis halindeki hidrojen florür, kötü koku ve buharlardır.

Önceki yıllarda hava kirliliği sadece bölgesel sorun gibi algılanıp yeterince önemiyet verilmezken, bugün durum o kadar vahimdir ki tüm dünya ortak çaba göstermek zorunda kalmıştır. Böylece sadece ulusal değil uluslararası nitelikte sınır değerler düzenlenmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2021)’nün yayınladığı hava kalitesi yönergesine göre 6 temel hava kirleticileri PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, ozon, azot dioksit, kükürt dioksit ve karbon monoksittir.

### 2.1.1. Karbonmonoksit

Atmosferdeki CO gazını test etmek için ilk araçların insanlığın başlangıcı olduğunu belirten (Penney vd., 1996)'e göre erken insan toplumlarının özellikle daha soğuk iklimlere ve buzul dönemlere giderken ateşi mağaralarına, inlerine ve yaşam alanlarına götürdükleri tahmin etmek zor değildir. Bazılarının yemek pişirmek veya ısınma amaçlı yaktıkları ateşten kaynaklı ölümcül düzeydeki CO gazından dolayı sabahı göremediğini ve yeterli havalandırması olmayan mağaralarda söndürmedikleri ateşin canlarına mal olduğunu öğreniyorlardı. Bu trajik ama bir o kadar da erken dönem biliminin tesadüfi ilk bulgularıydı. CO gazı için ilk olarak hava örnekleme göstergeleri elde ediliyordu. Bu tür hava örneklemesinin bir çeşidi cilt rengiydi. Bir mağara sakininin cildi kiraz kırmızısı olduysa, belki de temiz hava arama zamanıydı. Cilt daha sonra siyanotik hale gelirse, kimse bu mağaraya girmemeliydi. Kırmızı ve mavi cilt tonları, CO zehirlenmesinin erken nitel kolorimetrik parametreleriydi.

Yakma işlemi sonucu atmosfere salınan gaz CO' tir. Fosil yakıt kullanan araçlar ise havadaki CO kaynağının büyük çoğunluğunu oluşturur. Karbon monoksit (CO) renksiz, kokusuz, son derece toksik, zehirli bir gazdır. Birkaç yüz ppm CO' e maruz kalmak kalıcı sağlık hasarlarına veya ölüme neden olabilir. Bu nedenle CO en tehlikeli çevre kirleticilerinden biri olarak kabul edilebilir ve uzaklaştırılması ve tespiti güvenli yaşam için son derece önemlidir. CO, yanıcı hidrokarbonların (fosil, yakıtlar, petrol, gaz, odun, kömür, tütün vb.) karbondioksite (CO<sub>2</sub>) tam oksidasyon için yeterli oksijen sağlanamaması nedeniyle oluşan eksik yanmanın yan ürünüdür. Doğal atmosferdeki ortalama karbon monoksit 0,1 ppm, evlerdeki seviyeler 0,5-5 ppm (Dilereto & Corcoran, 2012)' dir.

### 2.1.2. Kükürtdioksit

Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>), hava kirliliğine katkıda bulunan güçlü, keskin bir kokuya sahip renksiz bir gazdır. Çoğunlukla fosil yakıtların (kömür, doğal gaz, petrol) yakılması ve alüminyum, bakır veya demir gibi mineral cevherlerinin eritilmesiyle oluşur. Volkanik aktivite de kirleticiyi havaya salar. Gaz yanıcı değildir. Havaya karışabilir ve suda çözünerek sülfürik asit oluşturabilir. Asit yağmuru sülfürik asit içerir ve toprağı ve su yollarını kirletebilir (Harmon, 2024). Havadan yaklaşık 2,5 kat daha ağır olan, yanık kükürtün keskin ve boğucu bir kokusu vardır.

(Özdemir, 2008)'e göre SO<sub>2</sub>'nin atmosferik konsantrasyonu evsel ısıtma amaçlı kömür kullanımının yaygın olduğu yerlerde, şehrin merkezi bölgelerinde ve endüstriyel alanların çevresinde daha yüksektir ve gelişen teknolojiyle birlikte farklı enerji kaynaklarının kullanılmasıyla SO<sub>2</sub> konsantrasyonu azalmaktadır.

### 2.1.3. Azotdioksit

“NO<sub>2</sub>, ulaşım ve endüstriyel sektörlerde yakıtların yanması sonucu yaygın olarak açığa çıkan bir gazdır” (WHO, 2021).

(EPA, 1999)'ya göre NO<sub>x</sub>, yedi bileşikten oluşan bir aileyi temsil eder. Fakat (EPA, 1999) bu bileşik ailesinden daha çok NO<sub>2</sub>'ye dikkat çeker. Çünkü atmosferde antropojenik faaliyetler ile üretilen en yaygın NO<sub>x</sub> formudur. NO<sub>2</sub> yalnızca kendi başına önemli bir hava kirleticisi olmakla kalmaz, aynı zamanda atmosferde ozon (O<sub>3</sub>) ve asit yağmuru oluşturmak için reaksiyona girer. Ekosistemi ciddi şekilde etkilediği için NO<sub>x</sub> emisyonlarını azaltma konusunda ciddi olmak gerektiğini vurgulayan (EPA, 1999)' ya göre bunu başarıyla yapmak için NO<sub>x</sub> hava kirleticileri ailesinin oluşumunu ve kontrolünün gerekliliği belirtilmiştir. NO<sub>x</sub> bileşikleri ailesi ve özellikleri Tablo 2.1.'de (EPA, 1999) listelenmiştir.

**Çizelge 2.1.** Azot oksitler (NO<sub>x</sub>) ve özellikleri

Formülü	Adı	Özellikleri
NO	Azot monoksit	Renksiz
N <sub>2</sub> O	Diazot monoksit	Renksiz ve suda çözünebilir
NO <sub>2</sub>	Azot dioksit	Kırmızı-kahve renkli
N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Diazot dioksit	Suda hafif çözünür
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Diazot trioksit	Siyah renkli ve katıdır. Suda çözünür
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Diazot tetraoksit	Suda çözünebilir
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Diazot pentaoksit	Beyaz renkli, suda çözünebilir

### 2.1.4. Ozon

Üç tane oksijen atomu birleşerek ozon (O<sub>3</sub>)'u oluşturmaktadır. Atmosferde ozon en yoğun olarak stratosfer ve troposfer tabakalarında ve farklı şekilde bulunmaktadır ve ozonun %90'lık kısmı stratosfer tabakasında bulunur. Dünyadaki canlılığı, güneşin zararlı etkilerinden koruduğu için iyi huylu ozon da denilmektedir. Kalan %10' luk kısmı

oluşturan ve troposfer tabakasında bulunan ozon ise insan kaynaklı ozondur ve kirlilik olarak tanımlanır (ÇSB, 2014). Troposferdeki ozonun zamansal ve mekânsal özelliklerini yeniden yapılandırmaya yönelik çalışmalar yapmak ozon kirliliğinin evrimsel arıtma stratejilerinin formüle edilmesi için temel adımdır. Ozon, azot oksitler ( $\text{NO}_x$ ) ve uçucu organik bileşikler (VOC' ler) tarafından güneş radyasyonu altında üretilen ikincil bir kirleticidir ve hem antropojenik aktivitelerden hem de doğal çevreden etkilenir (Su vd., 2024).

Meteorolojik faktörlerin ozon kirliliğinin oluşumunda merkez rol oynadığına dikkat çeken (Weng vd., 2022), yüksek güneş ışığı yoğunluğuna sahip sıcak ve kuru hava koşullarının yüksek ozon kirliliğiyle güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu yaptıkları çalışma ile doğrulamışlardır. Sıcak ve soğuk havadan her ne kadar etkileniyorsa da rüzgâr ile taşınarak kırsal kesimlerde bile ozon seviyesi yüksek konsantrasyonlara çıkabilir.

### **2.1.5. Partikül Madde**

Partikül madde (PM), hava kirliliği için yaygın bir vekil göstergedir. Bu kirleticiye maruz kalmanın olumsuz sağlık etkilerine ilişkin güçlü kanıtlar vardır. PM' nin başlıca bileşenleri sülfatlar, nitratlar, amonyak, sodyum klorür, siyah karbon, mineral toz ve sudur (WHO, 2024).

En kritik kirleticilerden biri olarak ortaya çıkan PM halihazırda küresel bir endişe haline gelmiştir. Aerodinamik çapı  $10\mu\text{m}$ ' den küçük olan partiküller  $\text{PM}_{10}$  olarak tanımlanır.  $\text{PM}_{2.5}$  ise  $2.5\mu\text{m}$ ' den küçük olanlardır. Son zamanlarda, özellikle  $\text{PM}_{2.5}$  olmak üzere hızla artan  $\text{PM}_{10}$ ' un sağlık sorunlarına yol açma ve iklimi kirletme gibi çeşitli çevresel etkileri vardır (Duan vd., 2015).  $\text{PM}_{2.5}$  solunum sistemine nüfuz edebilir ve akciğerin derin bölgelerine yerleşebilir (Chen vd., 2016).

## **2.2. Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler**

Hava kirliliği, atmosferik sınır tabakada çeşitli kaynaklardan atmosfere salınan hava kirleticilerinin, meteorolojik faktörlerin ve yüzey topoğrafya özelliklerinin etkileriyle birlikte oluşmaktadır (Mutlu, 2019).

Hava kirliliğini büyük ölçüde etkileyen faktörlerden biri de atmosferik olaylardır. Hava kirleticileri meteorolojik faktörlerden etkilenecek kaynaklarından çıktuktan sonra atmosfere dağılabilir veya bazıları havada asılı kalabilir. Sıcaklık, basınç, rüzgâr, nem,

yağış ve inversiyon bu meteorolojik faktörlerden bazılarıdır. Ek olarak topografik özelliklerde hava kirliliğinin artıran ve azaltan etkiler gösterebilir (Kadioğlu vd., 1993).

### **2.2.1. Meteorolojik faktörler**

Bir bölgedeki hava kirliliğinin konsantrasyonu sadece kirliliği meydana getiren kaynaklardan gelen kirlilik miktarına bağlı değil, aynı zamanda o bölgenin uzun dönem meteorolojik şartlarına da bağlıdır. Atmosferdeki kirlilik hava ve iklimi etkileyebilirken, meteorolojik koşullar kirleticilerin belli bir yerdeki konsantrasyonunu ve dağılışını büyük ölçüde etkileyebilir. Bölgenin meteorolojik olaylarını anlamamızı sağlayan en önemli veriler sıcaklık, basınç, nem, yağış ve rüzgâr' dır.

Meteorolojik parametreler; hava kirleticilerini oluştukları kaynaklardan taşınmalarını ve seyrelmelerini sağlayabilirken, durgun meteorolojik koşullar ise kirleticileri taşıyamaz ve seyreltmez. Meteorolojik koşullar kirli havanın sadece sıkıntı veren bir olay ya da önemli bir sağlık sorunu olup olmasını tek başına belirleyebilecek öneme sahiptir (Eğri, 1997). Isınan hava yükselir ve yükseldikçe soğur. Yükselirken beraberinde kirleticileri de yukarıya taşır. Yukarıya dikey hareket kirleticileri taşıdığı için havayı temizler. Yukarı doğru çıkan hava sürekli soğuması gerekirken bir yerde ısınırsa ve daha sonra tekrar soğursa sıcaklık terselmesi (inversiyon) vardır. Böyle günlerde kirleticilerin dikey yönde taşınımı zorlaşır ve bulunduğu bölgede yatay yönde harekette azalırsa kirletici konsantrasyonu yoğunlaşır. Düşey taşınımında sıcaklık etkili olurken yatay taşınımında rüzgarlar etkilidir. Rüzgâr şiddeti ve esme yönü kirleticilerin seyrelmesi ve uzaklaşmasında önemli rol oynar. Atmosferdeki nem miktarı ise yoğunlaşma koşullarına göre sis ve yağış olayını meydana getirir. Sis, hava kirliliği açısından en önemli yoğunlaşma türüdür. Yağış ise kirletici maddeleri beraberinde yeryüzüne indirdiği için hava kirliliği açısından olumlu etki yapabilir.

### **2.2.2. Topografik faktörler**

Topografik özellikler, bir bölgenin yüzey şekillerini ve fiziksel yapısını tanımlayan unsurlardır. Yani bir bölgenin arazi yapısını belirler. Bölgedeki dağlar, ovalar, platolar, vadiler arazi şekillerini oluştururken rakım, eğim gibi özellikleri ise yükseltisi hakkında bilgi verir. Hava kirliliğini önlemek ve alınan tedbirlerin etkili olması için yörenin topografik özellikleri bilinmeli ve iyi analiz edilmelidir. Çünkü kirli havanın

yerleşim yeri üzerindeki kalıcılık süresini bölgenin topoğrafyası belirler. Yani bölgedeki havza, çanak veya oluk özelliğindeki alanlarda etkili olan hâkim rüzgarlar ve yönleriyle birlikte hava kirliliğini etkileyebilir.



### 3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Oluşan çevre kirliliğinin her bir çeşidi gibi hava kirliliği de sadece büyük sanayi tesislerinin olduğu bölgeyi değil, sanayi tesislerinden çok uzak, daha az gelişmiş bölgeleri de etkilemektedir. Bu sebepten dolayı, hava kirliliği sadece yerel bir sorun değil, küresel bir çevre sorunudur. Kirleticilerin uzun mesafelere taşınabilmesi, hava kirliliği ile mücadelede geniş çaplı ve entegre stratejilerin önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda hem yerel hem de uluslararası düzeyde etkili çözümler geliştirmek, hava kalitesini iyileştirmek ve insan sağlığını korumak kritik öneme sahip olup, konu ile ilgili gerek bölgesel gerekse de ulusal ve uluslararası alanda yapılmış pek çok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Wilson ve Suh (1997) çalışmalarında, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün altı büyük hava kirleticisinin; partikül kirliliği, yer seviyesindeki ozon, karbon monoksit, kükürt oksitler, azot oksitler ve kurşun olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, hava kirliliğinin, yeraltı suyu ve toprak dahil olmak üzere çevrenin tüm bileşenleri üzerinde de olumsuz etkilere sahip olduğunu, buna bağlı olarak, canlı organizmalar için ciddi bir tehdit oluşturduğunu belirtmişlerdir. Usmani vd. (2020), hava kirliliği çalışmalarının arkasındaki temel motivasyonun, hava kirliliğinin sebep olduğu sağlık problemleri olduğunu belirtmişlerdir. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerine araştırma yapan Kampa ve Castanas (2008), hava kirleticilerinin çevrede kalıcılıkları, reaksiyon özellikleri, emisyonları, kimyasal bileşimleri, uzun veya kısa mesafede taşınabilme kabiliyetleri ve insan/hayvan sağlığı üzerine etkileri bakımından farklılık gösterdiğini belirtmişler ve hava kirleticilerini temel olarak, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC, O<sub>3</sub>, ağır metaller ve partikül madde (PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>) olarak sıralamışlardır.

Altınok (2019), tez çalışmasında hava kirliliğinin sağlık açısından değerlendirilmesi üzerinde durmuş ve partikül madde kirliliğinin 2015-2017 yılları arasındaki ölüm nedenleri ile ilişkisini, ölüm sayılarını ve AIR Q+ programı ile de önlenebilir ölüm sayılarını araştırmıştır. Çalışma alanı olarak Trakya (Edirne Merkez ilçe, Keşan, Kırklareli Merkez ilçe, Lüleburgaz, Tekirdağ Merkez ilçe ve Çerkezköy) bölgesini ele almıştır. Ölüm sayılarını mortalite ölçütleri ile değerlendirerek mortalite hızları ve ölüm nedenleri arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmıştır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ İl merkezleri ve merkez ilçelerde bulunduğu verilere göre PM<sub>10</sub> değerinin Dünya Sağlık Örgütü'nün yıllık PM<sub>10</sub> sınır değerini aştığını tespit etmiş ve bu bölgelerde kirliliğin

olduğuna değinmiştir. Ayrıca, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ İllerinde PM<sub>10</sub> değerinin pik yaptığı ocak ayında ölüm sayılarının da fazla olduğunu ve pozitif yönlü zayıf anlamlı bir ilişki saptamıştır.

Marmara Bölgesi'nin kış sezonunda hava kalitesinin değerlendirilmesini amaçlayan Demirarslan ve Akıncı (2018), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Hava Kalitesi izleme istasyonlarından elde ettiği verilerin hava kalitesi üzerindeki etki ve dağılımlarını Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla haritalandırarak yorumlamışlardır. Marmara Bölgesi'ndeki Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da bulunan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına ait ölçüm istasyonlarından 2015-2016 yıllarını kapsayan PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Bütün illerin kış aylarındaki ortalama PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> değerleri tespit edilmiş ve pik yaptıkları illeri belirlemişlerdir. PM<sub>10</sub> olması gereken sınır değerini 2015-2016 yıllarında da en çok aşan ilin Bursa olduğu görölmüş, SO<sub>2</sub> ise 2015-2016 yıllarında da en çok aşan yerleşim yerinin Edirne Keşan olduğu belirtilmiştir.

Morcalı ve Akan (2017), Kahramanmarař İli için yaptıkları çalışmalarında mevsimsel, çevresel ve sosyal etkilerin, belirledikleri bir merkeze yerleştirdikleri cihazla elde ettikleri SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> değerleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yaz aylarında diğer mevsim aylarına göre SO<sub>2</sub> kirleticisinin en düşük oranlarda olduğunu tespit etmişlerdir. Bu düşüşün en büyük sebebinin ısınma için kullanılan fosil yakıtların yaz ayları içerisinde kullanılmaması olduğu belirtilmiştir. Özellikle soğukların yoğun olarak yaşandığı aralık ve ocak aylarında SO<sub>2</sub> kirleticisinin diğer aylara göre yoğun bir şekilde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. PM<sub>10</sub> emisyonunu oluşturan en büyük etkenlerden biri endüstriyel kuruluşlar olduğu için, PM<sub>10</sub> emisyonu aylara göre çok fazla değişim göstermemekle birlikte, kışın az da olsa artış gösterdiği tespit edilmiştir. NO<sub>2</sub> konsantrasyonunun ise genel olarak yaz aylarında azaldığı görölmüş olup, bunun sebebinin okulların tatil olması ile trafikteki motorlu taşıt miktarının azalması olduğu belirtilmiştir. Yaz aylarında daha etkili olan güneş ışığı ve yüksek sıcaklık sebebiyle O<sub>3</sub> miktarında artış olduğu belirtilmiştir. Kahramanmarař İli için, Kırmacı (2019) tarafından 1990-2015 yılları sečilerek daha geniş ölçekli bir çalışma yapılmış ve Kahramanmarař İli' nin genel hava kalitesi izlenerek modelleme çalışması yapılmıştır.

Çetin ve Demirci (2016) tarafından yapılan çalışmada, Erzincan'da doğalgaz kullanımının hava kalitesine etkisi araştırılmış ve doğalgaz kullanımının hava kalitesine

olumlu yönde etki ettiği ve SO<sub>2</sub> miktarının önemli miktarda azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Çiftçi vd. (2013) ise Konya’da topografik yapı, iklim şartları ve kentleşmenin hava kirliliğine etkisini inceleyerek hava kirleticilerinin Konya’nın kuzey kısmında kalan yükseltileri aşmadığını, bu sebepten dolayı şehrin üzerine çökerek özellikle kış aylarında hafta boyunca süren sise sebep olduğunu vurgulamışlardır.

Usmani vd. (2020) tarafından 2020 yılında Malezya’da hava kirliliğinin sağlık üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmada, Malezya’daki hava kalitesi, hava kirliliğine iklim değişikliğinin etkileri incelenerek, Malezya’nın ulusal hava kalite standartları küresel standartlarla kıyaslanarak, sağlık üzerine etkileri kapsamlı bir şekilde irdelenmiştir. “Hava kirliliği çalışmalarının arkasındaki temel motivasyon, hava kirliliğini içeren sağlık etkileridir” şeklinde ifade eden araştırmacılar, yapılan çalışmalarda elde edilen sağlık harcamaları verilerine istinaden “Hava kirliliğini ve sağlık etkilerini incelemek için bir diğer motivasyon da sağlık yükünün yıllık parasal değeridir” şeklinde yorumlamışlardır.

Arslan ve Toltar (2023) çalışmalarında İstanbul İli Ümraniye ve Silivri İlçelerinde PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> konsantrasyonları ile meteorolojik parametreler arasındaki mekânsal-zamansal ilişkiyi araştırmıştır. PM<sub>2.5</sub> değerlerinin yerel kaynaklara ve düşük rüzgâr hızlarına bağlı olarak arttığını, ilkbahar mevsiminde bağıl nem ile PM<sub>10</sub> arasında anlamlı derecede zayıf bir korelasyon olduğunu görmüşlerdir.

Dongliang vd. (2024), PM ile çevre-meteoroloji etkileşimlerini inceledikleri çalışmalarında PM konsantrasyonlarında önemli mevsimsel ve mekânsal değişkenlik olduğunu, yüksek sıcaklık ve daha düşük rüzgâr hızlarında yani yaz sezonu boyunca yüksek PM seviyelerine ulaşıldığını tespit etmişlerdir.

Teeranun vd. (2025), meteorolojik faktörlerin hava kirliliği ve sağlık riskleri üzerindeki etkisini araştırmış ve çoklu doğrusal regresyon analiziyle meteorolojik faktörlerin kentsel ve endüstriyel alanlarda O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, ve PM<sub>2.5</sub>’i orta düzeyde etkilediği sonucuna varmışlardır. S. Roy vd., (2024) meteorolojik-çevresel parametreler ile PM<sub>2.5</sub> arasındaki ilişkiyi araştırmış ve elde ettikleri bulgular, yaz aylarında çevresel parametrelerin PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonları üzerinde daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu, kış aylarında ise meteorolojik parametrelerin daha önemli bir rol oynadığını göstermiştir.

Menteşe ve Tağıl (2012), Bilecik’te hava kirliliğine neden olan iklim elemanları ile incelenen meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi istatistikî yöntemler kullanılarak analiz etmişlerdir. Çoklu doğrusal regresyon ve korelasyon analizleri ile elde edilen bulgulara göre, rüzgâr hızının düşmesinin kirleticilerin dağılımını engellediğinin ve bu

nedenle hava kirliliğinin arttığıın bir göstergesi olduğunu, yüksek basınç şartlarının ise hava kirliliğinin artmasına sebebiyet verdiğini yorumlamışlardır.

Gündoğdu (2006), İstanbul İl'inde meteorolojik parametrelerin hava kirliliğine etkilerini incelemek için bir yapay sinir ağları modeli geliştirmiş, SO<sub>2</sub> ve sıcaklığın ters orantılı olarak değiştiğini, sıcaklığın düşük olduğu kış günlerinde ısınma amaçlı yakıt emisyonlarındaki artış nedeniyle kirletici konsantrasyonlarında artış olduğu gibi önemli tespitlerde bulunmuştur.



## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, hava kalitesinin değerlendirilmesi için, özellikle 2008 yılından sonra çevresindeki fabrikaların, Organize Sanayi Bölgelerinin (OSB'lerin) artması yanında, İstanbul ve ülkemizin batı sınırına yakın olması gibi nedenlerden dolayı, hızlı ve düzensiz nüfus artışıyla dikkat çeken Tekirdağ İli' ne bağlı Çorlu İlçesi ele alınmıştır.

Tekirdağ İli' nde nüfus artış hızı en değişken olan Çorlu İlçesi'nin 2020-2024 yılları hava kirliliği izleme verileri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı' na ait Hava Kalitesi Ağı üzerinden temin edilerek değerlendirilmiştir. Ayrıca kirletici parametrelerin, Tekirdağ Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nden resmi başvuru ile temin edilen 2020-2024 yıllarına ait meteorolojik veriler (hava sıcaklığı, yağış, rüzgâr hızı, nem ve basınç) ile ilişkisi yorumlanmaya çalışılmıştır.

### 4.1. Çorlu İlçesinin Karakteristik Özellikleri

#### 4.1.1. Coğrafi özellikler

Marmara Bölgesi'nin Trakya Bölümü'nde yer alan ve Tekirdağ İli' nin en büyük ilçesi olan Çorlu'nun yüzölçümü 531 km<sup>2</sup> ve denizden yüksekliği 193 m'dir. Çorlu İlçesi batıda Tekirdağ İl merkezi ve Muratlı İlçesi, doğuda İstanbul, kuzeyde Ergene-Çerkezköy ilçeleri ve güneyde Marmara Ereğlisi İlçesi ve Marmara Denizi ile komşudur (Şekil 4.1., 2024). İlçenin arazisinin görünümü dalgalı düzlükler şeklinde olup engebesizdir ve eğim değerleri alçaktır.



Şekil 4.1. Tekirdağ İli sınırları (URL 1)

Çorlu İlçesi' nin büyük kısmı Ergene Havzası içinde yer alır. Ergene Çayının önemli kollarından biri Çorlu' nun kuzeyinden akmaktadır. Ergene Havzasının kuzeyinde masif arazi olan Yıldız dağları ve güneyinde Oligosen yaşlı araziler bulunur. Topografik yapı olarak dalgalı düzlükler şeklindedir. Eğim değerleri fazla değildir (Eroğlu, 2022; Kahraman, 2013).

#### 4.1.2. İklim yapısı

Çorlu ilçesinin iklimi, karasal iklime yakın olsa da Karadeniz ve Marmara'dan gelen nemli hava kütlelerini durduracak yükseltiler olmadığı için ılıman iklim etkisi iç kesimlere ulaşarak Çorlu' da kışların karasal iklim gibi sert geçmesini engellemektedir. Böylelikle Çorlu' da, Akdeniz, Karadeniz ve Karasal İklim özelliklerinin görüldüğü geçiş tipi bir iklim görüldüğü ifade edilebilir (Kahraman, 2013).

Hava kirleticilerinin bulunduğu atmosfer tabakasını iyi tanımak ve atmosferde sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr ve yağış gibi bölgenin yerel meteorolojik verileri, hava kirliliğini kontrol etmek amacıyla sağlıklı çalışma modellerinin kurulabilmesi, gelecekte olabilecek durumları ve emisyonların başarılı bir şekilde kontrol altına alınabilmesi için önem taşımaktadır. 2001-2024 yılları arasında Çorlu ilçesine ait meteorolojik verilerinin aylık ortalama değerleri Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çorlu İlçesi' ne ait meteorolojik verilerinin 23 yıllık ortalamalar (Anonim, 2025)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Yağış (mm)	58,9	56,4	48,0	42,2	44,6	56,2	25,9	22,8	41,8	60,0	62,7	68,1
Rüzgâr Hızı(m/s)	4,7	5,1	4,6	4,5	4,1	4,4	5,1	5,5	4,8	4,6	4,3	4,5
Basınç(hpa)	998,7	998,5	997,5	995,9	995,1	994,1	993,6	994,4	996,2	999,7	1000,1	1000,5
Nem (%)	84,3	82,2	78,6	72,4	71,9	70,1	66,1	67,4	69,9	77,4	82,0	85,4
Sıcaklık (°C)	4,3	5,3	7,7	11,8	16,9	21,6	24,3	24,5	20,3	15,1	10,5	6,1

#### 4.1.2.1. Sıcaklık

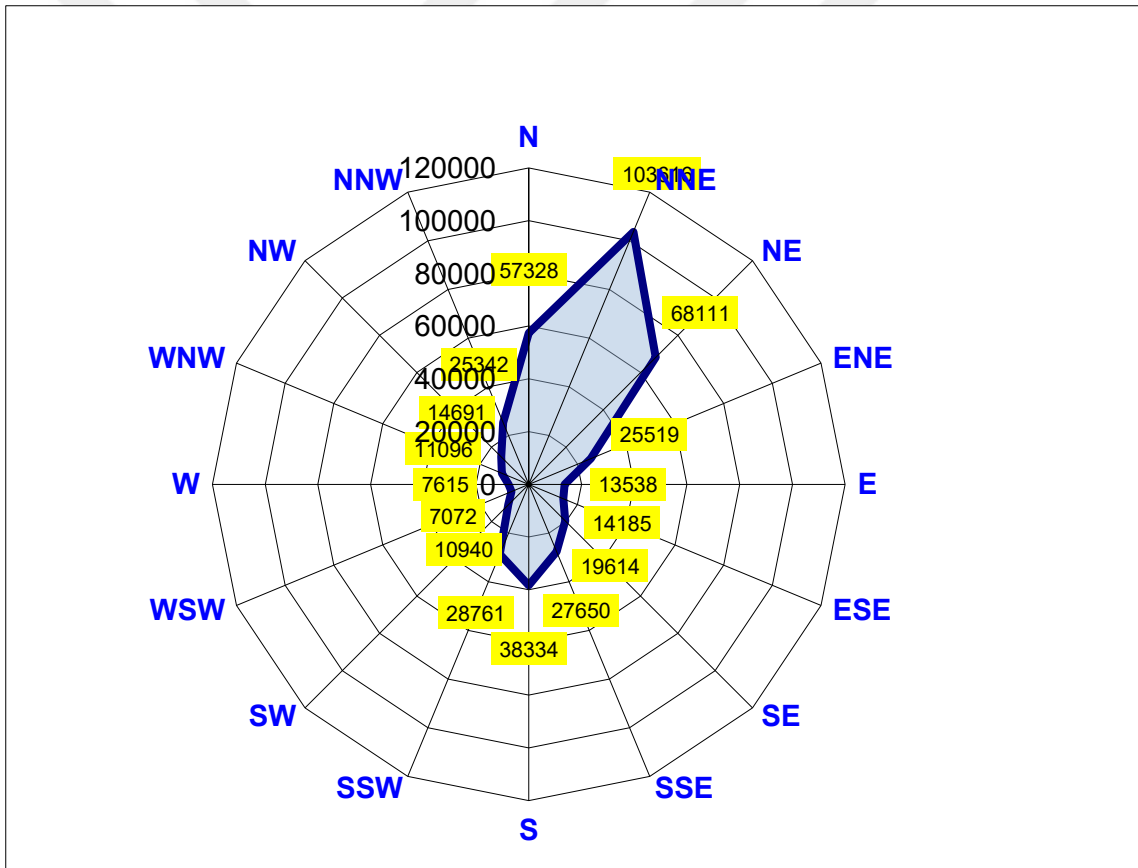
Sıcaklığın bir bölgenin hava kalitesine etkisi kış mevsimlerinde düşük sıcaklık sebebiyle ortaya çıkan ısınma ihtiyacını karşılamak için yakılan yakıtlar sonucu meydana gelen emisyon artışı şeklinde olmaktadır. “İnsanların ısınma veya serinleme ihtiyacı olmadan kendilerini rahat hissedecekleri sıcaklık değeri olarak tanımlanan konfor sıcaklığı, Türkiye için 18,05°C- 22,8°C arasını kapsamaktadır” (akt. Keser, 2013). Bu sebeple kış mevsimi hava sıcaklığının 18°C' nin altına inmesinden dolayı ısınma ihtiyacının arttığı ve bu bağlamda emisyonların arttığı dönem olarak kabul edilebilir. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tekirdağ Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilere göre uzun yıllar (23 yıl) Çorlu'da yıllık ortalama sıcaklıkların 14,0°C olduğu konfor değeri içerisinde kaldığı aylar yalnızca haziran (21,6°C) ayıdır. Temmuz (24,3°C) ve ağustos (24,5°C) ayları en sıcak aylardır. Buna karşılık, sıcaklığın 18°C eşik değerinin altına indiği aylar ekim-mayıs arası dönemi kapsamaktadır. Ekimden mayıs ayına kadar olan toplam 8 ay Çorlu için ısınma dönemi olarak kabul edilebilir. Çorlu'da ısınma dönemi içinde ortalama sıcaklığın en düşük olduğu aylar aralık (6,1°C), ocak (4,3°C) ve şubattır (5,3°C).

#### 4.1.2.2. Rüzgâr hızı

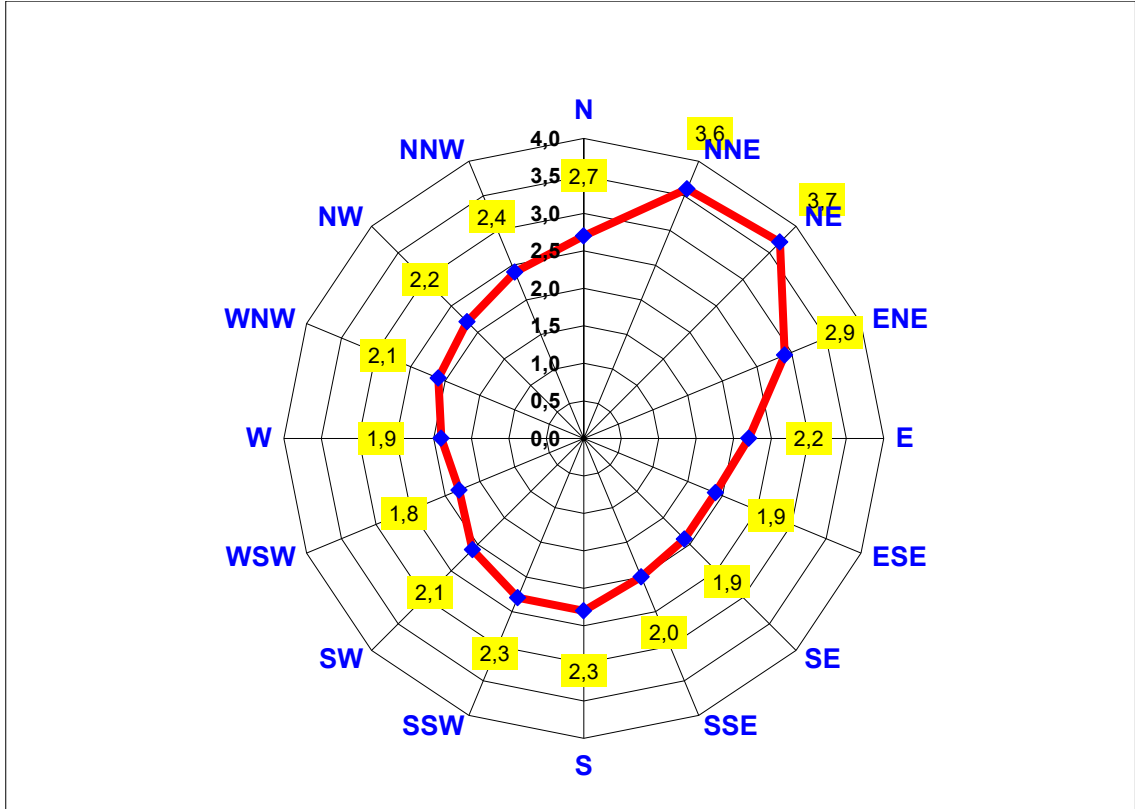
“Gerekli enerjisini güneşten alan bir ısı makinası olarak nitelenebilecek atmosferde; ısıl potansiyel farklara sahip olan hava kütleleri, daha soğuk ve yüksek basınç alanı olan bir noktadan, daha sıcak ve alçak basınç alanına hareket ederler. Isı enerjisinin

kinetik enerjiye dönüştüğü bu doğa olayındaki hava kütlesi hareketine, rüzgâr adı verilir. (Özdamar, 2000). Meteorolojik parametreler içerisinde hava kirletici emisyonlarının bölgeden uzaklaştırılması veya dağıtılmasında etkili olan en önemli parametre rüzgardır. Bu sebeple bir bölgedeki hava kirliliği konsantrasyonlarının belirlenmesinde o bölgenin etkin olan rüzgârı, yönü, hızı ve sıklığının bilinmesi önemlidir.

Çorlu'da hâkim rüzgâr yönü, kuzey ve kuzey doğu olup (Şekil 4.2.), uzun dönem (2001-2024) yıllık ortalama rüzgâr hızı 3,7 m/s'dir (Şekil 4.3.). Kış sezonunda, hava kirliliğinin en fazla olduğu aylardaki ortalama rüzgâr hızları ise kasım' da 4,3 m/s, aralık' ta 4,5 m/s, ocak' ta 4,7 m/s, şubat ve martta 1,8 m/s'dir. Isınma dönemi geneli ile ocak, kasım aylarında 1.hâkim hâkim yönü olarak beliren batı-kuzeybatı (WNW) rüzgarının bu dönemdeki ortalama hızı 2,1 m/s olarak gerçekleşmektedir.



Şekil 4.2. Çorlu'da (1968-2024) yılları arası hâkim rüzgâr yönleri ve esme sayısı (Anonim, 2025)



Şekil 4.3. Çorlu' da (1968-2024) yılları arası uzun dönem ortalama rüzgâr hızları (Anonim, 2025)

#### 4.1.2.3. Basınç

Alçak basınç (siklon) alanlarında hava hareketleri çevreden merkeze doğru, saat hareketinin tersi yönünde (kuzey yarımkürede) olup, havanın düşey doğrultuda yükselmesini sağlar. Yükselen havada soğumaya bağlı yoğunlaşma olduğu için hızlı rüzgâr ve yağış oluşumları meydana gelir. Bu nedenle, alçak basınç merkezleri kirli havanın uzaklaştırılması bakımından olumlu etkiler oluşturur. Yüksek basınç (antisiklon) alanlarında ise hava hareketi merkezden çevreye doğru, saat hareketi yönündedir. Bu durumda havanın düşey yönde alçalmasına bağlı olarak, ısınma meydana geldiğinden, rüzgâr ve yağmur oluşumları beklenemez. Havanın, dolayısıyla kirleticilerin zemine doğru hareket ettiği merkezleri açıklandığı gibi yağışsız ve durgun hava koşullarının da içerdiğinden hava kirliliği açısından olumsuz etkilere neden olur.

Çorlu'da yıllık ortalama yerel basınç 997,0 mbar olup, yıl boyunca en düşük yerel basınç ortalaması 993,6 mbar, en yüksek ise 1000,5 mbar'dır. Genel olarak kış aylarında yüksek basınç, yaz aylarında ise termal alçak basınç daha belirgindir. Yani bölge mevsimsel basınç değişimlerine açıktır, sabit bir basınç karakterine sahip değildir. Bölgede ortalama yerel basıncın en yüksek değerlerde olduğu aylar ekim (999,7 mbar), kasım (1000,1 mbar), aralıktır (1000,5 mbar).

Isınmadan kaynaklanan emisyonların en üst düzeyde olduğu bu aylarda, yerel basıncın da yüksek oluşu, hava kirliliğini ve etkilerini artıran önemli bir faktör olmaktadır. Havanın yüksek basınca bağlı alçalma hareketi sonucunda zemine doğru alçalan kirleticiler, yüksekte bakıldığında şehrin üzerinde koyu gri bir duman örtüsü oluşturur. Sonuç olarak, Çorlu' da havaya karışan emisyon miktarının en fazla olduğu ekim, kasım, aralık aylarında, yerel basıncın da yüksek değerlerde olması, alçalan hava hareketine bağlı olarak kirli havaya maruziyeti artırmaktadır.

#### 4.1.2.4. Yağış

Yağış, atmosferdeki kirletici maddeleri beraberinde yeryüzüne indirmesi nedeniyle hava kirliliği açısından olumlu etkidir. 15 dakikalık sürekli bir yağış, havada bulunan 10 mikrona kadar olan kirleticilerin %28' ini temizleyebilmektedir. Ancak bu temizleme gücü partikül çapının küçülmesiyle azalır. Gaz şeklindeki bazı kirleticiler yağmur damlalarınınca eritilerek tutulurken, kar şeklindeki yağış da havanın temizlenmesini sağlamaktadır (akt. Keser, 2013).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tekirdağ Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nden elde edilen verilere göre uzun yıllar (30 yıl) Çorlu'da yıllık ortalama yağış miktarı 592,8 mm' dir. Yıl içerisinde en çok yağış düşen aylar kasım (68,3 mm) ve aralık (73,8 mm) aylarıdır. En az yağış ise yaz mevsimi olan ağustos (23,8 mm) ayında düşmektedir.

#### 4.1.2.5. Nem

Havada içerisinde bulunan nem, miktarına ve yoğunlaşmasına bağlı olarak sis ve yağış oluşumunu destekler. Sis, hava kirliliği açısından önemlidir. Çünkü özellikle havada kirleticilerin fazla olduğu dönemlerde zehirli gazların oluşumuna destek vermektedir. Ayrıca perde görevi görerek güneşli günlerde güneş ışınlarının yer yüzüne ulaşmasını engeller.

Nispi nem, mevcut basınç ve sıcaklıkta, havadaki su buharı miktarının, aynı basınç ve sıcaklıktaki havanın alabileceği maksimum su buharı miktarına oranına denir ve % olarak ifade edilir. Diğer bir deyişle nispi nem havanın doyma açığını gösterir (Sensoy, 2008.). Havadaki toplam nemin miktar ve yoğunlaşma koşullarına bağlı olarak yağış ve sis oluşumları gözlenebilir. Sis, havada asılı halde bulunan su damlacıkları ve

parçacıkların yoğunlaşması sonucu oluşan bir olaydır. Çorlu’da kış sezonunda nisbi nem oranının en yüksek olduğu aylar, aralık (%85,4), ocak (%84,3), şubat (%82,2) ve kasımdır (%82).

#### 4.1.3. Nüfus

Tekirdağ İl’inin en kalabalık ilçesi olan Çorlu’nun 2024 yılı sonu itibariyle toplam nüfusu 300.296’dır. İlçe nüfusunun 147.479’ u kadın, 152.817’ si erkekten oluşmaktadır.

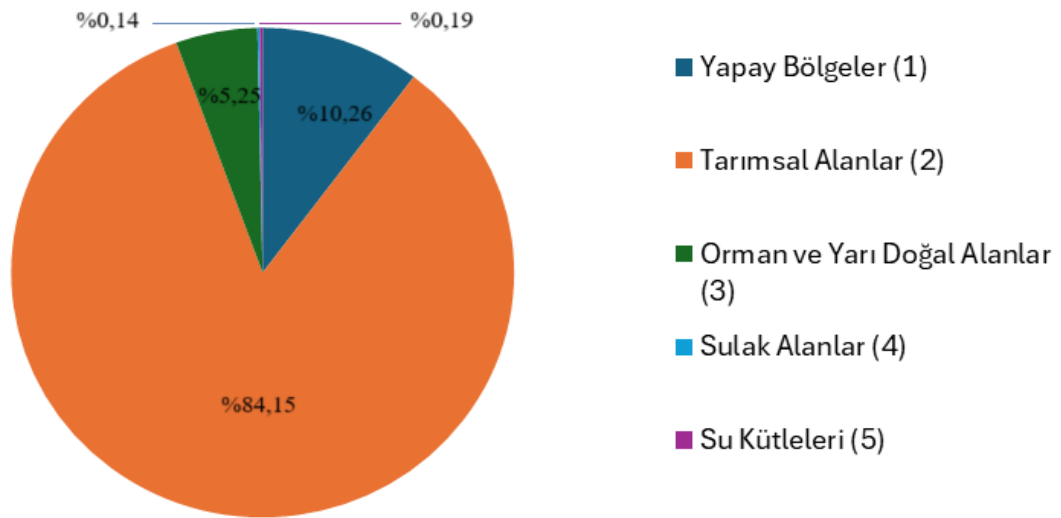
Bu çalışmada 2020-2024 yılları arasında hava kalitesinin değerlendirilmesi yapılmış olduğu için İlçenin bu yıllara ait nüfus verileri Çizelge 4.2.’ de verilmiştir (TÜİK, 2025).

**Çizelge 4.2.** Çorlu İlçesinin 2020-2024 yılları arasında nüfus verileri (URL 2)

Yıllar	2020	2021	2022	2023	2024
Nüfus	279.251	284.907	290.155	294.020	300.296

#### 4.1.4. Arazi kullanımı ve tarımsal faaliyetler

Çorlu ilçesinin 53.067,88 ha arazi varlığını, 5.446,43 ha ile yapay alanlar, 44.658,85 ha ile tarım alanları, 2.784,71 ha ile orman ve yarı doğal alanlar, 76,63 ha ile sulak alanlar ve 101,26 ha ile su kütleleri oluşturmaktadır (Şekil 4.4., 2024).



**Şekil 4.4.** Çorlu İlçesinde arazi sınıflandırması

Tekirdağ İli' nin toplam alanı 6.313.000 dekadır. Konum itibariyle farklı iklim ve toprak özelliklerine sahip olması, sulu ve kuru şartlarda farklı ürünlerin yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. 2023 yılında Tekirdağ İli' nde 156.751 dekar alanda sulu, 3.997.170 dekar alanda da kuru tarım yapılmıştır. İl genelinde işlenen tarım alanlarının ilçelere göre dağılımında tarla, meyve, sebze ve süs bitkileri toplamında 314.835 dekar alan ile 7.sıradadır. İl genelinde ekilen tarla ürünlerinden buğday üretiminde yıllık 51.340 ton ile 4.sırada, arpa üretiminde 7,830 ton ile 3.sırada, yulaf üretiminde yıllık 286 ton ile 6.sırada, kanola üretiminde 2.946 ton ile 1.sırada, yağlık ayçiçeği üretiminde ise 11.147 ton ile 6.sıradadır. Meyve ekim alanı olarak il genelinde 5.712 dekar alanla 3.sırada olup şaraplık üzüm, diğer elmalar, armut erik vb. yetiştirilmektedir. 2023 yılında 4.705 ton üretimle diğer elmalar en çok üretilen meyve olmuştur. Sebze olarak değerlendirilen kavun 810 ton ile ilçede en çok üretilen sebzedir (Tarım Orman, 2023).

#### **4.1.5. Hava kalitesi**

Yeryüzündeki canlı sağlığını hava kirliliği etkilerinden korumak için güçlü bir mevzuatla desteklenen hava kalitesi yönetimi gerekmektedir. Ülkeler, sağlıklı yaşam şartları oluşturmak için belli mevzuatlar ve sınır değerler koymaktadır. Bu sınır değerlere göre denetimler ve yaptırımlar uygulanabilmektedir. Zira, hava kalitesi yönetiminin başarısı önlem, izleme, denetim ve caydırıcı yaptırımlara bağlıdır.

Ülkemizde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nin amacı, hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış metotları ve kıstasları esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak ve diğer durumlarda iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamaktır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2008). Hava kirliliği ölçüm çalışmaları ve yorumlanması bu yönetmelikte belirtilen usul ve esaslara göre yapılmaktadır.

Tekirdağ İli Çorlu İlçesi'nin hava kalitesinin değerlendirilmesi için T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na ait Ulusal Hava Kalitesi İzleme İstasyonu Web Sayfasından alınan 2020-2024 yıllarına ait veriler aylık ortalama olarak

incelenmiştir. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na ait Çorlu ilçesi sınırları içinde 2 adet Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu mevcut olup, istasyonların konumları ve buralarda ölçülen parametreler Çizelge 4.3.' de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Hava kalitesi ölçüm istasyonlarının konumları ve ölçülen parametreler (URL 5)

İstasyonlar	Koordinatlar	Kirlenici Parametreler					
	(Enlem-Boylam)	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Çorlu MTHM	41,156332° K- 27,817595° D	×	×	×		×	
Çorlu OSB MTHM	41,180677° K- 27,815443° D	×	×	×			×

Çorlu MTHM istasyonu ısınma kaynaklı hava kirliliği ölçümü yapmakta olup ölçümü yapılan parametreler, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve O<sub>3</sub>' tür. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre bir istasyonun verisinin değerlendirmeye tabi tutulabilmesi için istasyonun en az %75 veriye sahip olması gerekmektedir. Fakat PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> parametrelerinin verileri büyük oranda eksik olduğu için incelemeye alınamamıştır. Bu istasyon için seçilen yıllar arasında düzenli kaydedilen kirlenici parametresi O<sub>3</sub> olduğu için analizi yapılan tek parametre, O<sub>3</sub> olmuştur.

Çorlu OSB MTHM' nde bulunan istasyonda ise sanayi kaynaklı hava kirliliği ölçümleri yapılmakta olup hava kirlenici parametrelerinden SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> ve PM<sub>2.5</sub> ölçümü yapılmaktadır. O<sub>3</sub> ve NO<sub>x</sub> verileri eksik olduğu için değerlendirmeye alınamamış, ancak SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2.5</sub> verileri değerlendirilmiştir. Hava kalitesi ölçüm istasyonlarının harita üzerinde gösterimi ise Şekil 4.5.' de verilmiştir.



Şekil 4.5. Çorlu İlçesinde bulunan hava kirliliği ölçüm istasyonlarının yerleri

#### 4.2. Veri Analizi

Ülkemizde hava kirleticileri için uygulanacak olan limit değerler Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2008) hükümlerine göre belirlenir. Türkiye, Avrupa Birliği (AB) üyelik sürecinde mevzuatlarını AB ile uyumlu hale getirmek için 2009 yılından başlayarak hava kirleticilerinin sınır değerlerini azaltmaya başlamış ve Avrupa ülkelerinde uygulanan değerler seviyesine getirmiştir. 2019 yılının başından itibaren kükürt dioksit ( $SO_2$ ) için 1 Ocak 2022'den itibaren ise  $O_3$  için Avrupa Birliği ülkelerinde uygulanan sınır değerler, ülkemizde de yürürlüğe girmiştir (İBB, 2024).

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)'nde  $PM_{2.5}$  için herhangi bir sınır değeri belirtilmemiştir. Ayrıca, ülkemizde Hava Kalitesi İndeksi hesaplamasında da  $PM_{2.5}$  yer almamaktadır. Bu kirlenici için DSÖ tarafından önerilen değeri yıllık  $5 \mu g/m^3$  ve günlük  $15 \mu g/m^3$ 'tür (DSÖ, 2021). Çalışma kapsamında Çorlu hava kalitesi ölçüm istasyonlarında ölçümü yapılan hava kirlenici parametreleri T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği tarafından işletilen ve kayıt altına alınan Hava Kalitesi Sürekli İzleme Merkezi'nden temin edilmiştir. Temin edilen bu değerler T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2008) ve

Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ, 2021) belirlemiş olduğu sınır değerler kullanılarak yorumlanmıştır.

Çorlu OSB MTHM ve Çorlu MTM istasyonlarında çalışma dönemi (2020-2024) boyunca elde edilen kirletici parametre verilerinin birbirleri ile olan ilişkisi Microsoft Excel programında korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir. Korelasyon analizinde iki veya daha fazla değişkenin birlikte değişiminin ölçüsü tespit edilmeye çalışılır. Yani bu değişkenler arasındaki ilişkinin miktar ve yönünü sayısal olarak belirlemeyi sağlayan istatistiksel bir yöntemdir. Korelasyon katsayısı (R) ise, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin büyüklüğünü ve yönünü ölçmek için kullanılır. Burada, R=1 değeri mükemmel bir pozitif korelasyon ve R= -1 değeri mükemmel bir negatif korelasyon anlamına gelmektedir. Bir korelasyon hesabı için değişkenler yaklaşık olarak normal dağıtılmalıdır, ilişkilendirme doğrusal olmalıdır ve verilerde aykırı değerler olmamalıdır. Korelasyon katsayısı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$R = \frac{\sum (x - \bar{X})(y - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum (x - \bar{X})^2][\sum (y - \bar{Y})^2]}} \quad (4.1.)$$

Burada,  $x$  ve  $y$  korelasyon yapılacak iki değişkeni,  $\bar{X}$  ve  $\bar{Y}$  ise bu değişkenlerin ortalamasını ifade etmektedir. Çizelge 4.4'te R değerine göre veri setleri arasındaki ilişki seviyesi gösterilmektedir.

**Çizelge 4.4.** R değerlerine göre veri setleri arasındaki ilişki seviyesi

R Değeri	İlişki Seviyesi
0 – 0.19	Çok Düşük
0.20 – 0.39	Düşük
0.40 – 0.59	Orta
0.60 – 0.79	Güçlü
0.80- 1	Çok Güçlü

Çalışma dönemi boyunca (2020-2024) SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> ve O<sub>3</sub> kirletici parametrelerine iklim koşullarının (hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, nem ve basınç) etkisini değerlendirmek amacıyla JASP istatistik programında çoklu lineer regresyon analizi yapılmıştır. Başka

bir ifade ile, incelenen hava kirletici parametreleri için çoklu regresyon analizinden yararlanılarak meteorolojik parametrelerinin kirleticiler üzerindeki etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Programda regresyon çözümü için çok değişkenimiz olduğundan Backward yöntemi kullanılmıştır. Bütün meteorolojik veriler programa yüklenerek her bir kirletici için en iyi denklem elde edilmeye çalışılmıştır. Bu yöntemde p değeri 0.05' in altında kalana kadar model tekrarlanarak sadece gerekli değişkenlerin modelde kalması amaçlanmıştır.

Çoklu regresyon denklemi,  $Y = (a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots) + e$  şeklindedir.

Denklemden,  $Y$ : bağımlı değişken,  $X$ : bağımsız değişken,  $a_0$ : regresyon eğrisinin  $Y$  eksenine kesim noktası,  $a_1$ : ilk tahmin değişkeninin ( $X_1$ ) katsayısı,  $a_2$ : ikinci tahmin değişkeninin ( $X_2$ ) katsayısı,  $e$ : denek için  $Y$ 'nin tahmin edilen değeriyle gözlenen değeri arasındaki farkı ifade etmektedir.

Çalışmada, bağımlı değişkenler  $PM_{2,5}$ ,  $SO_2$  ve  $O_3$  olmak üzere, bağımsız değişkenler ise sıcaklık, rüzgâr, nem, basınç ve yağış olarak ele alınmıştır.

#### 4.2.1. İstasyonlardaki ölçüm verilerinin değerlendirilmesi

##### 4.2.1.1. Çorlu OSB MTHM istasyonu verilerinin sınır değerler ile karşılaştırması

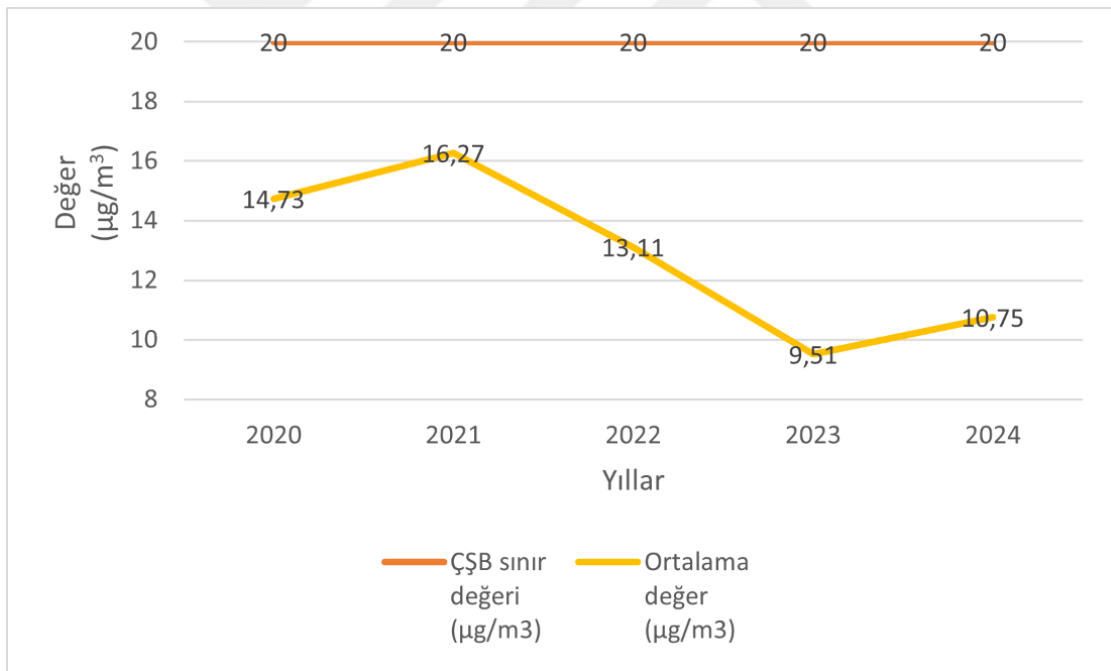
Çalışma kapsamında 2020-2024 yıllarında Çorlu OSB MTHM hava kalitesi ölçüm istasyonu hava kirletici parametrelerinden  $SO_2$ 'ye ait günlük ve yıllık olarak temin edilen veriler, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı' nın (ÇŞB, 2008) belirlemiş olduğu sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5' de verilmiştir. Ayrıca, 2020-2024 yıllarında Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen  $SO_2$  değerlerinin mevsimlere göre ortalamasını ve mevsiminde ölçülen en yüksek değerleri gösteren veriler Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.5' de Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen  $SO_2$  kirletici konsantrasyonları sınır değerler ile kıyaslandığında; HKDYY' ne göre 2016 yılında günlük sınır değerler  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirlenmiş ve kademeli olarak her yıl  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  azaltılarak 2019 yılından bu yana  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak sabitlenmiştir. Çalışma süresi boyunca günlük limit değer olan  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aşılmamıştır.  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirlenen yıllık ortalama sınır değer çalışma süresi boyunca her yıl aynı kalmıştır ve çalışma süresi boyunca yıllık ortalama limit değerler aşılmamıştır.

**Çizelge 4.5.** Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> verilerinin sınır değerler ile karşılaştırılması

Yıl	Ölçüm Sayısı	Günlük				Yıllık	
		En Yüksek Değer (µg/m <sup>3</sup> )	HKDYY Sınır Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	İzin Verilen Sınır Değer Aşım Sayısı	Aşım Sayısı (HKDYY'ne Göre)	HKDYY sınır değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Ortalama değer (µg/m <sup>3</sup> )
2020	345	85,7	125	3	0	20	14,73
2021	306	50,95	125	3	0	20	16,27
2022	347	84,91	125	3	0	20	13,11
2023	157	45,02	125	3	0	20	9,51
2024	355	35,52	125	3	0	20	10,75

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.6' ya göre yıllık ortalama SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun ölçülen 16,27 µg/m<sup>3</sup> ile 2021 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı, en düşük değer ise 9,51 µg/m<sup>3</sup> ile 2023 yılında ölçüldüğü görülmüştür.

**Şekil 4.6.** Yıllık ortalama SO<sub>2</sub> değerlerinin sınır değer ile karşılaştırılması

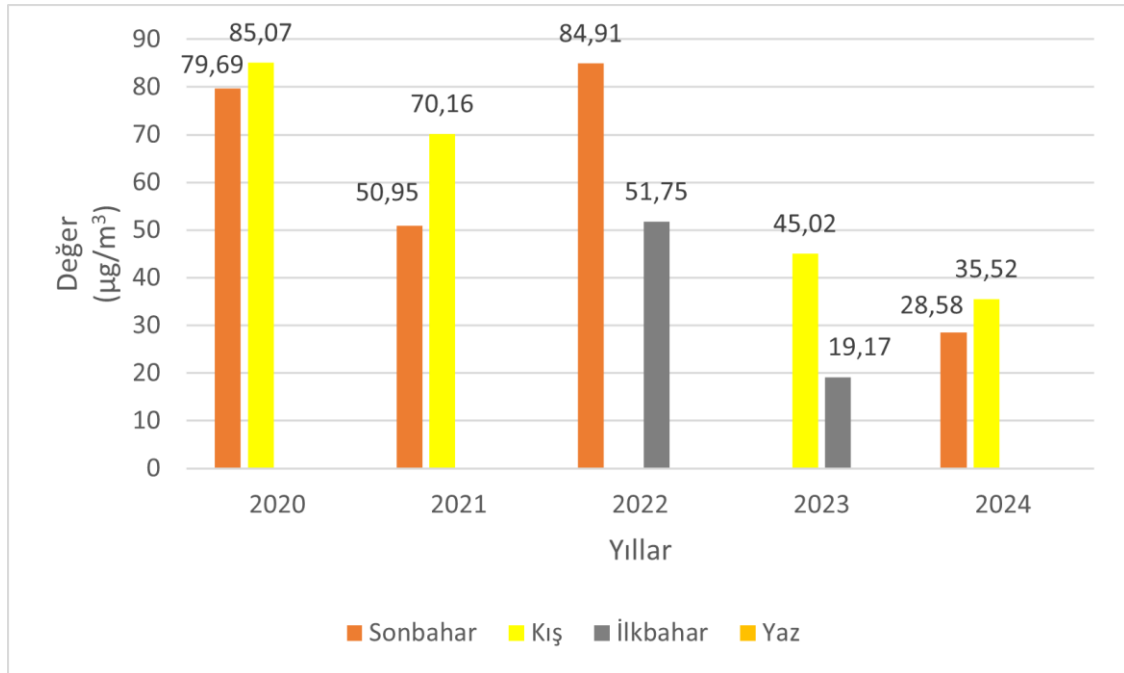
Çizelge 4.6. SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun mevsimsel ortalama ve maksimum değerleri

Yıl	Sonbahar Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		Kış Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		İlkbahar Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		Yaz Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )	
	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.
2020	79,69	17,57	85,07	20,1	42,55	9,07	27,51	11,47
2021	50,95	19,79	70,16	17,29	42,72	17,07	42,25	13,24
2022	84,91	14,41	32,44	12,05	51,75	13,52	26,89	11,8
2023	11,86	7,37	45,02	11,31	19,17	7,99	*	*
2024	28,58	11,83	35,52	12,09	22,76	8,59	27,01	10,24

\*: veri temin edilememiştir.

Yıllara göre mevsimsel ortalama değerler dikkate alındığından sonbahar ve kış mevsimlerinde genellikle SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının diğer mevsimlere göre yüksek olduğu görülmektedir. 2023 yılının yaz aylarında ise istasyonda ölçülen verilerin hepsi eksik olduğu için değerlendirmeye alınamamıştır. Aynı zamanda 2023 yılının sonbahar mevsiminde Eylül ve Ekim ayları verileri de olmadığı için ortalama değeri düşürmüştür.

Çizelge 4.6.'da yer alan verilere göre her yıl için ölçülen maksimum iki veri seçilerek oluşturulan grafik incelendiğinde ortalama değerler gibi maksimum değerlerinde sonbahar ve kış mevsimlerinde ölçüldüğü görülmüştür. Hiçbir yılda yaz mevsiminde maksimum veri elde edilmemiştir. 2020 yılının kışında maksimum değer 85,07 µg/m<sup>3</sup> ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.7).

Şekil 4.7. SO<sub>2</sub> mevsimlik maksimum değerlerinin yıllara göre karşılaştırılması

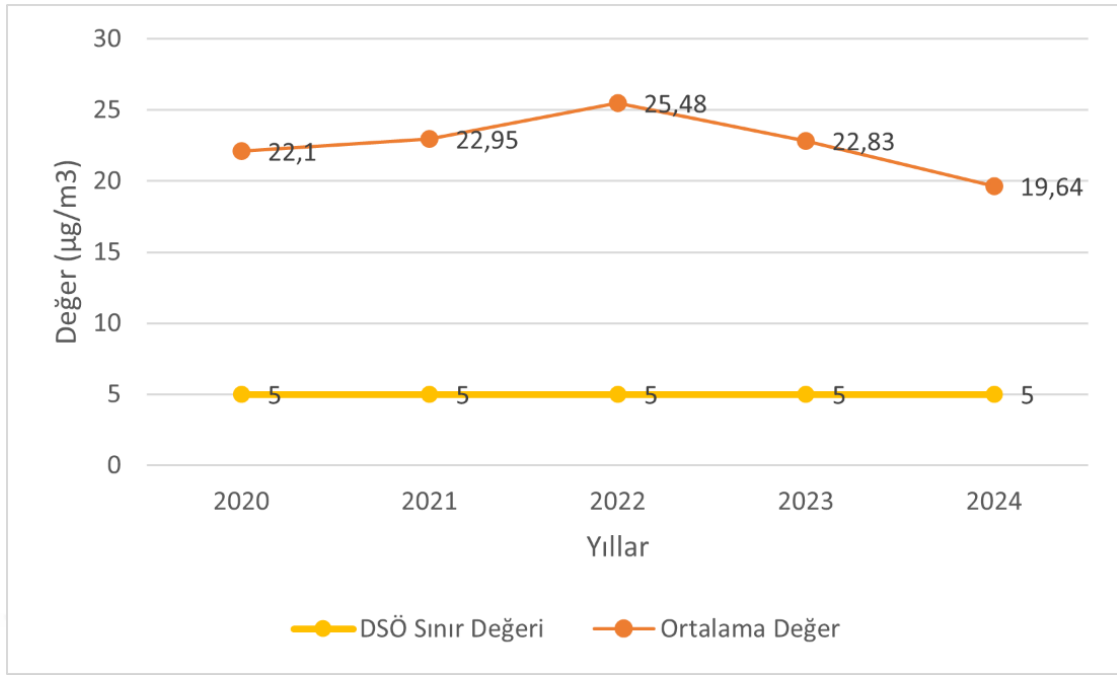
PM<sub>2.5</sub>'e ait veriler günlük ve yıllık olarak temin edilerek Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ, 2006) belirlemiş olduğu sınır değerler ile karşılaştırılıp Çizelge 4.7. 'de verilmiştir. Hava Kalitesi Parametreleri incelenirken Temiz Hava Merkezine ait veri yok ifadeleri Microsoft Excel dosyasından çıkarılmıştır. Kirletici parametrelerden elde edilen ölçüm sonuçları grafikleri oluşturularak görülen ani değişimlerin davranışları incelenmiştir.

Çizelge 4.7' de Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen PM<sub>2.5</sub> kirletici konsantrasyonlarının ulusal mevzuatımız olan HKDYY' nde PM<sub>2.5</sub> için sınır değer belirtilmediğinden DSÖ'nün belirlediği günlük sınır değer olan 15 µg/m<sup>3</sup> değeri ile kıyaslanması durumunda, çalışma dönemi boyunca belirlenen bu sınır değer 2020 yılında 270 gün, 2021 yılında 246 gün, 2022 yılında 301 gün, 2023 yılında 108 gün ve 2024 yılında 243 gün aşıldığı görülmüştür. DSÖ tarafından PM<sub>2.5</sub> için yıllık ortalama sınır değer 2019 yılında 10 µg/m<sup>3</sup> iken 2020 yılından itibaren bu değer 5 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Ele alınan yıllar (2020-2024) boyunca ortalama sınır değer sürekli aşılmıştır.

**Çizelge 4.7.** Çorlu OSB istasyonunda ölçülen PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonunun sınır değerler ile kıyaslanması

Yıl	Ölçüm Sayısı	Günlük			Yıllık		
		En Yüksek Değer (µg/m <sup>3</sup> )	WHO Sınır Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Aşım Sayısı	HKDYY Sınır Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	WHO Sınır Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Ortalama Değer (µg/m <sup>3</sup> )
2020	349	63,25	15	270	*	5	22,1
2021	315	65,73	15	246	*	5	22,95
2022	357	82,29	15	301	*	5	25,48
2023	156	96,83	15	108	*	5	22,83
2024	359	57,06	15	243	*	5	19,64

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.8' e göre yıllık ortalama PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonunun ölçülen 25,48 µg/m<sup>3</sup> ile 2022 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı, en düşük değer ise 19,64 µg/m<sup>3</sup> ile 2024 yılında ölçüldüğü görülmüştür.



Şekil 4.8. PM<sub>2.5</sub> yıllık ortalama değerlerin sınır değer ile karşılaştırılması

2020-2024 yıllarında Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen PM<sub>2.5</sub> kirletici değerlerinin mevsimlere göre ortalamasını ve mevsiminde ölçülen en yüksek değerleri gösteren veriler Çizelge 4.8.' de verilmiştir.

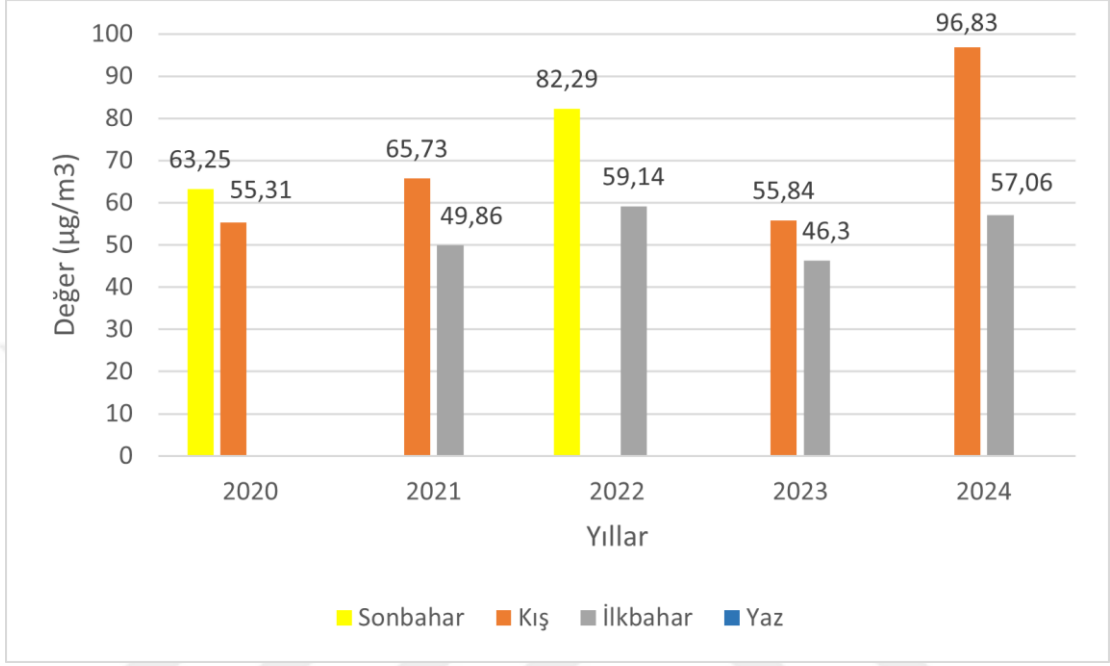
Çizelge 4.8. PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonunun mevsimsel ortalama ve maksimum değerleri

Yıl	Sonbahar Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		Kış Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		İlkbahar Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		Yaz Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )	
	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.
2020	63,25	26,78	55,31	22,97	43,91	18,01	36,29	22,75
2021	47,31	24,18	65,73	22,65	49,86	21,72	45,1	25,92
2022	82,29	26,41	42,22	20,54	59,14	26,11	52,52	24,57
2023	25,23	14,94	55,84	25,38	46,3	20,62	*	*
2024	48,47	20,08	96,83	21,54	57,06	20,6	38,8	20,1

Yıllara göre mevsimsel ortalama değerler dikkate alındığında, sonbahar ve kış mevsimlerinde genellikle PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonlarının diğer mevsimlere göre yüksek olduğu görülmektedir. 2023 yılının yaz ayları için gerekli veriler temin edilemediği için değerlendirmeye alınamamıştır. Aynı zamanda 2023 yılının sonbahar mevsiminde Eylül ve Ekim ayları verileri de olmadığı için ortalama değeri düşürmüştür.

Çizelge 4.8.'te yer alan verilere göre her yıl için ölçülen maksimum iki veri seçilerek oluşturulan grafik incelendiğinde ortalama değerler gibi maksimum değerlerinde sonbahar ve kış mevsimlerinde ölçüldüğü görülmüştür. Hiçbir yılda yaz

mevsiminde maksimum veri elde edilmemiştir. 2024 yılının kışında maksimum değer 96,83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.9.). 2020-2021 yılları pandemi dönemi olduğu için, 2023 yılında da 209 gün veri eksik olduğu için konsantrasyonlar düşüktür.



Şekil 4.9. PM<sub>2.5</sub> mevsimlik maksimum değerlerinin karşılaştırılması

#### 4.2.1.2. Çorlu MTHM istasyonu verilerinin sınır değerler ile karşılaştırması

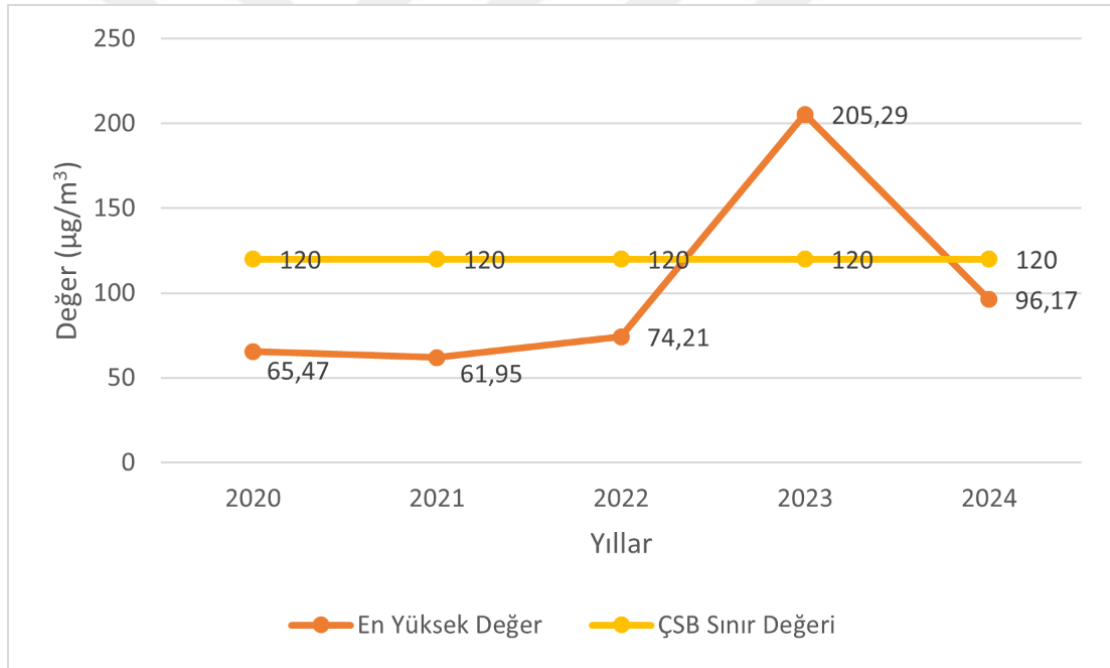
Çalışma kapsamında 2020-2024 yıllarında Çorlu MTHM hava kalitesi ölçüm istasyonu hava kirletici parametrelerinden 8 saatlik O<sub>3</sub>' e ait veriler temin edilerek T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı' nın (ÇŞB, 2008) belirlemiş olduğu sınır değerler ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Çizelge 4.9' da verilmiştir. Kirletici parametrelerden elde edilen ölçüm sonuçları grafikleri oluşturularak görülen ani değişimlerin davranışları incelenmiştir.

HKDYY' ne göre 8 saatlik limit değer olan 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ile Çizelge 4.9' da Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> kirletici konsantrasyonları kıyaslandığında; 2023 yılında limit değerini 64 defa aştığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Çorlu MTHM’ de ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonunun sınır değerler ile kıyaslanması

O <sub>3</sub>	Ölçüm Sayısı	En Yüksek Değer (µg/m <sup>3</sup> )	HKDYY Sınır Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	İzin Verilen Sınır Değer Aşım Sayısı	Aşım Sayısı (HKDYY’ne Göre)
2020	339	65,47	120	25	0
2021	360	61,95	120	25	0
2022	312	74,21	120	25	0
2023	309	205,29	120	25	64
2024	354	96,17	120	25	0

Çizelge 4.9 ve Şekil 4.10.’ e göre 8 saatlik O<sub>3</sub> konsantrasyonunun ölçülen 205,29 µg/m<sup>3</sup> ile 2023 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı, en düşük değer ise 61,95 µg/m<sup>3</sup> ile 2021 yılında ölçüldüğü görülmüştür.

**Şekil 4.10.** Yıllara göre maksimum O<sub>3</sub> değerlerinin karşılaştırılması

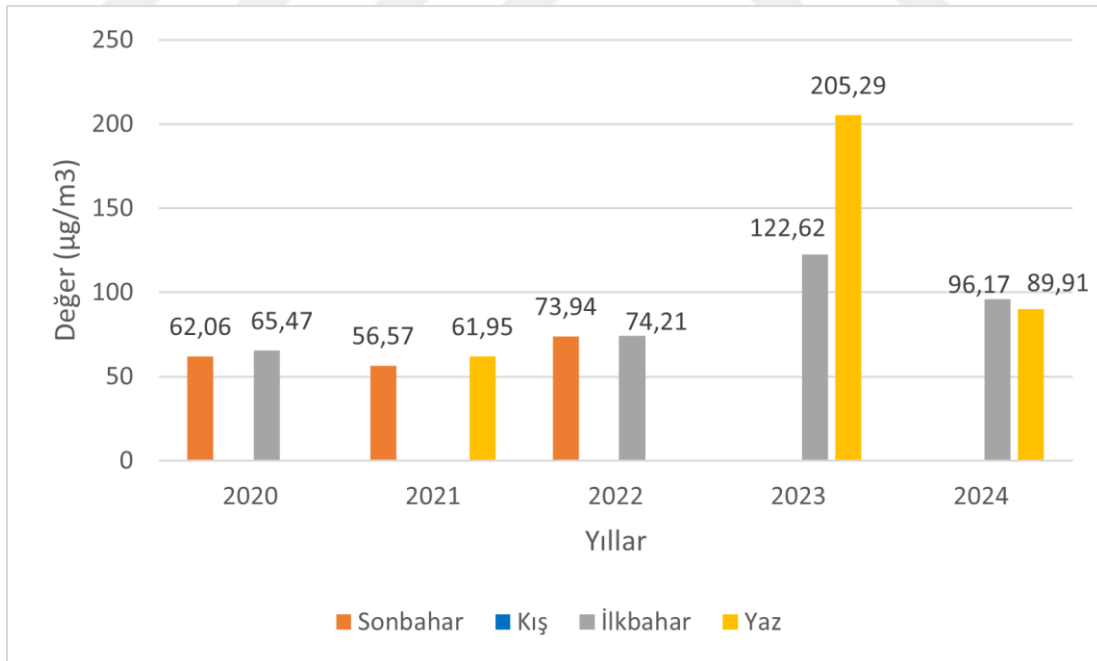
2020-2024 yıllarında Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> kirletici değerlerinin mevsimlere göre ortalamasını ve mevsiminde ölçülen en yüksek değerleri gösteren veriler Çizelge 4.10’ da verilmiştir.

Çizelge 4.10. O<sub>3</sub> konsantrasyonunun yıllara göre mevsimsel ortalama değerleri

O <sub>3</sub>	Sonbahar Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		Kış Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		İlkbahar Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )		Yaz Ayları Değerleri (µg/m <sup>3</sup> )	
	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.	Mak.	Ort.
2020	62,06	35,38	47,5	26,56	65,47	38,48	60,67	46,08
2021	56,57	32,22	40,4	18,55	9,49	5,01	61,95	33,5
2022	73,94	41,98	39,39	16,19	74,21	38,09	72,74	53,8
2023	99,65	44,52	45,89	25,21	122,62	42,71	205,29	138,01
2024	73,16	40,56	66,06	33,01	96,17	56,49	89,91	67,65

Yıllara göre mevsimsel ortalama değerler dikkate alındığında, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde genellikle O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının diğer mevsimlere göre yüksek olduğu görülmektedir. Veriler 2022 yılının ilkbahar mevsiminde %52 oranında, 2023 yılının sonbahar mevsiminde ise %40 oranında eksiktir.

Çizelge 4.10.' da yer alan verilere göre, her yıl için ölçülen maksimum iki veri seçilerek oluşturulan grafik incelendiğinde ortalama değerler gibi maksimum değerlerinde ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ölçüldüğü görülmüştür. Hiçbir yılda kış mevsiminde maksimum veri elde edilmemiştir. 2023 yılının yaz mevsiminde maksimum değer 205,29 µg/m<sup>3</sup> ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.11.).

Şekil 4.11. Yıllara göre O<sub>3</sub> mevsimlik maksimum değerlerinin karşılaştırılması

#### 4.2.2. Ölçülen kirletici parametreler arasındaki korelasyon analizi

Çorlu OSB MTHM ve Çorlu MTHM istasyonlarında çalışma dönemi (2020-2024) boyunca elde edilen verilerin birbirleri ile olan ilişkisi korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir.

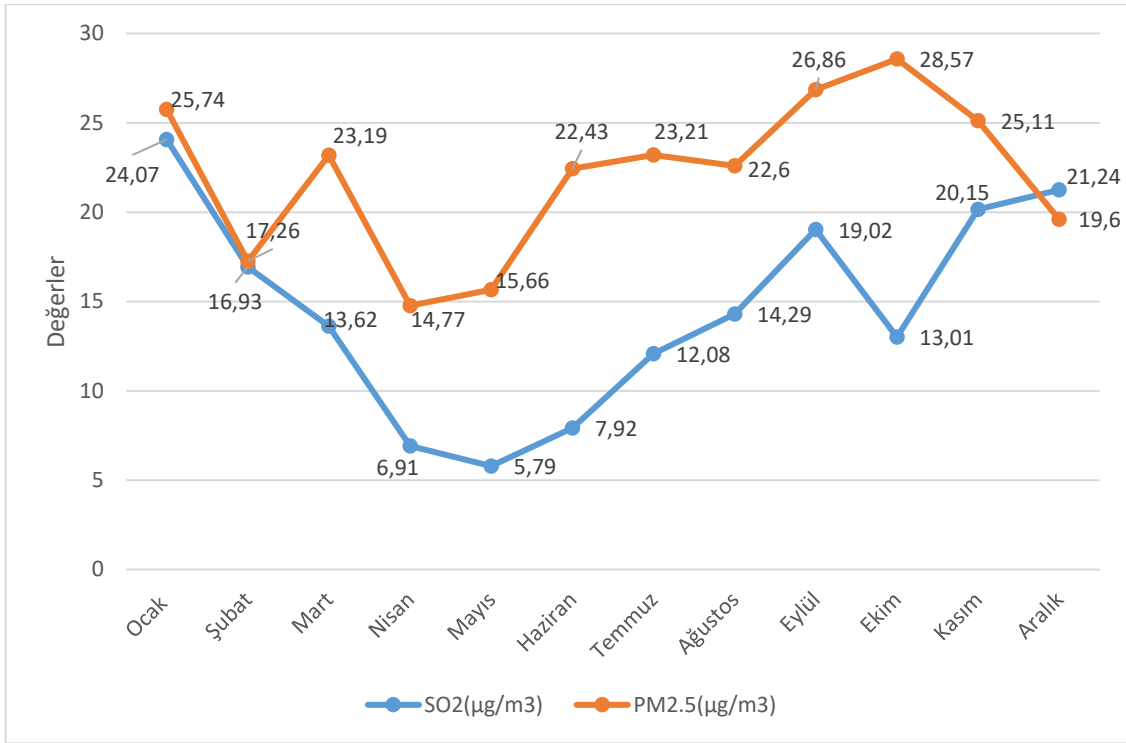
##### 4.2.2.1. Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirletici parametreleri arasındaki korelasyon analizi

SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirletici değerlerinin 2020 yılında aylık ortalama değerleri Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> değerlerinin kış mevsimiyle birlikte artışa geçtiği ve kış mevsiminde maksimum değerleri aldığı görülmektedir. Sonbahar mevsiminde başlayan ısınma amaçlı yakıtların yakılarak atmosfere salınımı ve kış aylarında en yoğun dönem olması bu artışın bariz etkenidir. PM<sub>2,5</sub> verilerinin genel olarak SO<sub>2</sub> değerlerine oranla dört mevsimde de daha yüksek olmasının sebebi PM<sub>2,5</sub>'in toz fırtınaları, endüstriyel faaliyetler, orman yangınları, evsel ısınma ve motorlu taşıtlar gibi pek çok kaynaktan etkilenmesidir.

**Çizelge 4.11.** 2020 yılında SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirleticilerinin aylık ortalamaları

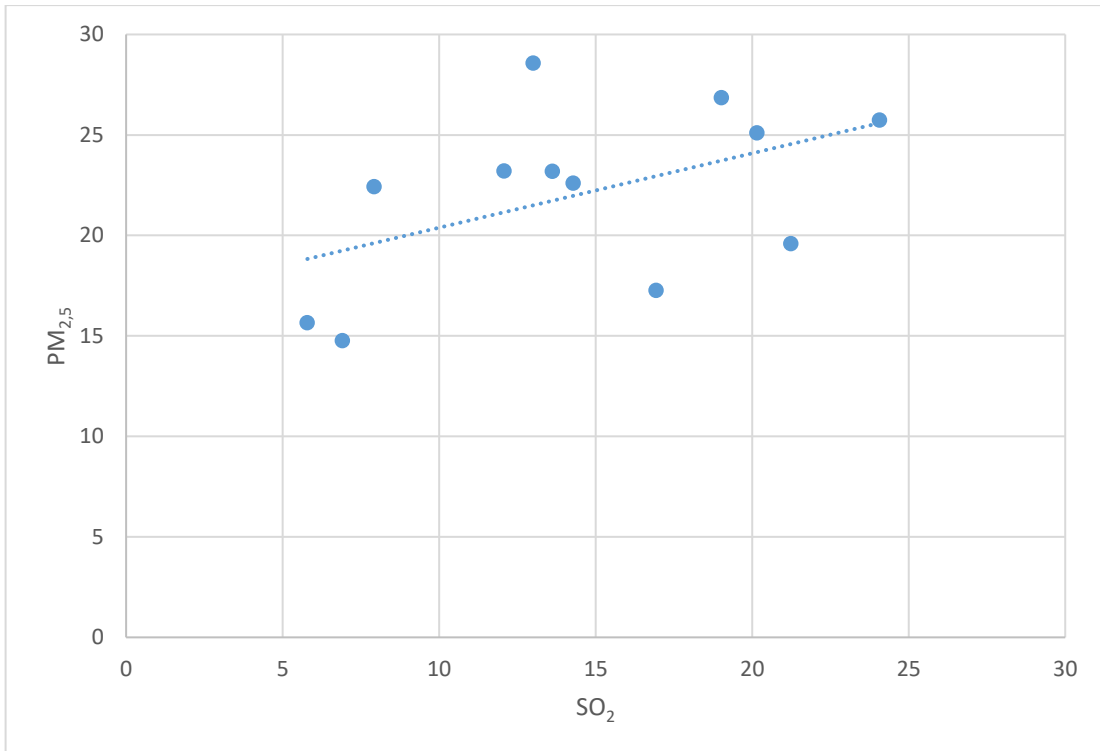
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>SO<sub>2</sub>(µg/m<sup>3</sup>)</b>	24,07	16,93	13,62	6,91	5,79	7,92	12,08	14,29	19,02	13,01	20,15	21,24
<b>PM<sub>2,5</sub>(µg/m<sup>3</sup>)</b>	25,74	17,26	23,19	14,77	15,66	22,43	23,21	22,6	26,86	28,57	25,11	19,6

Çizelge 4.11.'de bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.12.'de verilmiştir. Grafiğe göre değerlerin ilkbahar mevsimi ile düşüşe geçtiği ve en düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.12. 2020 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2020 yılı için PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında korelasyon katsayısı  $r=0,49$  olarak bulunmuş olup pozitif yönde orta seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 4.13).



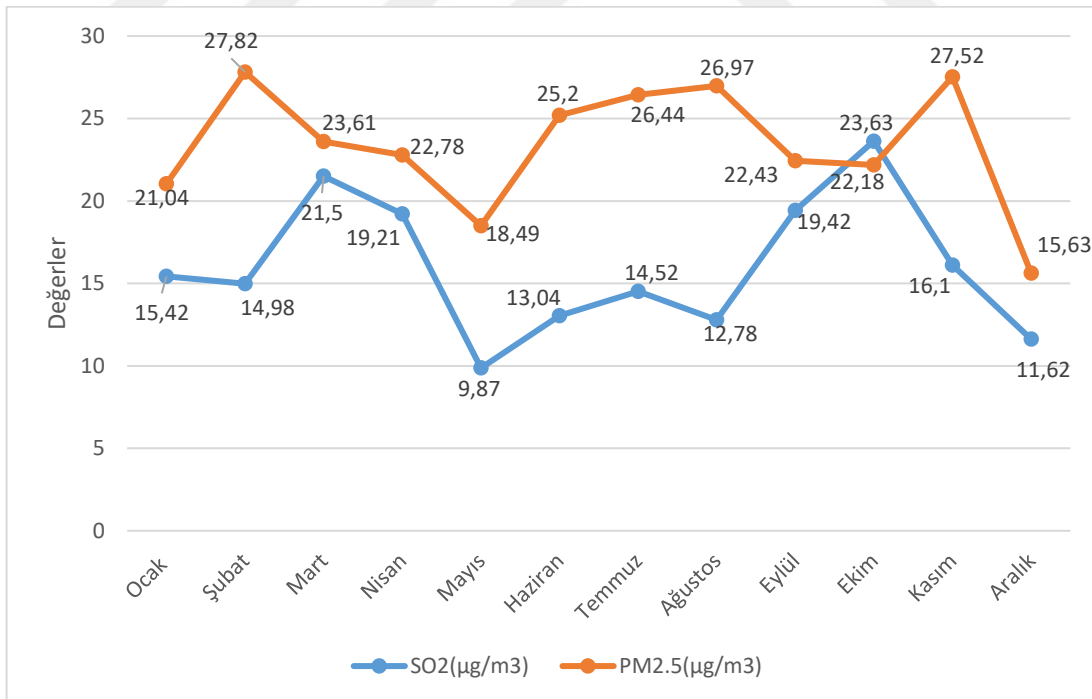
Şekil 4.13. 2020 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirletici değerlerinin 2021 yılında aylık ortalama değerleri Çizelge 4.12’ de verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde SO<sub>2</sub> değerlerinin sonbahar ayında yüksek olduğu yaz aylarında ise en düşük ortalamalarda olduğu görülmektedir. PM<sub>2,5</sub> değerlerinin ise sonbahar ve kış mevsiminde yüksek değerleri aldığı görülmekte olup yaz aylarında da yüksek seyrettiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. 2021 yılında SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirleticilerinin aylık ortalamaları

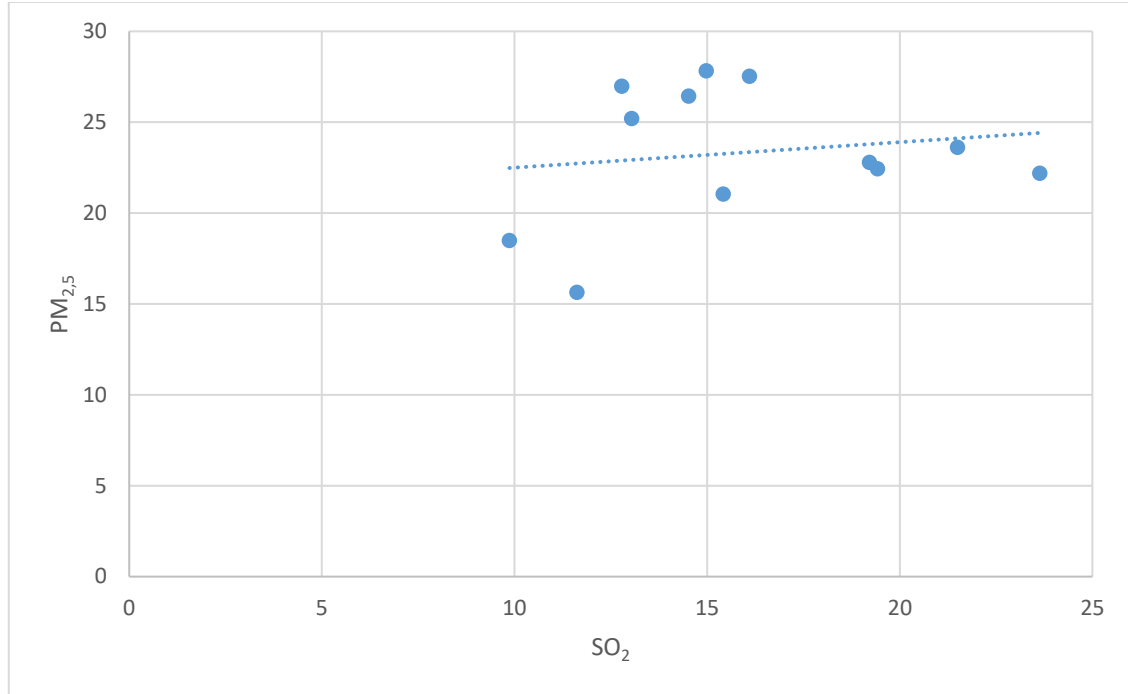
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	15,42	14,98	21,5	19,21	9,87	13,04	14,52	12,78	19,42	23,63	16,1	11,62
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	21,04	27,82	23,61	22,78	18,49	25,2	26,44	26,97	22,43	22,18	27,52	15,63

Çizelge 4.12’ de bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.15’ de verilmiştir. Grafiğe göre SO<sub>2</sub> değerlerinin ilkbahar mevsimi ile düşüşe geçtiği ve en düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. PM<sub>2,5</sub> değerlerinin ise aralık ayında en düşük değerleri aldığı görülmüştür.



Şekil 4.15. 2021 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2021 yılı için PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında korelasyon katsayısı  $r=0,16$  olarak bulunmuş olup pozitif yönde düşük seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. 2021 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

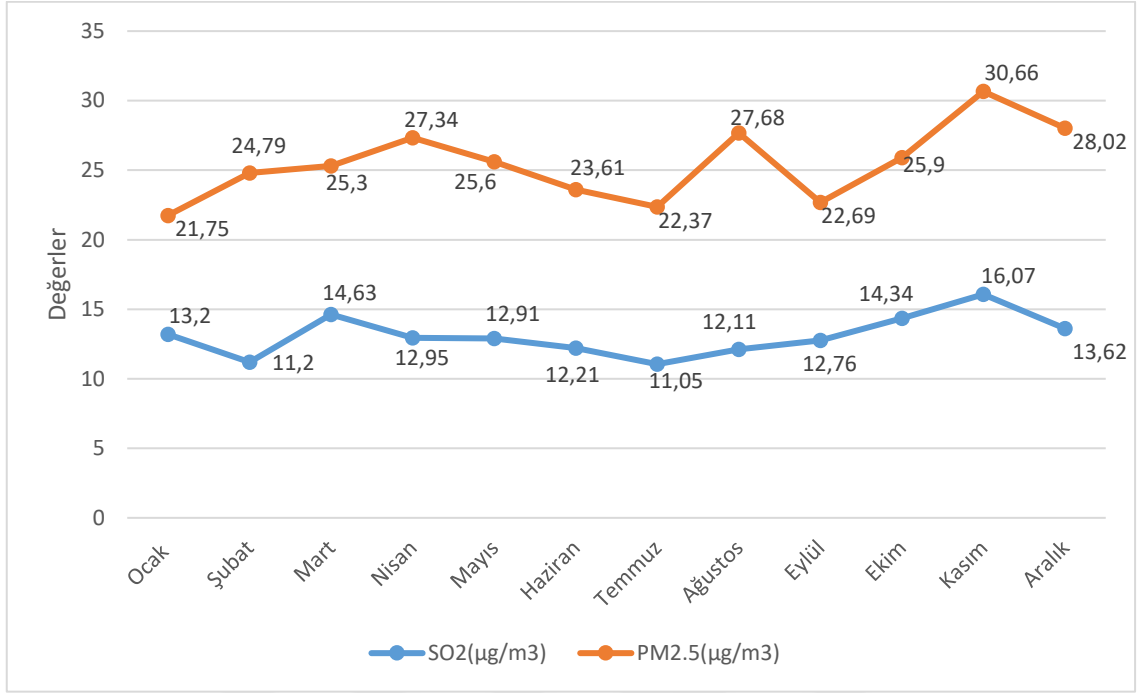
SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirletici değerlerinin 2022 yılında aylık ortalama değerleri Çizelge 4.13’ de verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde SO<sub>2</sub> değerlerinin yıl bazında aylık ortalama konsantrasyonlarında fazla değişim olmadığı görülmüş olup, en yüksek ortalama değer, kasım ayında görülmüştür. PM<sub>2,5</sub> değerlerinin ise sonbahar ve kış mevsiminde yüksek değerleri aldığı görülmektedir.

Çizelge 4.13. 2022 yılında SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirleticilerinin aylık ortalamalar

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	13,2	11,2	14,63	12,95	12,91	12,21	11,05	12,11	12,76	14,34	16,07	13,62
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	21,75	24,79	25,3	27,34	25,6	23,61	22,37	27,68	22,69	25,9	30,66	28,02

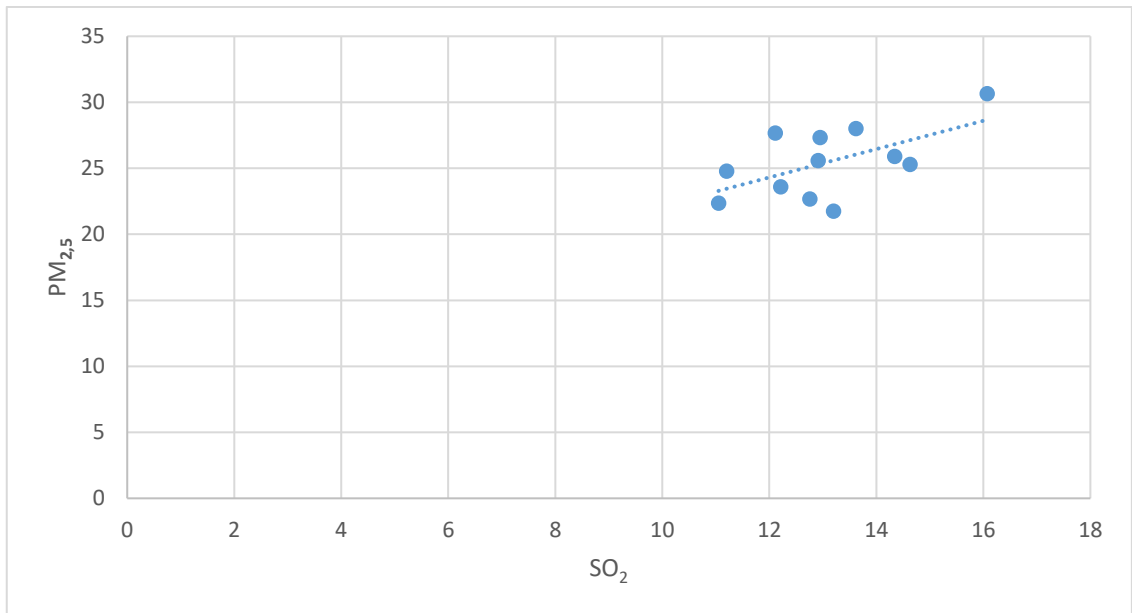
Çizelge 4.13’ de bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.17’ de verilmiştir. Grafiğe göre SO<sub>2</sub> değerlerinin yıl boyu ani artış veya ani azalışlar yaşamadığı,

ortalama aynı seviyelerde olduğu görülmektedir. PM<sub>2,5</sub> değerlerinin ise kasım ayında en düşük değerleri aldığı görülmüştür.



Şekil 4.17. 2022 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2022 yılı için PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında korelasyon katsayısı  $r=0,58$  olarak bulunmuş olup, parametreler arasında pozitif yönde orta seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. 2022 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

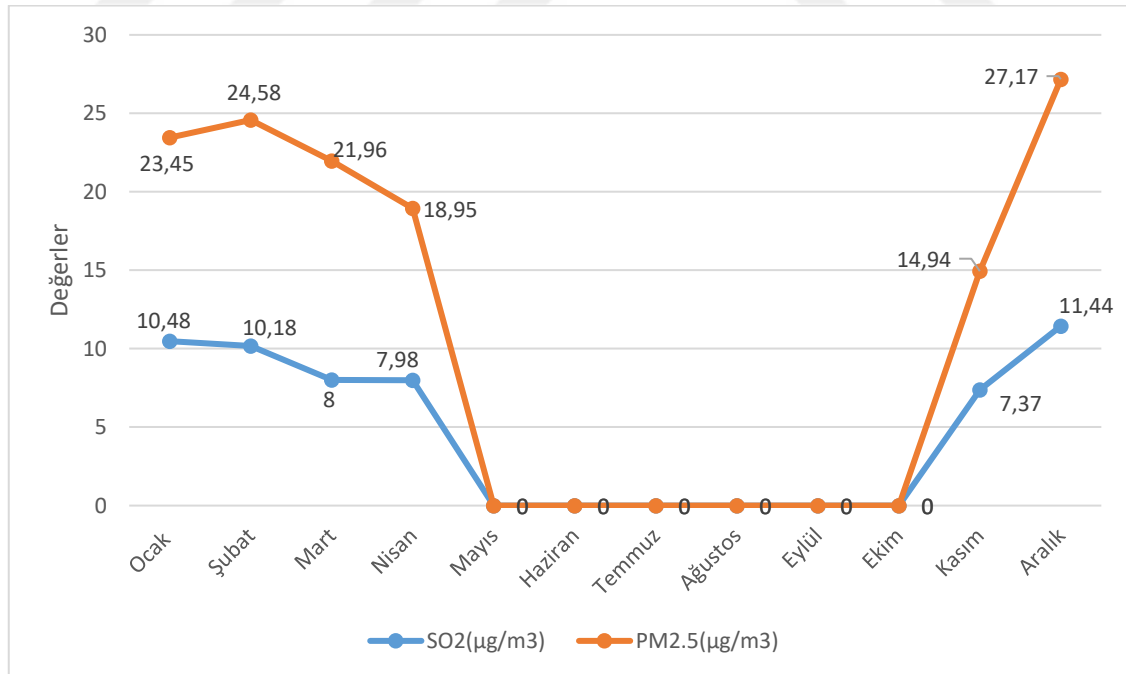
SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirletici değerlerinin 2023 yılında aylık ortalama değerleri Çizelge 4.14’ de verilmiştir. Tablo incelendiğinde, istasyondaki SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> değerlerinin 6 aylık dönem boyunca olmadığı görülmüştür. Diğer 6 aylık dönem ortalamaları değerlendirildiğinde SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının genel olarak düşük seyrettiği fazla değişim olmadığı görülmüş olup, en yüksek ortalama kış mevsiminde tespit edilmiştir. PM<sub>2,5</sub> değerlerinin ise kış mevsiminde yüksek değerleri aldığı görülmektedir.

**Çizelge 4.14.** 2023 yılında SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirleticilerinin aylık ortalamaları

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	10,48	10,18	8	7,98	*	*	*	*	*	*	7,37	11,44
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	23,45	24,58	21,96	18,95	*	*	*	*	*	*	14,94	27,17

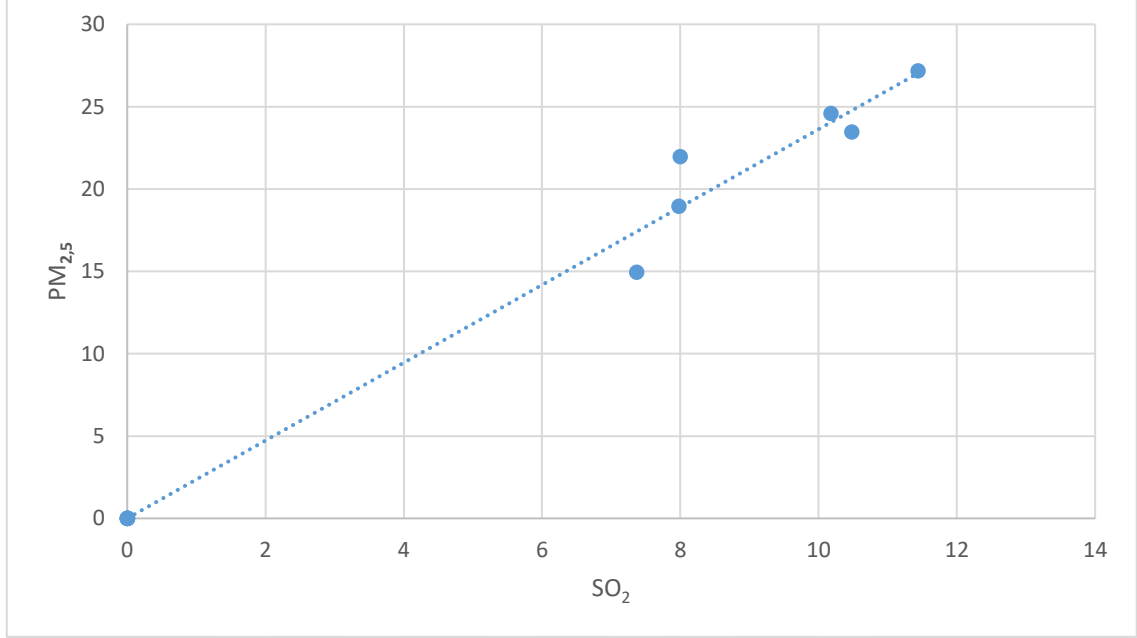
\*: veri temin edilememiştir.

Çizelge 4.14’ de bulunan verilere göre, elde edilen grafik ise Şekil 4.19’ da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, en yüksek SO<sub>2</sub> değerlerinin şubat ve aralık aylarında gözlemlendiğini göstermiştir. PM<sub>2,5</sub>’ da aralık ayında en yüksek değeri almıştır.



**Şekil 4.19.** 2023 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2023 yılı için aylık PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> verileri arasındaki korelasyon dikkate alındığında, korelasyon katsayısı  $r=0,99$  olarak bulunmuş olup pozitif yönde çok güçlü seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 4.20).



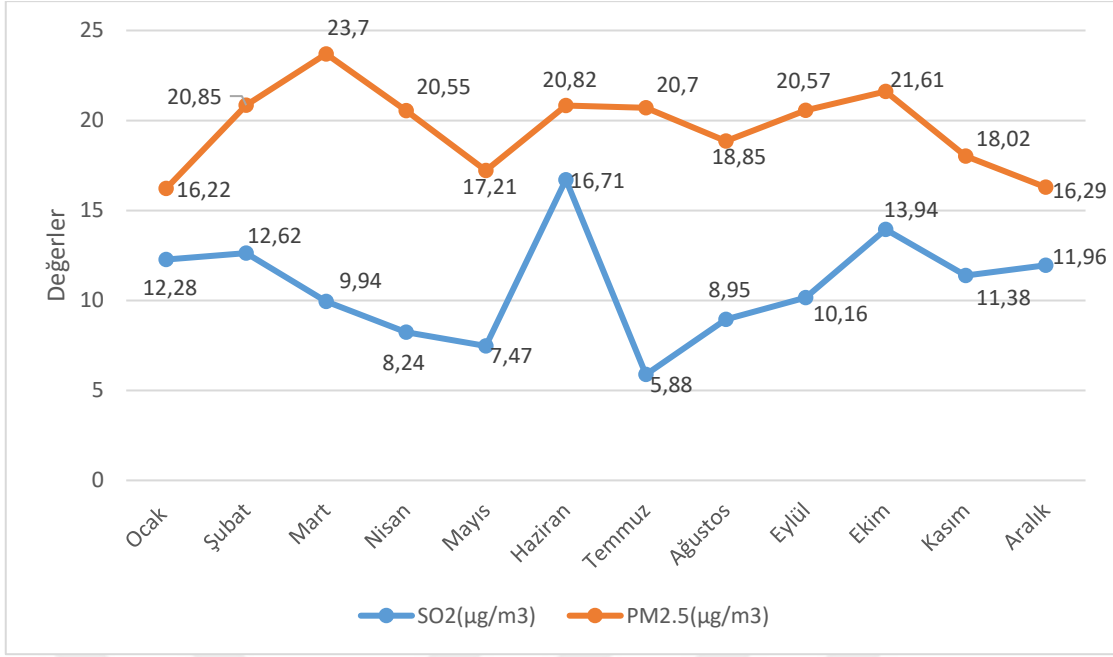
Şekil 4.20. 2023 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirlenici değerlerinin 2024 yılı aylık ortalama değerleri Çizelge 4.15’ de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, SO<sub>2</sub>’ nin yaz aylarında en düşük seviyede, sonbahar mevsiminde ise yükselerek kış boyu yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. PM<sub>2,5</sub> değerlerinin ise genel olarak yıl boyu yüksek değerleri aldığı görülmektedir.

Çizelge 4.15. 2024 yılında SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> kirlenicilerinin aylık ortalamaları

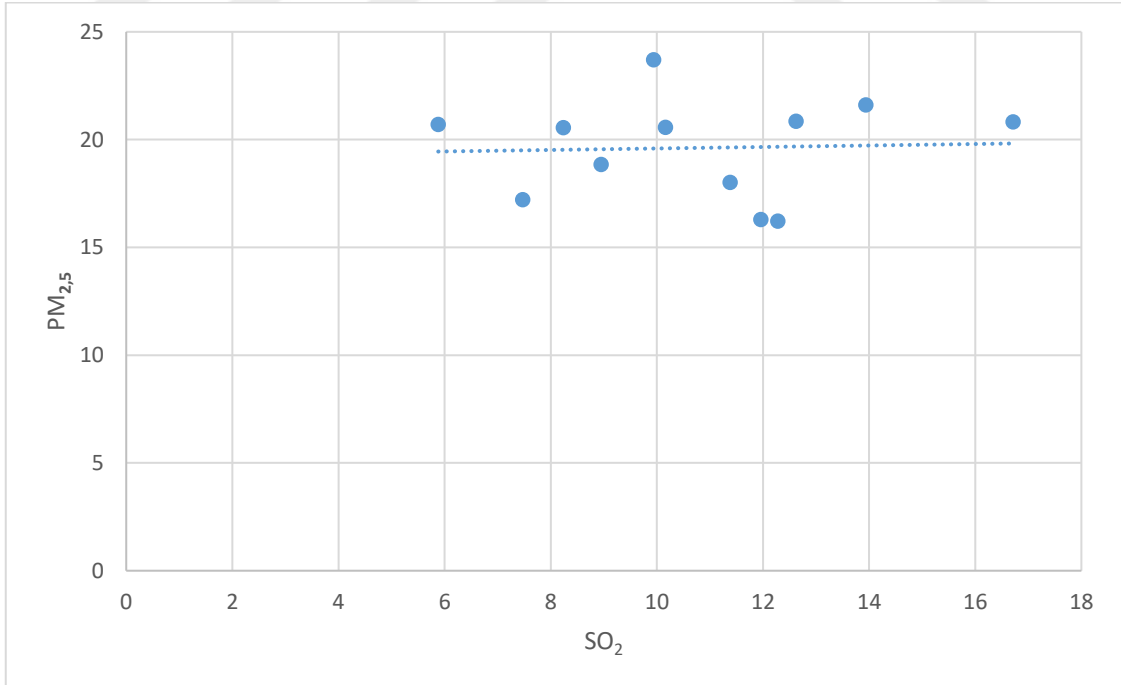
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	12,28	12,62	9,94	8,24	7,47	16,71	5,88	8,95	10,16	13,94	11,38	11,96
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	16,22	20,85	23,7	20,55	17,21	20,82	20,7	18,85	20,57	21,61	18,02	16,29

Çizelge 4.15’ de bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.21’ de verilmiştir. SO<sub>2</sub> değerlerinin haziran ayında en yüksek olduğu görülmektedir. PM<sub>2,5</sub> değerlerinin ise ilkbahar mevsimine geçişte mart ayında en yüksek değeri aldığı görülmüştür.



Şekil 4.21. 2024 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2024 yılı için PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında korelasyon katsayısı  $r=0,04$  olarak bulunmuş olup, PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> arasında pozitif yönde çok düşük seviyede bir ilişki olduğu belirtilebilir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. 2024 yılı PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

2020-2024 yılları arasında SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2.5</sub> verileri genel olarak değerlendirilirse; SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2.5</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık ortalamalar dikkate alınarak incelenmiş ve korelasyon katsayıları Çizelge 4.16' da verilmiştir.

**Çizelge 4.16.** SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2.5</sub> arasındaki korelasyonlar

<b>Yıllar</b>	<b>R değeri</b>
2020	0,49
2021	0,16
2022	0,58
2023	0,99
2024	0,04

Elde edilen veriler, 2021 ve 2024 yıllarında PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonunun SO<sub>2</sub> konsantrasyonundan bağımsız değiştiği söylenebilir. Aralarındaki korelasyon pozitif yönde, ancak çok düşük seviyededir. Pozitif yönde orta seviyede ilişki vardır diyebileceğimiz değerler 2020 ve 2022 yıllarına aittir. En güçlü korelasyonun olduğu pozitif yönde kuvvetli ilişki durumundan söz edebileceğimiz PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonunun SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile bağımlı olarak geliştiğini gösteren 2023 yılıdır. Ancak 2023 yılında 6 aylık verilerin olmadığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

2020-2024 yılları arası için PM<sub>2.5</sub> ve SO<sub>2</sub> verileri arasındaki korelasyon mevsimsel olarak dikkate alınarak ilişkilendirilmiş ve korelasyon katsayıları Çizelge 4.17.' de verilmiştir.

Çizelge 4.17. SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> arasındaki mevsimsel korelasyonlar

	<b>Mevsimler</b>	<b>R değeri</b>
<b>2020</b>	<b>İlkbahar</b>	0,97
	<b>Yaz</b>	0,37
	<b>Sonbahar</b>	-0,93
	<b>Kış</b>	0,34
<b>2021</b>	<b>İlkbahar</b>	0,99
	<b>Yaz</b>	0,09
	<b>Sonbahar</b>	-0,85
	<b>Kış</b>	0,91
<b>2022</b>	<b>İlkbahar</b>	-0,60
	<b>Yaz</b>	0,62
	<b>Sonbahar</b>	0,99
	<b>Kış</b>	0,81
<b>2023</b>	<b>İlkbahar</b>	0,99
	<b>Yaz</b>	*
	<b>Sonbahar</b>	1
	<b>Kış</b>	0,99
<b>2024</b>	<b>İlkbahar</b>	0,97
	<b>Yaz</b>	0,29
	<b>Sonbahar</b>	0,46
	<b>Kış</b>	-0,95

Elde edilen veriler, 2020 ve 2021 yılında sonbahar mevsiminde, PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonunun SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile negatif yönde güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Yani, PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonu artarken SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun azaldığı şeklinde yorumlanabilir. Aksine, 2022 ve 2023 yıllarında sonbahar mevsiminde ise PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> parametreleri arasında pozitif yönde mükemmel bir ilişki vardır. Başka bir ifade ile PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonu artarken SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun da arttığı belirtilebilir. 2024 yılının sonbahar mevsiminde ise PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> parametreleri arasında pozitif yönde orta düzeyde ilişki vardır. Bütün yılların sonbahar mevsimi genel olarak değerlendirildiğinde pozitif yönde de negatif yönde de güçlü ilişkiler olabileceği yönündedir. Bu sonuç, sonbahar mevsiminde yakıt emisyonlarıyla beraber PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> parametrelerinin artışa geçtiğini ve ilişkinin az olduğu dönemlerde ise uzak kaynaklardan bölgeye taşınımın olabileceğini işaret etmektedir. İlkbahar mevsiminde de 2022 yılı hariç genel olarak pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğu açıktır. Yaz mevsimlerinde 2023 yılına ait veriler olmadığı için gerekli değerlendirilme yapılamamış olup, diğer yıllarda pozitif yönde düşük seviyede ilişki söz konusudur. 2021, 2022 ve 2023 yıllarının kış aylarında PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonunun SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile pozitif yönde mükemmel seviyede ilişki varken 2024 yılının kış aylarında negatif yönde mükemmel seviyede ilişki vardır.

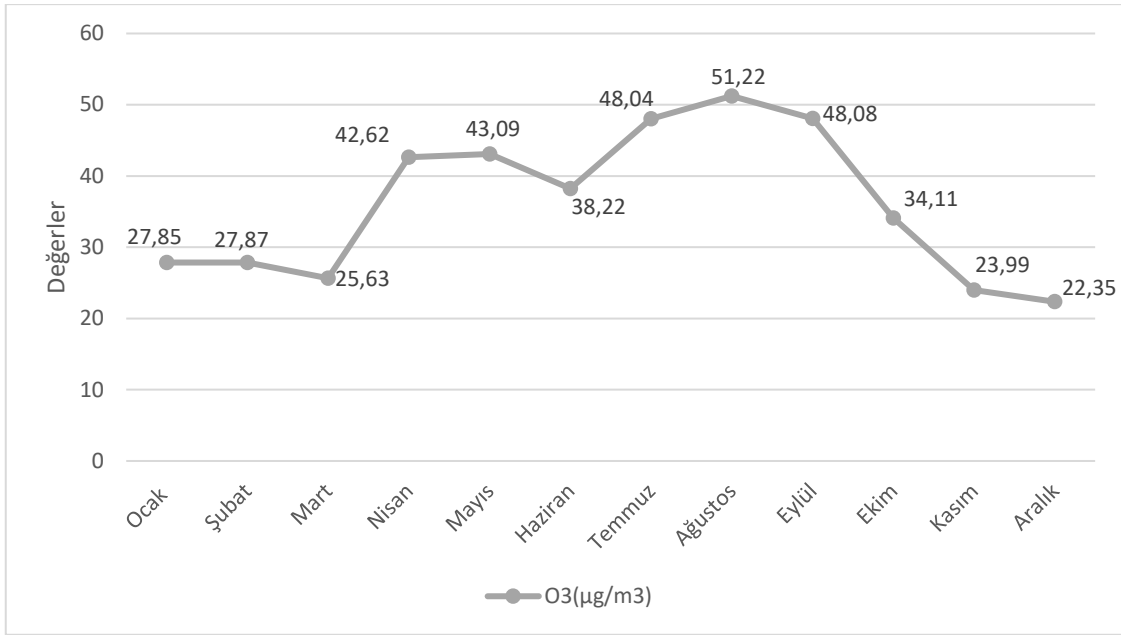
#### 4.2.2.2. Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> kirletici parametresinin Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> parametreleri ile arasında korelasyon analizi

Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> değerlerinin 2020 yılında aylık ortalama değerleri Çizelge 4.18' te verilmiştir. Tablo incelendiğinde istasyondaki O<sub>3</sub> değerleri ilkbahar mevsiminde yükselmeye başlayarak yaz aylarında en yüksek seviyede iken sonbahar mevsimiyle düşmeye başlayıp kışın en düşük seviyelerde olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.18.** Çorlu MTHM istasyonunda 2020 yılında ölçülen O<sub>3</sub> parametresinin aylık ortalamaları

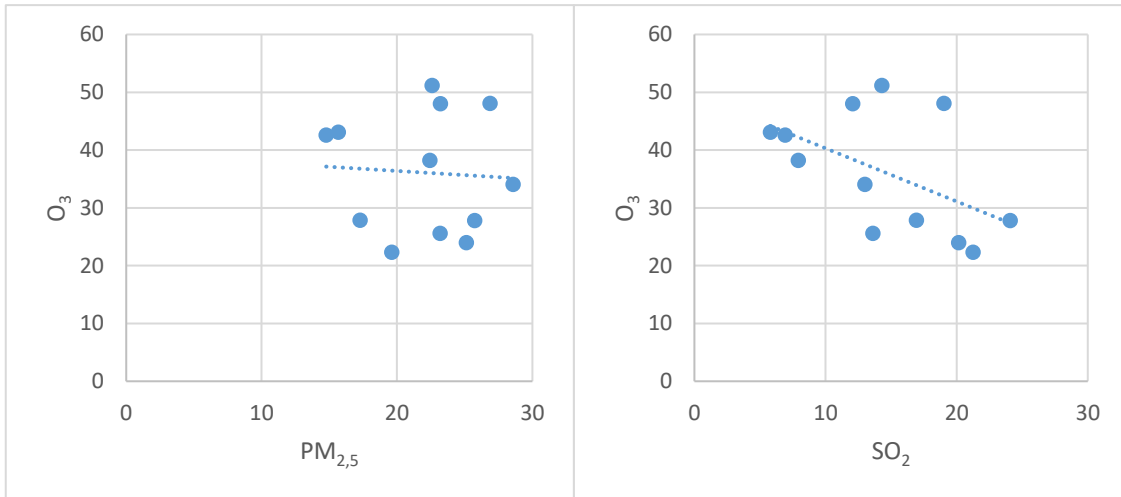
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	27,85	27,87	25,63	42,62	43,09	38,22	48,04	51,22	48,08	34,11	23,99	22,35

Çizelge 4.18' de bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.23' de verilmiştir. Grafiğe göre, O<sub>3</sub> değerlerinin Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> değerlerine göre (Şekil 4.23) yıl boyu yüksek seviyelerde olduğu açıktır. Özellikle bu bariz artış havaların ısınmaya başladığı ilkbahar mevsiminden başlayarak güneş ışınlarının çok olduğu yaz mevsiminde maksimum seviyededir. Çünkü ozon kirliliğinin başlıca sebepleri kömür santralleri, sanayi tesisleri ve motorlu araç kullanımıdır. Motorlu araçlar kullanılınca benzinli araçlardan karbonmonoksit salınırken dizel araçlardan ise azot oksit salınmaktadır. Ortaya bu şekilde çıkan kirleticiler havaların ısınmaya başladığı ve güneş ışığının kendini göstermesiyle güneş ışığıyla reaksiyona girerek ozon gazı oluşturur.



Şekil 4.23. 2020 yılında Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

Çorlu OSB MTHM ve Çorlu MTHM istasyonlarında 2020 yılı için PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında O<sub>3</sub> ile SO<sub>2</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r = -0,52$  olarak bulunmuş olup negatif yönde orta seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir. Yani O<sub>3</sub> artarken SO<sub>2</sub> azalmış, O<sub>3</sub> azalırken SO<sub>2</sub> artmış şeklinde yorumlanabilir. O<sub>3</sub> ile PM<sub>2,5</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r = -0,06$  olarak bulunmuş olup negatif yönde düşük seviyede ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. 2020 yılı PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

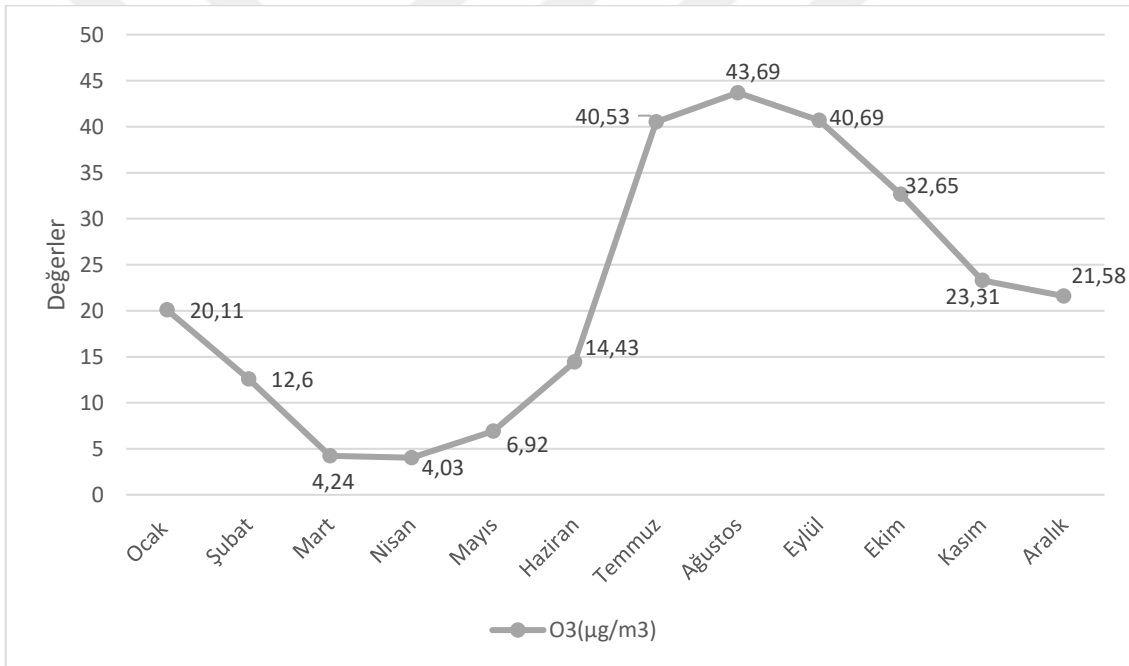
Çorlu MTHM istasyonunda O<sub>3</sub> kirletici değerlerinin 2021 yılında aylık ortalama değerleri Çizelge 4.19' da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde istasyondaki O<sub>3</sub>

değerlerinin ilkbahar mevsiminde yılın en düşük seviyelerinde olduğu görülmüştür. Yaz mevsimi olan temmuz ve ağustos aylarında yılın en yüksek değerlerini almışlardır.

**Çizelge 4.19.** Çorlu MTHM istasyonunda 2021 yılında ölçülen O<sub>3</sub> kirleticisinin aylık ortalamaları

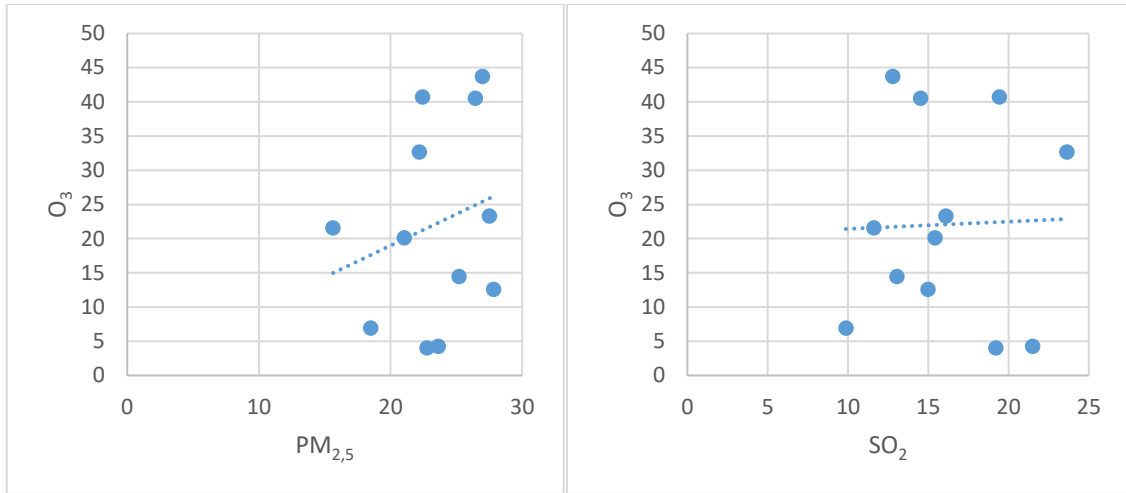
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	20,11	12,6	4,24	4,03	6,92	14,43	40,53	43,69	40,69	32,65	23,31	21,58

Çizelge 4.19' da bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.25' de verilmiştir. Grafiğe göre O<sub>3</sub> değerlerinin, Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> değerlerine göre yaz mevsiminde yüksek seviyelerde olduğu açıktır.



**Şekil 4.25.** 2021 yılında Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2021 yılı için PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında O<sub>3</sub> ile SO<sub>2</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r=0,03$  olarak bulunmuş olup aralarında pozitif yönde düşük seviyede bir ilişki olduğu belirtilebilir. O<sub>3</sub> ile PM<sub>2,5</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r = 0,24$  olarak bulunmuş olup, bu iki parametre arasında pozitif yönde düşük seviyede ilişki olduğu ifade edilebilir (Şekil 4.26).



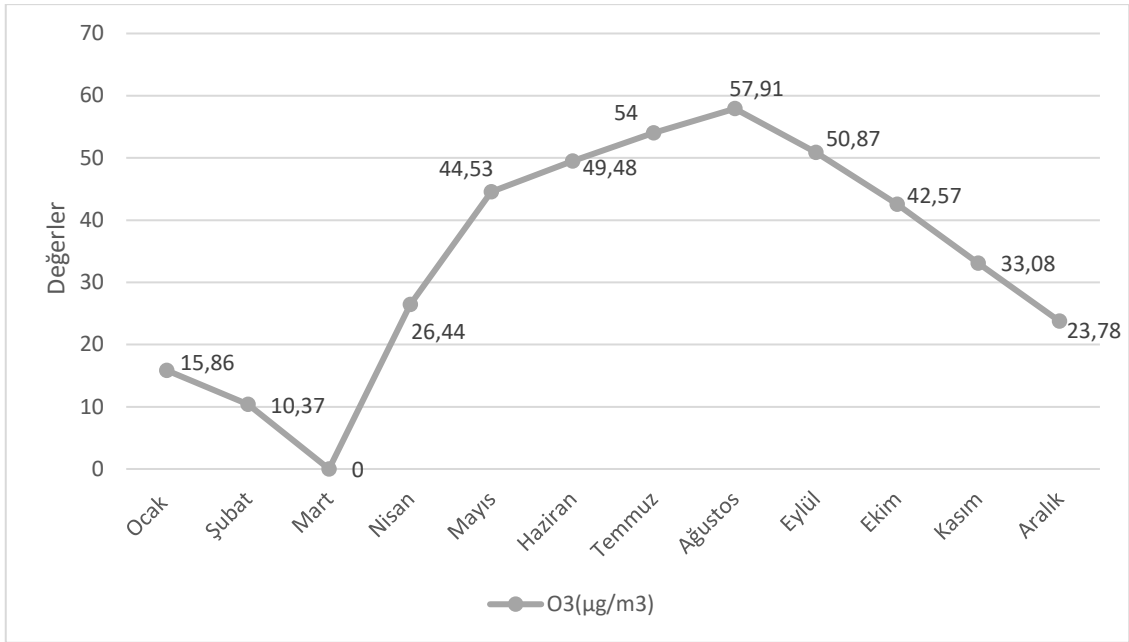
Şekil 4.26. 2021 yılı  $PM_{2,5}$ ,  $O_3$  ve  $SO_2$  konsantrasyonlarının saçılım grafiği

2022 yılı için Çorlu MTHM istasyonunda  $O_3$  kirletici değerlerinin aylık ortalama değerleri Çizelge 4.20’ de verilmiştir. Tablo incelendiğinde istasyondaki  $O_3$  değerlerine mart ayında ulaşılammıştır. Genel olarak, Çorlu MTHM istasyonunda yıl boyu ölçülen  $O_3$  değerlerinin, Çorlu OSB MTHM istasyonundan ölçülen  $SO_2$  ve  $PM_{2,5}$  değerlerine kıyasla yüksek olduğu görülmektedir. Değerler ilkbahar mevsimiyle yükselişe geçerek yaz mevsiminde en yüksek seviyededir.

Çizelge 4.20. Çorlu MTHM istasyonu 2022 yılı  $O_3$  kirleticilerinin aylık ortalamaları

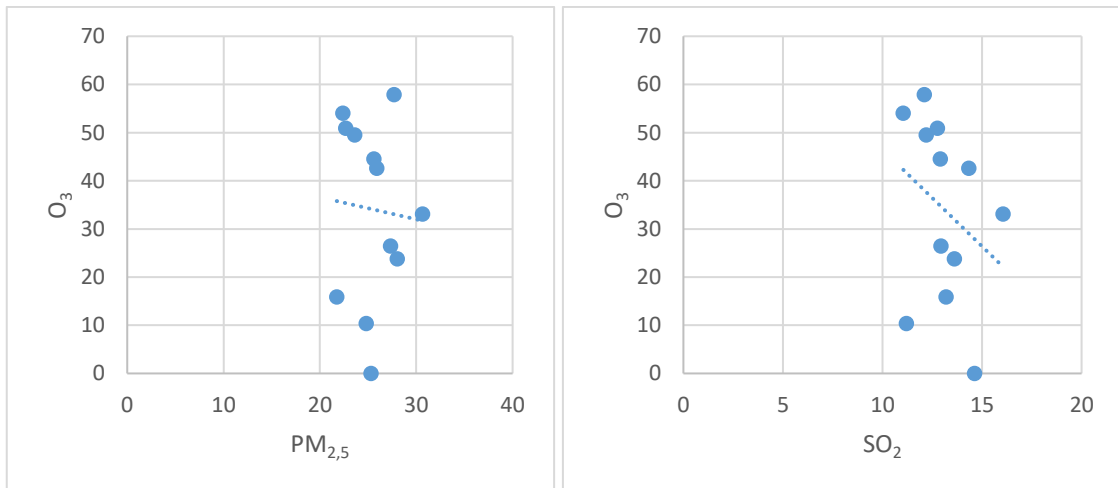
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
$O_3(\mu g/m^3)$	15,86	10,37	*	26,44	44,53	49,48	54	57,91	50,87	42,57	33,08	23,78

Çizelge 4.20.’ da bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.27’ de verilmiştir. Grafiğe göre,  $O_3$  değerlerinin, Çorlu OSB MTHM istasyonu  $SO_2$  ve  $PM_{2,5}$  değerlerine göre yaz ayları ve devamında sonbahar da yüksek seviyelerde olduğu açıktır.



Şekil 4.27. 2022 yılında Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2022 yılı için PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında O<sub>3</sub> ile SO<sub>2</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r = -0,31$  olarak bulunmuş olup negatif yönde düşük seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir. O<sub>3</sub> ile PM<sub>2,5</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r = -0,06$  olarak bulunmuş olup negatif yönde düşük seviyede ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. 2022 yılı PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

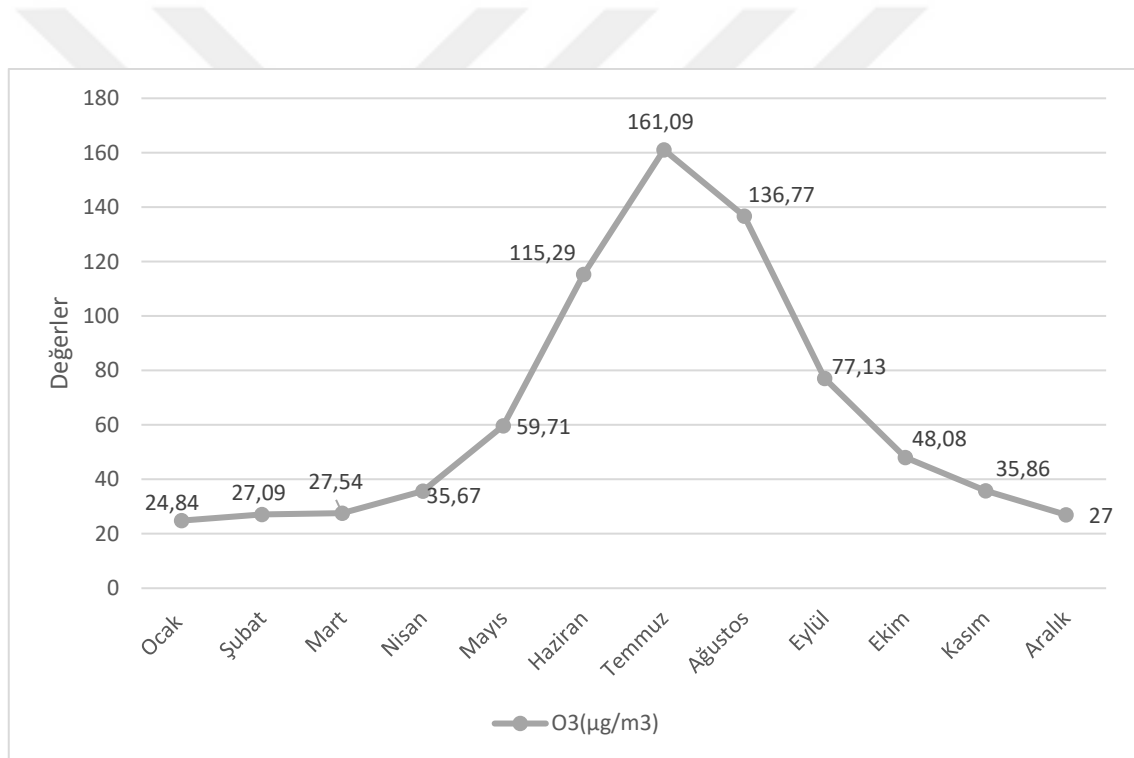
2023 yılı için Çorlu MTHM istasyonunda O<sub>3</sub> kirletici değerlerinin aylık ortalama değerleri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Yıl boyu ölçülen O<sub>3</sub> değerlerinin, Çorlu OSB MTHM istasyonu SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> değerlerine kıyasla yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca

yaz mevsiminde ölçülen O<sub>3</sub> değerleri çalışma dönemi boyunca ölçülen en yüksek değerlerdir.

**Çizelge 4.21.** Çorlu MTHM istasyonu 2023 yılı O<sub>3</sub> kirleticilerinin aylık ortalamaları

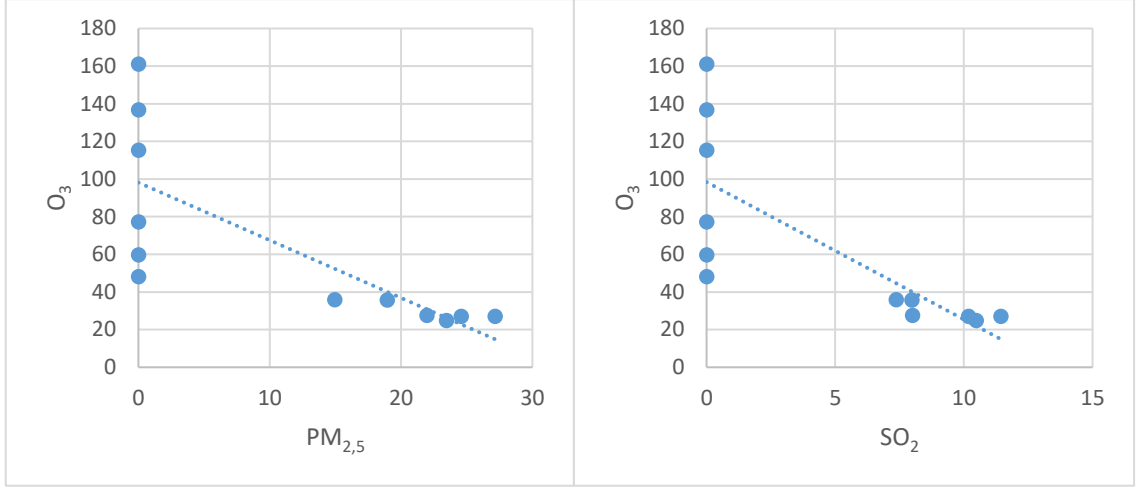
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	24,84	27,09	27,54	35,67	59,71	115,29	161,09	136,77	77,13	48,08	35,86	27

Çizelge 4.21' de bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.29' da verilmiştir. Grafiğe göre O<sub>3</sub> değerleri çalışma dönemi boyunca 161,09 µg/m<sup>3</sup> ile maksimum seviyededir.



**Şekil 4.29.** 2023 yılında Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2023 yılı için PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında O<sub>3</sub> ile SO<sub>2</sub> arasındaki ve O<sub>3</sub> ile PM<sub>2,5</sub> arasındaki korelasyon katsayısı r=-0,76 olarak bulunmuş olup, iki parametre arasında negatif yönde güçlü seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir. O<sub>3</sub> verilerinin değerleri ne kadar yükselse de SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> değerlerinin yarım dönem boyunca olmaması aralarındaki ilişkinin sonucunun doğruluğunu etkilemektedir (Şekil 4.30).



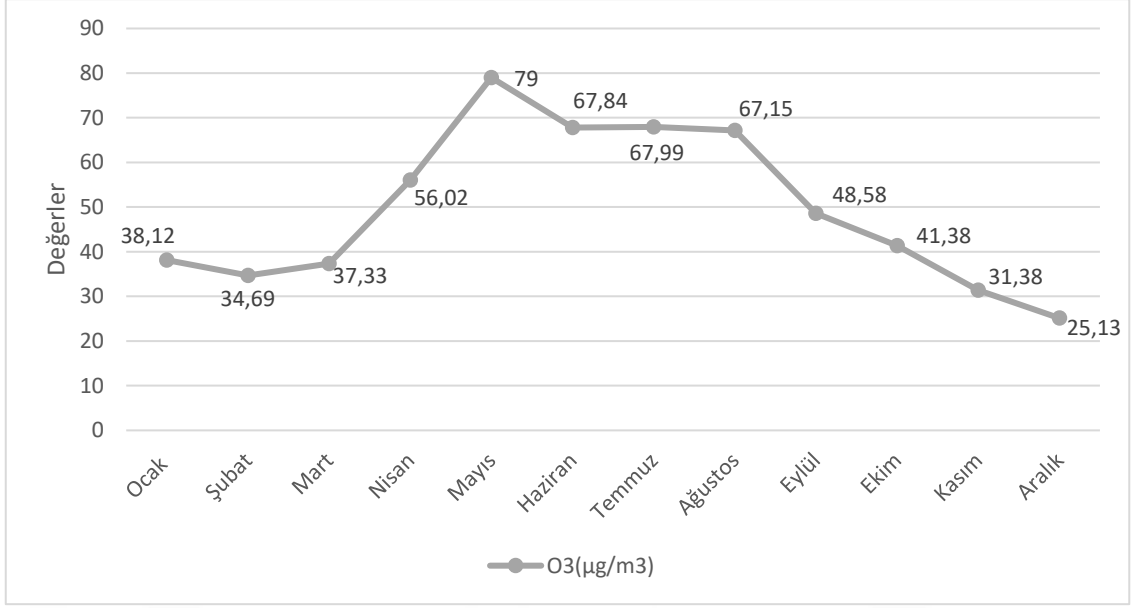
Şekil 4.30. 2023 yılı PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

Çorlu MTHM istasyonu O<sub>3</sub> kirletici değerlerinin 2024 yılında aylık ortalama değerleri Çizelge 4.22' de verilmiştir. Yıl boyu O<sub>3</sub> değerlerinin Çorlu OSB MTHM istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>2,5</sub> değerlerine (Çizelge 4.15) kıyasla yüksek olduğu görülmektedir. Değerlerin bir önceki yıla göre ise düştüğü görülmektedir.

Çizelge 4.22. 2024 yılında SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> ve O<sub>3</sub> kirleticilerinin aylık ortalamaları

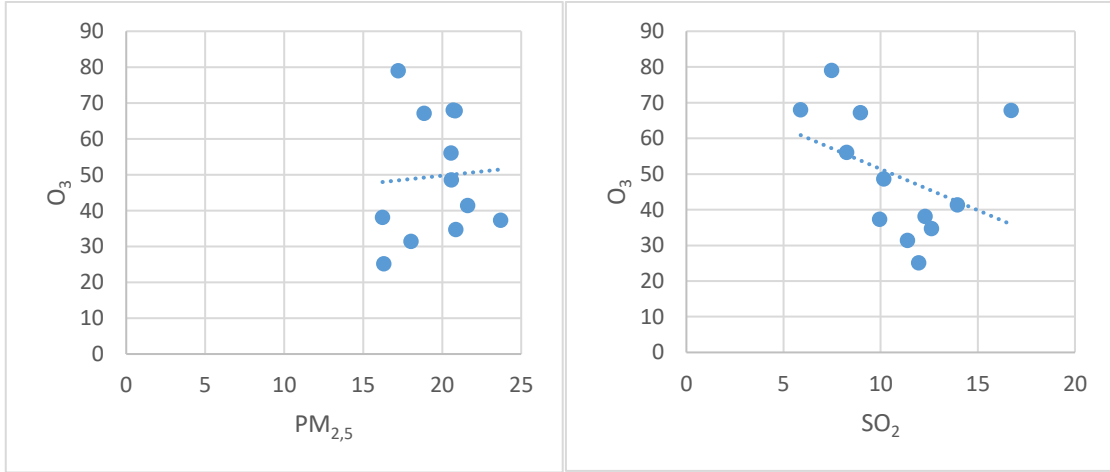
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	38,12	34,69	37,33	56,02	79	67,84	67,99	67,15	48,58	41,38	31,38	25,13

Çizelge 4.22' de bulunan verilere göre elde edilen grafik ise Şekil 4.31' de verilmiştir. İlkbahar mevsiminin son ayı olan Mayıs ayında 79 µg/m<sup>3</sup> ile en yüksek ortalama değer ölçülmüş olup yaz mevsimi boyunca diğer mevsimlere göre yüksektir.



Şekil 4.31. 2024 yılı PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının değişim grafiği

2024 yılı için PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> verileri arasındaki korelasyon aylık olarak dikkate alındığında O<sub>3</sub> ile SO<sub>2</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r = -0,39$  olarak bulunmuş olup, parametreler arasında negatif yönde düşük seviyede bir ilişki olduğu söylenebilir. O<sub>3</sub> ile PM<sub>2,5</sub> arasındaki korelasyon katsayısı  $r = 0,06$  olarak tespit edilmiş olup pozitif yönde düşük seviyede ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. 2024 yılı PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının saçılım grafiği

### 4.2.3. Çorlu OSB MTHM ve Çorlu MTHM istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> ve O<sub>3</sub> kirletici parametrelerinin meteorolojik faktörlerle ilişkisinin regresyon analizi ile değerlendirilmesi

Her bir kirletici parametrenin (SO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> ve O<sub>3</sub>) meteorolojik faktörlerle ilişkisi için ayrı regresyon modeli geliştirilmiştir. Böylece 3 adet model oluşturulmuştur. Çalışma dönemi boyunca (2020-2024) her yıl için ayrı model oluşturmak yerine kirletici parametreler ve meteorolojik verilerin her yıla ait aylık ortalaması tüm veri olarak aynı anda programa yüklenmiştir.

İlk olarak O<sub>3</sub> için model oluşturulmuştur. Çizelge 4.23' de Model Summary tablosuna göre M<sub>0</sub> modeli diğer modellere göre en yüksek R=0,778 ve R<sup>2</sup>=0,606 değerine sahip modeldir. Yani M<sub>0</sub> modeli, veriyi açıklamada başarılı olan en iyi modeldir. RMSE hata oranı da 18,812 ile M<sub>0</sub> modelinde en düşük değere sahiptir. RMSE değerinin düşmesi model başarısının arttığını gösterir. M<sub>0</sub> modelinin tahmin hatasının diğer modellere göre daha az olduğunu gösterir. R<sup>2</sup>=0,606 değeri ise bu tahmin modelinin bağımlı değişken O<sub>3</sub>' ü %60 oranında tahmin etmiştir. O<sub>3</sub> seviyesindeki değişimin %60' ını bu model açıklıyor, geri kalan %40' lık kısmı başka bağımsız değişkenlere bağlıdır denebilir.

**Çizelge 4.23.** O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için model summary tablosu

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	RMSE
M <sub>0</sub>	0.778	0.606	0.570	18.812
M <sub>1</sub>	0.769	0.592	0.562	18.973
M <sub>2</sub>	0.758	0.575	0.552	19.192

Çizelge 4.24' de Anova tablosuna bakıldığında F değerinin anlamlılığı %95 güven seviyesinde 0,05' ten küçük olduğu için üç tahmin modeli de güvenilir bir tahmin modelidir. Yani bağımsız değişkenlerin (sıcaklık, yağış, nem, basınç, rüzgâr) bağımlı değişken O<sub>3</sub> üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ancak en güvenilir modeli çıkarmak istersek; F değeri en yüksek olan M<sub>2</sub> (25,230) modeli istatistiksel olarak en güçlü model olduğunu gösterse de Çizelge 4.23' de RMSE' si yüksek ve R<sup>2</sup> değeri daha düşük olduğu için M<sub>0</sub> modeli daha dengeli ve güvenilirdir.

Çizelge 4.24. O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için anova tablosu

Model		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-değeri	p-değeri
M <sub>0</sub>	Regresyon	29.397.064	5	5.879.413	16.613	< .001
	Artık	19.110.939	54	353.906		
	Toplam	48.508.003	59			
M <sub>1</sub>	Regresyon	28.709.267	4	7.177.317	19.938	< .001
	Artık	19.798.736	55	359.977		
	Toplam	48.508.003	59			
M <sub>2</sub>	Regresyon	27.880.554	3	9.293.518	25.230	< .001
	Artık	20.627.450	56	368.347		
	Toplam	48.508.003	59			

Çizelge 4.25' teki katsayı tablosuna göre modelimizi oluşturursak;

$Y = (a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots) + e$  formülüne göre,

$O_3 = 46,578 - 0,207 \cdot (\text{Yağış}) - 7,698 \cdot (\text{Rüzgâr}) + 2,317 \cdot (\text{Sıcaklık})$  şeklinde yazılır.

Bağımlı değişken O<sub>3</sub> üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisi, anlamlılıkları ve pozitif veya negatif olarak yönü yorumlanabilir. Modelimiz için anlamlı olan değişkenler p<0,05 olarak alınırsa modelde anlamsız değişkenler teker teker çıkarılarak yalın hale getirilmiş ve M<sub>2</sub> modeli en anlamlı ve açıklayan model olmuştur. O<sub>3</sub> üzerinde etkisi en çok olan meteorolojik parametreler yağış, rüzgâr ve sıcaklık olarak bulunur. O<sub>3</sub> ve yağış arasında negatif yönde güçlü olmayan bir ilişki vardır. Yağış arttıkça O<sub>3</sub> seviyesi azalır şeklinde yorumlanabilir. O<sub>3</sub> ve rüzgâr arasında negatif yönde çok güçlü bir ilişki vardır. Bağımsız değişkenler arasında en güçlü etken olarak görünmektedir. Rüzgâr arttıkça O<sub>3</sub> seviyesi azalmaktadır. O<sub>3</sub> ve sıcaklık arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. Sıcaklık arttıkça O<sub>3</sub> seviyesi artmaktadır. Basınç ve nem konsantrasyonlarının O<sub>3</sub> seviyesi üzerinde anlamlı bir etkisi yok denilebilir.

**Çizelge 4.25.** O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için model katsayı tablosu

Model	Standartlaştırılmamış Beta Katsayısı	St. Hata	St. Beta Katsayısı	t	p-değeri	
M <sub>0</sub>	Sabit Terim	21.478	20.077	1.070	0.289	
	Yağış (mm)	-0.155	0.075	-0.211	-2.064	0.044
	Rüzgâr Hızı(m/s)	-9.033	2.049	-0.427	-4.408	< .001
	Basınç (mb)	0.101	0.054	0.454	1.881	0.065
	Nem (%)	-0.836	0.600	-0.348	-1.394	0.169
	Sıcaklık (°C)	1.668	0.543	0.415	3.070	0.003
M <sub>1</sub>	Sabit Terim	21.114	20.246	1.043	0.302	
	Yağış (mm)	-0.204	0.067	-0.278	-3.034	0.004
	Rüzgâr Hızı(m/s)	-8.931	2.065	-0.422	-4.325	< .001
	Basınç (mb)	0.032	0.021	0.144	1.517	0.135
	Sıcaklık (°C)	2.241	0.358	0.558	6.252	< .001
M <sub>2</sub>	Sabit Terim	46.578	11.455	4.066	< .001	
	Yağış (mm)	-0.207	0.068	-0.281	-3.037	0.004
	Rüzgâr Hızı(m/s)	-7.698	1.921	-0.364	-4.008	< .001
	Sıcaklık (°C)	2.315	0.359	0.576	6.445	< .001

Özetlenecek olursa, yağış ve rüzgâr hızı O<sub>3</sub> seviyesini düşürürken sıcaklık ise artırıcı bir etkiye sahiptir. En yüksek etkiyi ise rüzgâr hızı göstermektedir.

Bağımlı değişken olarak PM<sub>2,5</sub> seçilip bağımsız değişken olan meteorolojik parametreler ile model oluşturulmuştur. Çizelge 4.26'da Model Summary tablosuna göre her bir modelde etkisi az olan bağımsız değişken modelden çıkarılarak oluşturulmuştur. Burada M<sub>2</sub> modeli en güvenilir modeldir. 0,287 ile en yüksek düzeltilmiş R<sup>2</sup> değerine sahiptir. Yani bu değer bağımsız değişken sayısı arttıkça modelin şişmesini engeller ve gerçek ilişkiye en yakın sonucu verir. M<sub>2</sub> ile M<sub>0</sub>'ın RMSE değeri de çok yakın olup düşük değerlerdir. Yani tahminleri en yakın olan modeldir. Yani bu tahmin modeli bağımlı değişken PM<sub>2,5</sub>' i %32 oranında tahmin etmiştir. %68 başka bağımsız değişkenlere bağlıdır.

**Çizelge 4.26.** PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için model summary tablosu

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	RMSE
M <sub>0</sub>	0.573	0.329	0.266	6.655
M <sub>1</sub>	0.573	0.328	0.279	6.596
M <sub>2</sub>	0.569	0.324	0.287	6.559

M<sub>0</sub>; 5 değişkenli temel model, M<sub>1</sub>; 4 değişkenli model M<sub>2</sub>; ise 3 değişkenli sadeleştirilmiş modeldir. F değeri arttıkça modelin bağımsız değişkenlerinin bağımlı değişken üzerine etkisi daha güçlü ve anlamlı hale gelmektedir. Bu nedenle Çizelge 4.27’ de verilen Anova tablosu incelendiğinde M<sub>2</sub>’de en yüksek F değerinin anlamlılığı %95 güven seviyesinde 0,05’ ten küçük olduğu için bu tahmin modeli güvenilir bir tahmin modelidir. Yani M<sub>2</sub> modelinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken PM<sub>2,5</sub> üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu ifade edilebilir.

**Çizelge 4.27.** PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için anova tablosu

Model		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-değeri	p-değeri
M <sub>0</sub>	Regresyon	1.170.122	5	234.024	5.284	< .001
	Artık	2.391.827	54	44.293		
	Toplam	3.561.949	59			
M <sub>1</sub>	Regresyon	1.168.961	4	292.240	6.717	< .001
	Artık	2.392.988	55	43.509		
	Toplam	3.561.949	59			
M <sub>2</sub>	Regresyon	1.152.729	3	384.243	8.931	< .001
	Artık	2.409.221	56	43.022		
	Toplam	3.561.949	59			

Çizelge 4.28.’ deki katsayı tablosuna göre modelimizi oluşturursak;

$$Y = (a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots) + e \text{ formülüne göre,}$$

$$PM_{2,5} = 15,708 + 3,181. (\text{Rüzgâr}) - 0,029. (\text{Basınç}) + 0,278. (\text{Nem}) \text{ şeklindedir yazılır.}$$

Bağımlı değişken PM<sub>2,5</sub> üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisini, anlamlılıklarını ve pozitif veya negatif olarak yönünü yorumlayabiliriz. M<sub>2</sub> modelimiz için anlamlı olan değişkenler p<0,05 olarak alınır basınç, rüzgâr ve nem olarak söylenebilir. PM<sub>2,5</sub> ile

basınç arasında negatif yönde güçlü olmayan bir ilişki vardır. Basınç arttıkça PM<sub>2,5</sub> seviyesi azalır şeklinde yorumlayabiliriz. PM<sub>2,5</sub> ve rüzgâr arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki vardır. Bağımsız değişkenler arasında en güçlü etken olarak görünmektedir. Rüzgâr arttıkça PM<sub>2,5</sub> seviyesi azalır. PM<sub>2,5</sub> ve nem arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. Nem arttıkça PM<sub>2,5</sub> seviyesi artar. Yağış ve sıcaklık konsantrasyonlarının PM<sub>2,5</sub> seviyesi üzerinde anlamlı bir etkisi yok denilebilir.

**Çizelge 4.28.** PM<sub>2,5</sub>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) için model katsayı tablosu

Model		Standartlaştırılmamış Beta Katsayısı	St. Hata	St. Beta Katsayısı	t	p-değeri
M <sub>0</sub>	Sabit Terim	14.177	7.103		1.996	0.051
	Yağış (mm)	0.015	0.027	0.074	0.552	0.583
	RüzgarHızı(m/s)	3.300	0.725	0.576	4.552	< .001
	Basınç (hPa)	-0.028	0.019	-0.470	-1.493	0.141
	Nem (%)	0.266	0.212	0.408	1.251	0.216
	Sıcaklık (°C)	0.031	0.192	0.029	0.162	0.872
M <sub>1</sub>	Sabit Terim	14.351	6.959		2.062	0.044
	Yağış (mm)	0.016	0.026	0.079	0.611	0.544
	Rüzgâr Hızı(m/s)	3.285	0.713	0.573	4.610	< .001
	Basınç (hPa)	-0.026	0.013	-0.433	-2.032	0.047
	Nem (%)	0.240	0.138	0.368	1.741	0.087
M <sub>2</sub>	Sabit Terim	15.708	6.558		2.395	0.020
	RüzgârHızı(m/s)	3.181	0.688	0.555	4.623	< .001
	Basınç (hPa)	-0.029	0.012	-0.486	-2.506	0.015
	Nem (%)	0.278	0.122	0.427	2.284	0.026

Özetle rüzgâr ve nem konsantrasyonları bağımlı değişken PM<sub>2,5</sub>' i artırıcı etkiye sahipken, basınç azaltıcı etkiye sahiptir.

Son olarak bağımlı değişken olarak SO<sub>2</sub> seçilip bağımsız değişken olan meteorolojik parametreler ile model oluşturulmuştur. Çizelge 4.29.' da Model Summary tablosuna göre düzeltilmiş R<sup>2</sup> değerleri M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> modellerinde birbirine çok yakın olduğu için modeller üzerinde daha derin inceleme yapmak gereklidir. RMSE değeri de en düşük

olan ve en doğru tahmin modeli olan diyebiliriz. Yani bu tahmin modeli bağımlı değişken SO<sub>2</sub>' yi %37 oranında tahmin etmiştir. %63 başka bağımsız değişkenlere bağlıdır.

**Çizelge 4.29.** SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için model summary tablosu

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	RMSE
M <sub>0</sub>	0.640	0.410	0.355	4.579
M <sub>1</sub>	0.640	0.409	0.366	4.539
M <sub>2</sub>	0.627	0.394	0.361	4.557

M<sub>0</sub>; 5 değişkenli temel model, M<sub>1</sub>; 4 değişkenli model M<sub>2</sub>; ise 3 değişkenli sadeleştirilmiş modeldir. F değeri arttıkça modelin bağımsız değişkenlerinin bağımlı değişken üzerine etkisi daha güçlü ve anlamlı hale gelir. Bu nedenle Çizelge 4.30.' da Anova tablosuna bakıldığında M<sub>2</sub>' de en yüksek F değerinin anlamlılığı %95 güven seviyesinde 0,05'ten küçük olduğu için bu tahmin modeli güvenilir bir tahmin modelidir. Yani M<sub>2</sub> modelinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken SO<sub>2</sub> üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu gösterir.

**Çizelge 4.30.** SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için anova tablosu

Model		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-değeri	p-değeri
M <sub>0</sub>	Regresyon	785.876	5	157.175	7.496	< .001
	Artık	1.132.205	54	20.967		
	Toplam	1.918.081	59			
M <sub>1</sub>	Regresyon	784.794	4	196.198	9.522	< .001
	Artık	1.133.288	55	20.605		
	Toplam	1.918.081	59			
M <sub>2</sub>	Regresyon	754.922	3	251.641	12.115	< .001
	Artık	1.163.159	56	20.771		
	Toplam	1.918.081	59			

Çizelge 4.31.' deki katsayı tablosuna göre modelimizi oluşturursak;

$$Y = (a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots) + e \text{ formülüne göre,}$$

$$SO_2 = 11,463 + 2,419. (\text{Rüzgâr}) - 0,031. (\text{Basınç}) + 0,285. (\text{Nem}) \text{ şeklindedir yazılır.}$$

Bağımlı değişken SO<sub>2</sub> üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisini, anlamlılıklarını ve pozitif veya negatif olarak yönünü yorumlayabiliriz. M<sub>2</sub> modelimiz için anlamlı olan değişkenler p<0,05 olarak alınır. Basınç, rüzgâr ve nem olarak söylenebilir. SO<sub>2</sub> ile basınç arasında negatif yönde güçlü olmayan bir ilişki vardır. Basınç arttıkça SO<sub>2</sub> seviyesi azalır şeklinde yorumlayabiliriz. SO<sub>2</sub> ve rüzgâr arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki vardır. Bağımsız değişkenler arasında en güçlü etken olarak görünmektedir. Rüzgâr arttıkça SO<sub>2</sub> seviyesi artar. SO<sub>2</sub> ve nem arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. Nem arttıkça SO<sub>2</sub> seviyesi artar. Yağış ve sıcaklık konsantrasyonlarının SO<sub>2</sub> seviyesi üzerinde anlamlı bir etkisi yok denilebilir.

**Çizelge 4.31.** SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) için model katsayı tablosu

Model	Standartlaştırılmamış Beta Katsayısı	St. Hata	St. Beta Katsayısı	t	p-değeri
M <sub>0</sub>	Sabit Terim	13.472	4.887	2.757	0.008
	Yağış (mm)	-0.020	0.018	-0.139	0.272
	Rüzgar Hızı(m/s)	2.263	0.499	0.538	< .001
	Basınç (mb)	-0.033	0.013	-0.746	0.014
	Nem (%)	0.312	0.146	0.653	0.037
	Sıcaklık (OC)	-0.030	0.132	-0.038	0.821
M <sub>1</sub>	Sabit Terim	13.304	4.789	2.778	0.007
	Yağış (mm)	-0.021	0.018	-0.146	0.234
	Rüzgâr Hızı(m/s)	2.278	0.490	0.542	< .001
	Basınç (mb)	-0.035	0.009	-0.796	< .001
	Nem (%)	0.337	0.095	0.705	< .001
M <sub>2</sub>	Sabit Terim	11.463	4.556	2.516	0.015
	Rüzgâr Hızı(m/s)	2.419	0.478	0.575	< .001
	Basınç (mb)	-0.031	0.008	-0.698	< .001
	Nem (%)	0.285	0.085	0.596	0.001

Özetle rüzgâr ve nem konsantrasyonları bağımlı değişken SO<sub>2</sub>' i artırıcı etkiye sahipken, basınç azaltıcı etkiye sahiptir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Bu araştırmada, Çorlu'nun meteorolojik ve topografik özellikleri irdelenmiş ve meteorolojik parametrelerin kentteki hava kirliliğine etkileri değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çorlu, stratejik konumu ve gelişmiş altyapısıyla Türkiye'nin önde gelen sanayi merkezlerinden biri konumundadır. Türkiye'nin en büyük ve en donanımlı organize sanayi bölgelerinden biri olan Çorlu Organize Sanayi Bölgesi ve Avrupa Serbest Bölgesi'nin burada olması, hava kirliliğine neden olan emisyonların temel kaynağıdır. Kış aylarında konut ve iş yerlerinin ısıtılmasından kaynaklı oluşan emisyonlar ise ikinci önemli kaynağı oluşturmaktadır. Bunların yanı sıra ilçe merkezinde kara taşıtları sayısına bağlı olarak kent içi trafikten kaynaklanan kirleticilerle, İstanbul'u Edirne'ye bağlayan D-100 şehirlerarası karayolunun varlığı üçüncü emisyon kaynağını olarak düşünülebilir.

Hava kalitesi ölçümlerinde kriter alınan SO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> ve O<sub>3</sub> seviyelerinin sınır değerlerle karşılaştırılması sonucu PM<sub>2.5</sub>' in DSÖ' nün belirlediği sınır değeri sürekli olarak aştığı görülmüştür. Maksimum seviyelere ulaşıldığı günlerin en fazla olduğu aylar sonbahar ve kış aylarıdır. O<sub>3</sub> seviyesinin ise 2023 yılında ÇSB' nin belirlediği sınır değeri sürekli olarak aşması, ilgili dönemlerde sıcaklık, yağış, basınç, nem, rüzgâr yönü ve hızından oluşan meteorolojik parametrelerin katkısına bağlanabilir.

Çorlu İlçesi, genel olarak düz ve hafif dalgalı bir arazi yapısına sahip bir plato üzerinde yer almaktadır. Bu topografik özellikler, rüzgâr hareketlerinin büyük ölçüde serbest şekilde gerçekleşmesine olanak tanısa da sanayi tesislerinin yoğunlaştığı bölgelerde lokal hava dolaşımının sınırlanmasına neden olabilecek yapay engeller (fabrika kümelenmeleri, bina blokları vb.) hava kirleticilerin dağılmasını kısıtlayabilmektedir. Bölgenin alçak eğimli olması, özellikle durgun hava koşullarında (inversiyon olayları gibi), kirleticilerin yatayda birikmesine ve tabakalaşmasına zemin hazırlar. Bu durum, özellikle sabah ve akşam saatlerinde hava kalitesinde ciddi düşüşlere yol açabilmektedir. Ayrıca, denizden (Marmara Denizi) uzaklığın orta seviyede olması ve doğal hava sirkülasyonunu destekleyecek dağlık alanların bulunmaması, atmosferdeki kirleticilerin yeterince uzaklaştırılmamasına neden olabilir. Özellikle rüzgârsız günlerde hava kirliliği seviyelerinin yükselmesine neden olabilmektedir.

Çorlu'da en yüksek nispi nem ve sis oluşumlarının gerçekleştiği aylardan aralık ve ocak, sisli günler sayısı ile SO<sub>2</sub> yoğunluğunun çok yüksek olması bakımından H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

oluşumu açısından risk oluşturmaktadır. Bölgede nem oranının %80 üzerine çıkması ve sıcaklık inversiyonu kökenlidir. Bunun yanı sıra endüstriyel emisyonların varlığına bağlı olarak, yalnızca yerleşim merkezinin üzerinde yoğunluk kazanan, kent sisleri oluşumu da sıklıkla görülür.

Çorlu'da yaz aylarında basınç faktörü, hava kirliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu dönemde, havadaki O<sub>3</sub> emisyon miktarının da yüksek olması, alçalan hava hareketi nedeniyle kirli havaya maruziyetini artırmaktadır.

Çalışma dönemine denk gelen 2020 Covid-19 pandemisinin başlangıcı ve 2021 yılı boyunca PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonunun düşük seyrettiği görülmüştür. Sanayi tesislerinden salınan baca gazı emisyonlarının ve karayolları trafiğinden kaynaklanan emisyonların azalması buna katkı sağlamıştır.

PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> arasındaki korelasyon yıllara göre incelendiğinde çalışma dönemi boyunca pozitif yönde ilişkileri olduğu ancak ilişkinin gücünün yıllara göre değiştiği görülmüştür.

O<sub>3</sub>'ün PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> ile arasındaki korelasyon yıllara göre incelendiğinde ise çalışma dönemi boyunca genel olarak negatif yönde ilişkileri olduğu görülmüştür. Yani yıllar içinde O<sub>3</sub> seviyesi arttığında PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> seviyeleri azalma eğiliminde olmuş, tersi durumda ise O<sub>3</sub> seviyesi düştüğünde PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> seviyeleri görece olarak artmıştır. Zira, PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> esasen yakıt yanması, sanayi bacaları ve trafikten doğrudan salınırken, O<sub>3</sub> atmosferde kimyasal reaksiyonlarla oluşur.

Örneğin baca filtreleri, temiz yakıt kullanımı, emisyon kontrol önlemleri sayesinde PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> emisyonları azalırsa, havada bu öncül gaz ve partiküllerin baskısı azalır. Bu da güneş ışığının ve hidroksil radikallerinin daha serbest hareket ederek NO<sub>2</sub>'den O<sub>3</sub> üretimini kolaylaştırabilir. Sonuçta, O<sub>3</sub> seviyeleri yükselirken PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> seviyeleri düşer.

Yaz aylarında güneşli günler ve havanın ısınması O<sub>3</sub> oluşumunu teşvik ederken aynı dönemde daha güçlü güneş ışığı sayesinde havadaki PM<sub>2,5</sub> ve SO<sub>2</sub> parçacıkları da daha hızlı dağılabilir veya kimyasal dönüşüme uğrayabilir. Bu da korelasyonunu negatife çevirir.

(Ünal vd., 2023) yaptıkları çalışmada Ankara İli'nde meteorolojik parametrelerin SO<sub>2</sub> kirlenici parametresindeki değişimin %16,2' sini açıkladığını tespit ederken yapılan bu tez çalışmasında %37 oranında tespit edilmiştir. Tabii ki bölgesel ve çalışma sezonu değişiklikleri göz ardı edilmemelidir.

Bağımlı değişken  $O_3$  ve bağımsız değişken olan meteorolojik faktörler (yağış, sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr) arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelendiğinde  $O_3$  seviyesindeki değişimde yağış, rüzgâr ve sıcaklığın etkili olduğu görülmüştür.

Bağımlı değişken  $PM_{2,5}$  ve bağımsız değişken olan meteorolojik faktörler (yağış, sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr) arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelendiğinde  $PM_{2,5}$  seviyesindeki değişimde basınç, rüzgâr ve nemin etkili olduğu görülmüştür.  $PM_{2,5}$  üzerinde en güçlü etki rüzgardayken en zayıf etki basınçtan gelmektedir.

Bağımlı değişken  $SO_2$  ve bağımsız değişken olan meteorolojik faktörler (yağış, sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr) arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelendiğinde ise  $SO_2$  seviyesindeki değişimde basınç, rüzgâr ve nemin etkili olduğu görülmüştür.  $SO_2$  üzerinde en güçlü etki rüzgardayken en zayıf etki basınçtan gelmektedir. Özellikle rüzgârlı ve nemli koşulları dikkate almak,  $SO_2$  maruziyetini daha doğru öngörmek için önemlidir.

## 5.2 Öneriler

Çalışma döneminde elde edilen bulgular sonucu hava kalitesini iyileştirmeye yönelik stratejiler geliştirirken her üç kirleticinin birden ele alınması gerektiği açıktır. Çorlu'nun topografik ve meteorolojik özellikleri açısından hava kirlenmesine elverişli ortam koşulları içerdiği anlaşılmaktadır. Bölgedeki yoğun kentsel ve endüstriyel yapılanma ise, hava kirliliğinin asıl nedenini oluşturmaktadır. Ayrıca, ısınma döneminin yıl boyunca 8 ay gibi uzun bir süreyi kapsamaması, konut ve işyerlerinin ısınma ihtiyacına bağlı olarak bölgenin ikincil emisyon kaynağını oluşturmaktadır. Bu kuruluşların yerlerinin değiştirilmesi veya faaliyetlerinin durdurulması mümkün olmadığına göre, bunlardan kaynaklanan emisyonların ve zararlarının en aza indirilmesi için, meteorolojik koşullara uygun, kaynak kontrol teknolojilerinin uygulanması ve hava kirliliğinin çok yüksek olduğu dönemlerde ek önlemler alınması gerekmektedir. Örnek verecek olursak özellikle sıcak, durağan hava koşullarında (düşük yağış ve düşük rüzgâr hızı) yüksek  $O_3$  riski ortaya çıkacağından, bu günler için uyarı sistemleri geliştirilebilir. Hatta vatandaşları düşük maliyetli sensör temin ederek ölçüm yapmaya teşvik edilerek veriler merkezi sisteme entegre edilebilir.

Hava kalitesini izleme, kirliliğin tespiti ve önleme çalışmaları açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle hava kalitesi izleme sistemlerinin geliştirilmesi kirlilikle mücadele için son derece gereklidir. Hatta bazı verilere her zaman ulaşamama gibi sorunlar

giderilmelidir. Çünkü yapılan çalışmaların doğru sonuç vermesini ve alınması gereken tedbirleri yanıtacaktır. Çalışmanın yapıldığı istasyonlarda sadece bazı parametreler ölçülmektedir, bu istasyonlarda gereken tüm parametrelerin ölçülmesi gerekmektedir. Ayrıca bölgedeki istasyon sayısı artırılabilir.

Ulusal ve uluslararası hava kalitesi standartları (WHO, Avrupa Birliği, ulusal mevzuat) güncellenmekte olduğu için yapılacak bilimsel çalışmalarında sıklıkla güncellenmesi gerekmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

Altınok, A., 2019, 2015-2017 Yılları Arasında Trakya’da Partiküler Madde Kirliliği Ve Mortalite İlişkisinin Değerlendirilmesi, Tıpta Uzmanlık, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Edirne, 105.

[https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=gI\\_MTmwR1fwb6yWvrOb6hA&no=Be-LzTfmmdoe9TYDkQj2ow](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=gI_MTmwR1fwb6yWvrOb6hA&no=Be-LzTfmmdoe9TYDkQj2ow)

Anonim, 2025. Tekirdağ İli Çorlu İlçesi’ nin 2020-2024 Meteorolojik Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Tekirdağ Bölge Müdürlüğü Arşivi.

Arslan, H., and Toltar, A., 2023, The influence of meteorological parameters on PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> values in Ümraniye and Silivri districts of İstanbul.

[https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/c/ih3yxv/s\\_earch/details/dl6zashw5n?limiters=FT1%3AY&q=pm10%20and%20meteorol%2A](https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/c/ih3yxv/s_earch/details/dl6zashw5n?limiters=FT1%3AY&q=pm10%20and%20meteorol%2A)

Azam A.G., Zanjani B.R. and Mood M.B., 2016, Article in Journal of Research in Medical Sciences, 21 (5), 1-12. <https://www.researchgate.net/publication/308096492> [Ziyaret Tarihi: 10 Aralık 2024].

Chen, Y.-C., Chiang, H.-C., Yang, H.-T., and Chen, M. J., 2016, Ambient PM<sub>2.5</sub>-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Changhua County, central Taiwan: Seasonal variation, source apportionment and cancer risk assessment, *Environmental Pollution*, 218, 372-382.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.016>

Çetin, M., & Demirci, O. K. (2016). Erzincan’da Doğal Gaz Kullanımının Hava Kalitesine Etkisi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 9(1), 8-18. <https://doi.org/10.18185/eufbed.61841>

Çiftci, Ç., Dursun, Ş., Levend, S., Kunt, F. (2013). Topografik Yapı, İklim Şartları ve Kentleşmenin Konya’da Hava Kirliliğine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 19-24.

ÇŞB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), 2008. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. [Ziyaret Tarihi: 22 Nisan 2025].

ÇŞB (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), 2014. Yer Seviyesi Ozon Kirliliği Bilgi Notu.

[https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Ozon\\_kirlili%C3%84%C5%B8i\\_bilgi\\_notu.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Ozon_kirlili%C3%84%C5%B8i_bilgi_notu.pdf) [Ziyaret Tarihi: 09 Ocak 2025].

Duan, J., Chen, Y., Fang, W. and Su, Z., 2015, Characteristics and Relationship of PM, PM10, PM2.5 Concentration in a Polluted City in Northern China., *Procedia Engineering*, 102, 1150-1155.

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.239>

De Castro, L. N. and Von Zuben, F. J., 2000, Artificial immune systems: Part I- Basic theory and applications, DCA-RT 02/00, Brasil, 23-28.

Dilereto, D., and Corcoran, I., 2012, Carbon Monoxide: Sources, Uses, and Hazards, New York, *Nova Science Publishers*, 140.

Ding, S., Wei Z., Liu S. and Zhao R., 2024, Uncovering the evolution of ozone pollution in China: A spatiotemporal characteristics reconstruction from 1980 to 2021, *Atmospheric Research*, 307, 107472.

<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2024.107472>

Demirarslan, K. O., & Akıncı, H. (2018). CBS ve Hava Kalitesi Verileri Kullanılarak Marmara Bölgesinin Kış Sezonunda Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 11-27. <https://doi.org/10.21324/dacd.344564>

Dongliang, H., Mingqi, W., Tiantian, Z., Xuedan, Z., Jing, L., and Yufei, T. ,2024, Environment-meteorology interactions with PM: Structural equation modeling and regression analysis. *Urban Climate*, 58, 102213.

<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.102213>

- EPA (United States Environmental Protection Agency), 1999. Nitrogen Oxides (NO<sub>x</sub>), Why and How They Are Controlled. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockkey=2000F9IK.txt> [Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2024].
- Eğri, D. M., 1997, 1996-1997 Kış Döneminde Malatya İl Merkezi Hava Kirliliği Parametrelerine Meteorolojik Koşulların Etkisi. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 4(3), Article 3.
- Eroğlu, İ. ,2022, Çorlu (Tekirdağ) ilçesinde hava kirliliğinin coğrafi açıdan değerlendirilmesi, *Türk & İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9 (35), 34-56. <https://tidsad.com/index.jsp?mod=tammetin&makaleadi=&makaleurl=abee42ff-9332-4132-a128-d388d95e04a9.pdf&key=66865>
- Gündoğdu, M., 2006, Meteorolojik parametrelerin hava kirliliğine etkilerinin yapay sinir ağları modeli ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 108. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Harmon, A., 2024, Sulfur dioxide, *Salem Press Encyclopedia of Science*.
- Kadıoğlu, M. ve Toros, H., 1993, Şehirleşmenin Türkiye’ de İklim Etkisi, Türk Devletleri arasında 2. İlmi İş birliği Konferansı, Çevre 92, Almati Kazakistan, 242-246.
- Kampa, M., and Castanas, E., 2008, Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>
- Kothari, D. P., Singal, K. C. and Ranjan, R., 2016, Environmental Science and Engineering, Oxford U.K., EBSCO, 123 . <https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/c/ih3yxv/sarch/details/podhaemjdf?q=Environmental%20Science%20and%20Engineerin>  
g.

- Kırmacı, H.K., 2019, Kahramanmaraş İli İçin Hava Kalitesinin Analizi ve Modellenmesi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 120.  
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=zgRS3pRS4PebmZb6E SFYcw>
- Kahraman, M., 2013, Çorlu'nun Beşerî ve Coğrafi Coğrafya Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 135.  
[https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=NHRbLf79\\_T061mcGV7WHgQ&no=cHMRdNUYI29-i5\\_KqOsHMw](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=NHRbLf79_T061mcGV7WHgQ&no=cHMRdNUYI29-i5_KqOsHMw)
- Keser, N., 2013, Kütahya'da Hava Kirliliğine Etki Eden Topografik ve Klimatik Faktörler. *Marmara Coğrafya Dergisi* (5), 69-100.  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/452/567534>
- Mutlu, A., 2019, Hava Kalitesi ve Meteoroloji: Korelasyon, Trend ve Epizot Analizleri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(4), 724-741.  
<https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.563848>
- Morcalı, M. H., and Akan, D. S., 2017, Kahramanmaraş Hava Kirliliği Kaynaklarının İzlenmesi ve Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 105-115.  
<https://doi.org/10.17780/ksujes.310602>
- Menteşe, S., ve Tağıl, Ş., 2012, Bilecik'te İklim Elemanlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkisi, Ebsco.  
<https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/c/ih3yxv/viewer/pdf/rz32ovnbif>
- Özdamar, A., 2000, Dünya ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 133-145.  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/pajes/issue/20539/218854>

- Özdemir, F., 2003, Türkiye Geneline Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Kirlilik Dağılımlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 130.
- Penney, D. G., Traber, D. L. and Wabeke, R. L. ,1996, Carbon Monoxide, Boca Raton, *Taylor & Francis*, 296.
- S. Roy, CM Rao, and Bay Abioui, 2024, Evaluation of non-stationary spatial relationship between meteorological-environmental parameters and PM2.5. *Advances in Space Research*, 73(8), 4106-4124. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2024.01.009>
- Sensoy S., Demircan M., Ulupınar Y. ve Balta İ., 2008, Türkiye İklimi, MGM web sitesi. <https://www.mgm.gov.tr/genel/makale.aspx>
- Teeranun, N., Mattana, S., Anamai, T., and Nantaporn, P. ,2025, Influence of meteorological factors on air pollution and health risks: A comparative analysis of industrial and urban areas in Chonburi Province, Thailand. *Environmental Advances*, 19, 100608. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100608>
- Usmani, RSA, Saeed, A., Abdullahi, AM ve diğerleri. Malezya'da hava kirliliği ve sağlık etkileri: bir inceleme. *Air Qual Atmos Health* 13, 1093–1118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00867-x>
- Ünal, C. ve Özer, G., 2023, Ankara İli Meteoroloji Parametrelerinin Hava Kirliliği Üzerindeki Etkilerinin Regresyon Analizi ile İncelenmesi, *Nicel Bilimler Dergisi*, 5(2), 135-150. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/1217589/ankara-ili-meteoroloji-parametrelerinin-hava-kirliligi-uzerindeki-etkilerinin-regresyon-analizi-ile-incelemesi>
- Weng, X., Forster, G. L., and Nowack, A. ,2022, A machine learning approach to quantify meteorological drivers of ozone pollution in China from 2015 to 2019, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22(12), 8385–8402.

Wilson, WE ve Suh, HH, 1997, İnce Parçacıklar ve Kaba Parçacıklar: Epidemiyolojik Çalışmalarla İlgili Konsantrasyon İlişkileri. *Hava ve Atık Yönetimi Derneği Dergisi*, 47 (12), 1238–1249. <https://doi.org/10.1080/10473289.1997.10464074>

WHO (World Health Organization), 2006, Summary of risk assessment. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06-02>. [Ziyaret Tarihi: 22 Nisan 2025].

WHO (World Health Organization), 2021, WHO global air quality guidelines. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>. [Ziyaret Tarihi: 22 Nisan 2025].

WHO (World Health Organization), 2024. [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). [Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2024].

URL 1 [http://cografyaharita.com/haritalarim/5\\_tekirdag\\_ili\\_haritasi.png](http://cografyaharita.com/haritalarim/5_tekirdag_ili_haritasi.png) [Ziyaret Tarihi: 03.12.2024].

URL 2 Türkiye İstatistik Kurumu <https://cip.tuik.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 15.01.2025].

URL 3 Tekirdağ İl Tarım Orman Müdürlüğü, Tarım Raporu, <https://tekirdag.tarimorman.gov.tr/Belgeler/TarimRaporlari/2023%20TARIM%20ORAPORU.pdf> [Ziyaret Tarihi: 12.01.2025].

URL 4 İstanbul Büyükşehir Belediyesi <https://havakalitesi.ibb.gov.tr/Icerik/mevzuat> [Ziyaret Tarihi: 05.12.2025].

URL 5 Tekirdağ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü <https://tekirdag.csb.gov.tr/corlu-ilcesine-2-adet-yeni-hava-kalitesi-olcum-istasyonu-kuruldu-haber-221579>