

KASTAMONU İLİNDEKİ HAVA KALİTESİ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Zeliha GEMİCİ^{1(*)}, Duygu HOŞAFICIOĞLU¹, Çağatay TOK¹

¹Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Kuzey İç Anadolu
Temiz Hava Merkezi Gölbaşı 06830, Ankara

ÖZET

Çevre sorunları dünyanın pek çok yerinde güncel yaşamın içine girmiş bir konudur. Hızlı nüfus artışı, düzensiz-çarpık kentleşme, yeşil alanların azalması, orman tahribi, ulaşım sorunu, sanayi atıkları gibi sorunlar Ülkemizde olduğu kadar dünyanın pek çok ülkesinde çözüm yolları aranan sorunlar arasındadır. Bu sorunların alıcı ortamdaki etkisi ise su, toprak ve hava kirliliğini oluşturmaktadır. Hava kirliliğinde, tabii kirlilik kaynaklarından çok insan aktivitesine bağlı suni kaynaklardan meydana gelen kirlilik daha önemlidir. Günümüz itibarıyla önemli bir çevre problemi olan ve özellikle insan sağlığını ve ekosistemi olumsuz etkileyen hava kirliliği ilk olarak, egzoz emisyonları, endüstriyel işlemler, fosil yakıtların yakılması vb. faaliyetler sonucu oluşan emisyonların atmosfere karışması sonucu atmosfer bileşiklerinin değişmesiyle başlamaktadır. Bu bileşenlerin hava alıcı ortamındaki konsantrasyon değerinin insan sağlığına zarar vermeyecek miktarda, yoğunlukta ve sürede bulunması hava kalitesini tanımlar. Hava kirliliğinin kontrolü amaçlı yapılan her türlü düzenlemenin temeli hava kalitesi değerlerine dayanır.

Bu çalışmada; Kastamonu ve Bolu illerindeki her bir ilçe ve her bir ilçedeki mahalle bazında nüfus, konut ve yakıt miktarlarının 2010-2016 dönemlerindeki artış hızı değerlendirilmiş. Değerlendirme sonuçları rüzgar hızı, yönü ve sıcaklık verileri ile her bir ildeki hava kalitesi izleme istasyonu sonuçları ile analiz edilmiştir. Bu çalışmayı takiben her bir il bazında hava kalitesi ölçüm sonuçlarının pik yaptığı episotlar seçilerek ölçüm sonuçlarına meteorolojik faktörlerin (inversiyon, hava kütleleri) etkisinin olup olmadığı incelenerek etken hava kirliliği kaynağı belirlenmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Kastamonu, hava kirliliği, veri analizi, meteoroloji

1. GİRİŞ

Hava kirliliği, nüfusun artması, kentlerin büyümesi, endüstrinin gelişmesiyle artan oranda ve değişen içerikte etkilerini sürdürmektedir. Lokal bir kaynaktan salınan hava kirleticiler yerel etkiler gösterirken, kent merkezlerinde enerji tüketimi, fosil yakıt yanması, motorlu taşıtların artmasıyla hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bölgesel taşınımlar, asit yağmurları, artan sera gazları, troposferik ozon üretimi bugün hava kirliliğinin küresel boyutlara ulaşan etkilerini ortaya koymaktadır. (1) Hava kirliliğine neden olan ve atropojenik olarak gruplandırılan kaynaklar; alansal (ısınma), noktasal (sanayi) ve çizgi (ulaşım) olarak sınıflandırılmaktadır. (Şekil 2) Bu kaynakların yanı sıra yanardağ patlamaları, orman yangınları ve kum fırtınaları gibi birçok doğa

(*) zeliha.gemici@csb.gov.tr

olayı sonucunda da atmosfere salınan hava kirleticilerinin kaynakları da doğal kaynaklar grubuna girmektedir.

İnsan faaliyetlerinin hava kirleticilere katkısının ölçümü ve izlenmesi doğal kaynaklara göre genellikle daha kolaydır. Hava kirliliğinde yapay kaynakların etkisi incelenirken her bir kaynak bazında yapılan ölçüm sonuçlarının ilgili kaynak bilgisi ile destelenmesi hava kirliliğine neden olan kaynağı belirlenmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmada; bolu ve Kastamonu illerinde 2010-2016 dönemine ait hava kalitesi ölçüm sonuçları istatistiksel yöntemlerle anali edilmiş, sonuçlar hava kirliliği kaynak envanteri ve meteorolojik faktörlerle ilişkilendirilerek hava kirliliğine neden olan kaynak belirlenmiştir.

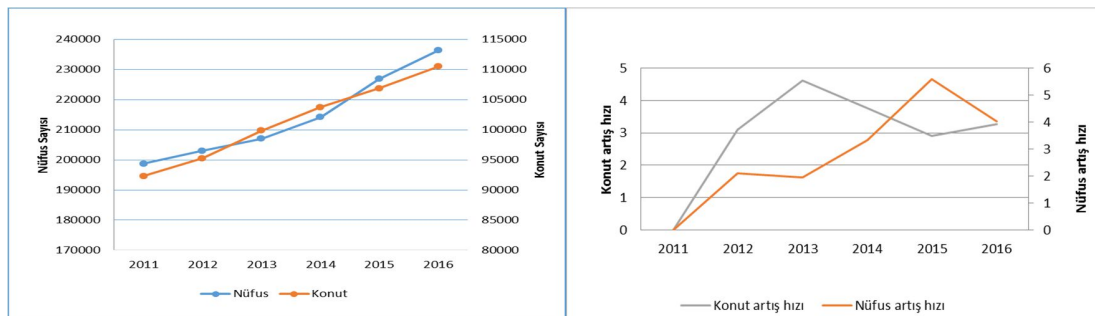
2. MATERYAL VE METOD

2.1. İzleme istasyonu temsil alanı

Kastamonu ili deniz seviyesinden 775 m yüksekliğinde olup 6 adet ilçesi sahil kıyısında bulunan ilin, Merkez, Abana, Ağlı, Araç, Azdavay, Bozkurt, Cide, Çatalzeytin, Daday, Devrekani, Doğanyurt, Hanönü, İhsangazi, İnebolu, Küre, Pınarbaşı, Seydiler, Şenpazar, Taşköprü ve Tosya olmak üzere toplam 20 adet ilçesi bulunmaktadır. Batı Karadeniz Bölgesinde 41 derece 21 dakika kuzey enlemi ile 33 derece 46 dakika doğu boylamları arasında yer alan ilin yüzölçümü 13.108,1 km²'dir. Merkez de dâhil olmak üzere 20 Belediyesi ve 1071 köyü bulunan ilin 2016 yılı verilerine göre köyler dâhil toplam nüfusu 376.945 olup, köyler hariç ilin il ve ilçe merkezleri nüfusu ise 236.363'tür. İlin nüfusunun %37,3'ü kırsal nüfus teşkil etmektedir. İlin km² düşen nüfus yoğunluğu ise 29 kişi/km²'dir.

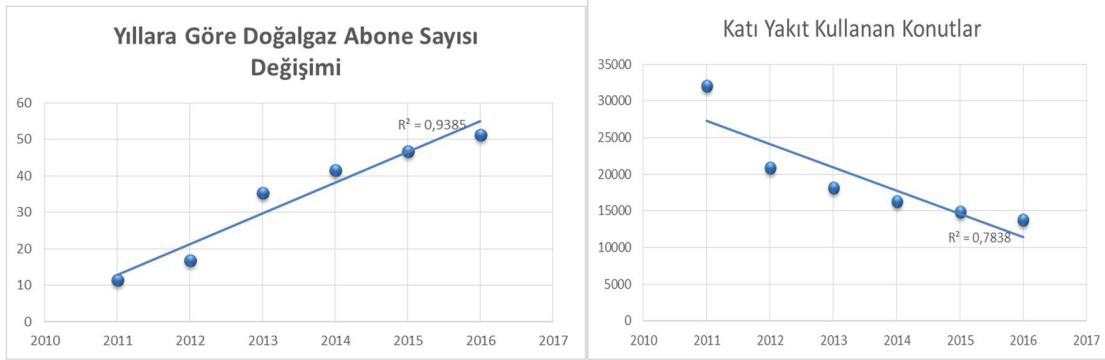
Kastamonu ili Merkez İlçesinde, 2006 tarihinde Orman Bölge Müdürlüğü bahçesi içerisinde 41°22'02.32"K Enlem ve 33°45'52.28"D Boylam koordinatlarında kurulmuş SO₂ ve PM₁₀ parametrelerinin online olarak ölçüldüğü 1 adet ısınma kaynağını temsil eden hava kalitesi izleme istasyonu bulunmaktadır.

Isınma kaynağında etken olan kaynak verisi il nüfusu, konut sayısı, yakıt türü ve miktarıdır. Kastamonu il geneli için konut sayısı ve nüfus sayısı değişimi Şekil 1'de verilmektedir. Şekil 1'de görüldüğü üzere nüfus ve konut sayısı değişimi yıllara göre artış göstermekte olup, artış hızı yaklaşık olarak 3.5 civarındadır.



Şekil 1. İl geneli nüfus-konut değişim grafiği / Şekil 2. İl geneli nüfus ve konut yıllara göre artış hızı

İl genellerindeki kayıt ve yakma sistemleri incelendiğinde Şekil 3 'de görüldüğü üzere doğalgaz tüketimindeki lineer artışı katı yakıtta azalma olarak ortaya çıkmaktadır.

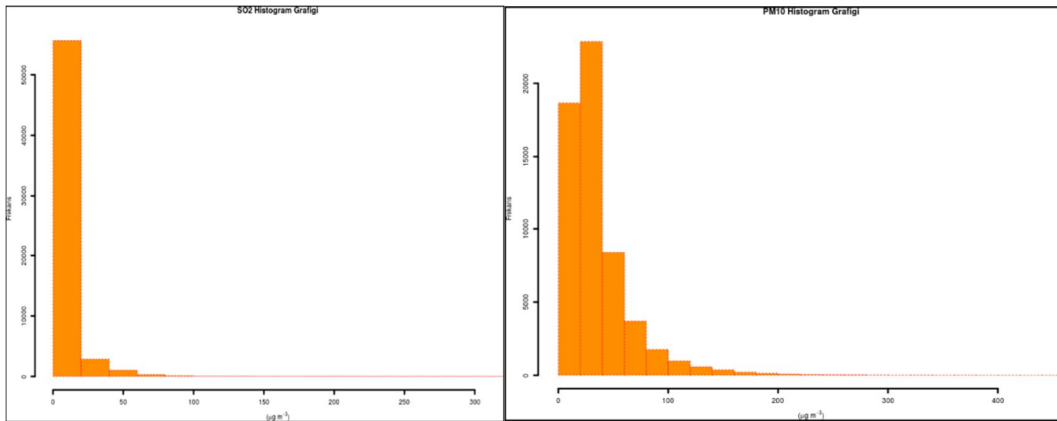


Şekil 3. Yıllara Göre Yakıt Türlerine Göre Konut Sayısı Değişim Grafiği

Çizgi kaynak olarak nitelendirilen ulaşım sektörü nün ildeki durumu incelendiğinde il genelinde % 70 oranında otomobil ve %42 oranında LPG kullanıldığı tespit edilmiştir. Nokta kaynak olarak nitelendirilen sanayi kuruluşlarından kereste fabrikaları il merkezinin güneyinde ve kuzeyinde, taş ocakları Tosya ilçesinin doğusunda, gıda ağırlıklı olmak üzere organize sanayi bölgeleri ise il merkezi ile Tosya, İhsangazi, Araç, Daday, Pınarbaşı, Azdavay, Ağlı, Küre, Devrekâni, Hanönü, Taşköprü ilçelerinde bulunmaktadır.

2.2. Ölçüm sonuçlarının analizi

Kastamonu ilinde yapılan ölçümlerin 2010-2016 dönemine ait verileri istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.



Şekil 4. Kirlletici Parametrelerinin Histogram Grafiği

Kirlletici Parametrelerin Histogram grafiği değerlendirildiğinde;

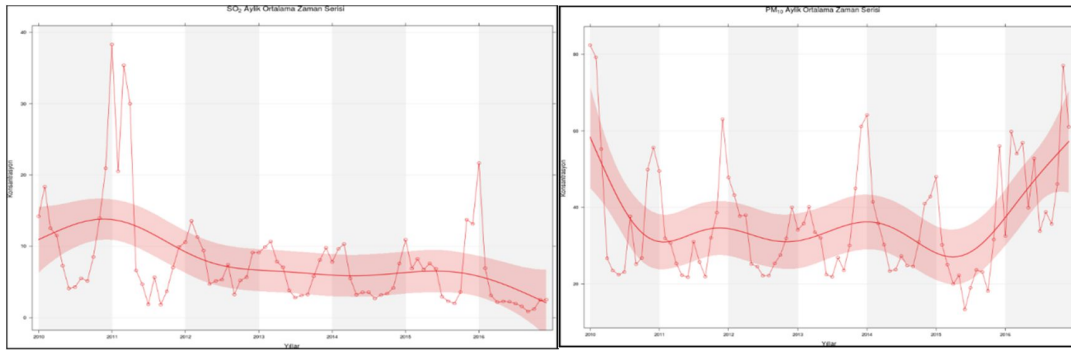
- Kükürtdioksitte; veri aralığının 0-20, 20-40, 40-60 olmak üzere 3 farklı konsantrasyon aralığında, en yüksek frekans aralığındaki verilerin 20 µg/m³, en düşük frekans aralığındaki

verilerin ise 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinde olduğu,

- Partikül madde de; veri aralığının 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140, 140-160 olmak üzere 8 farklı konsantrasyon aralığında, en yüksek frekans aralığındaki verilerin 20-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en düşük frekans aralığındaki verilerin ise 180-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerleri arasında olduğu

tespit edilmiştir.

Veri setinin zaman içerisindeki eğilim sonuçları Şekil 5’de yer almaktadır.



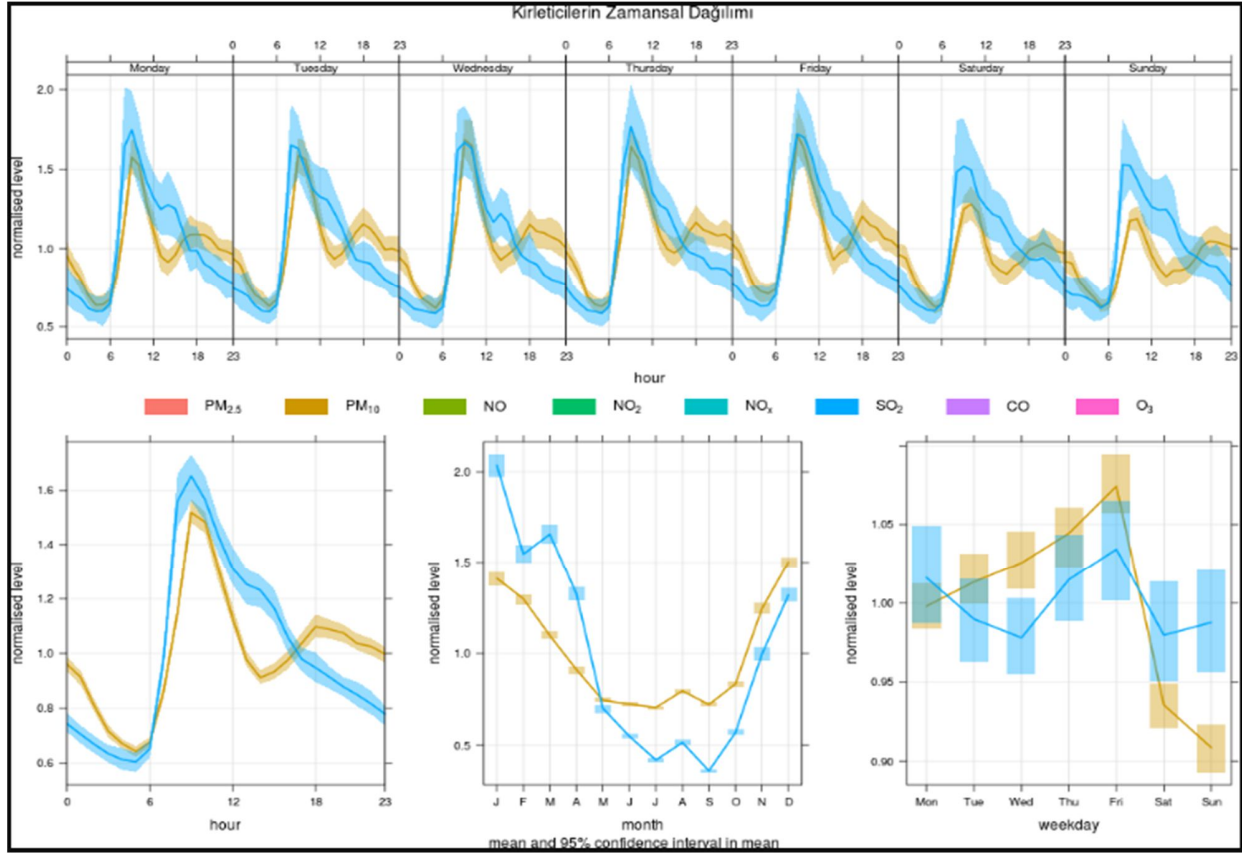
Şekil 5. Kirlenici Parametrelerinin Zamansal Eğilimi

Kirlenici Parametrelerin Trend grafiği değerlendirildiğinde;

- Kükürtdioksit; en yüksek konsantrasyonların 2011 yılında kış aylarında gözlemlendiği 2016 yılına göre konsantrasyonlarda düşüş olmasına rağmen 2016 yılında konsantrasyonda artış olduğu, ölçüm sonuçlarının ağırlıklı olarak kış sezonunda yaz aylarına göre yüksek olduğu,
- Partikül madde de; 2011-2015 döneminde kış döneminde yaz mevsimine oranla bariz fark olduğu, 2010 ve 2016 yılları kış mevsiminin diğer yılların konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu,
- Yaz mevsiminde 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olan konsantrasyon değerlerinin kış mevsiminde 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ civarında olduğu

tespit edilmiştir.

Ölçüm sonuçlarının 7 yıllık dönem içinde zaman dilimleri içerisindeki değişimleri incelenmiş olup, sonuçlar Şekil 6’de yer almaktadır.



Şekil 6. Kirlenici Parametrelerinin Zamansal Değişim Grafiği

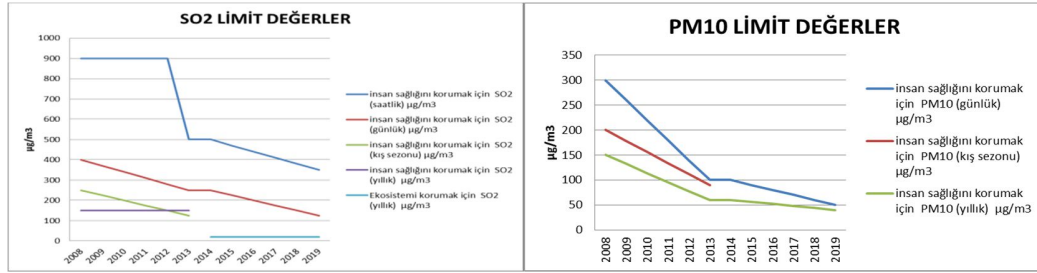
Her iki parametrenin 7 yıllık veri setinin ağırlıklı olarak mevsimsel değişimleri analiz edildiğinde;

- Kış mevsiminde konsantrasyonların yüksek, yaz aylarında ise bariz düşük olduğu,
- Haftanın bütün günlerinde sabah saatlerinde ve akşam saatlerinde her iki kirlenici parametrenin de konsantrasyon değerleri diğer zaman dilimlerine göre daha yüksek olduğu,
- Hafta içine göre hafta sonu konsantrasyonlarında bariz düşüş olduğu,
- Gün içerisinde 0:00-06:00 zaman diliminde her iki parametrenin konsantrasyonunun düşük olduğu, 06:00-10:00 zaman diliminde bariz yüksek olduğu, öğleden sonra tozun yükselmesine rağmen SO2'nin 10:00 zaman diliminden sonraki düşüşünü devam ettirdiği

tespit edilmiştir.

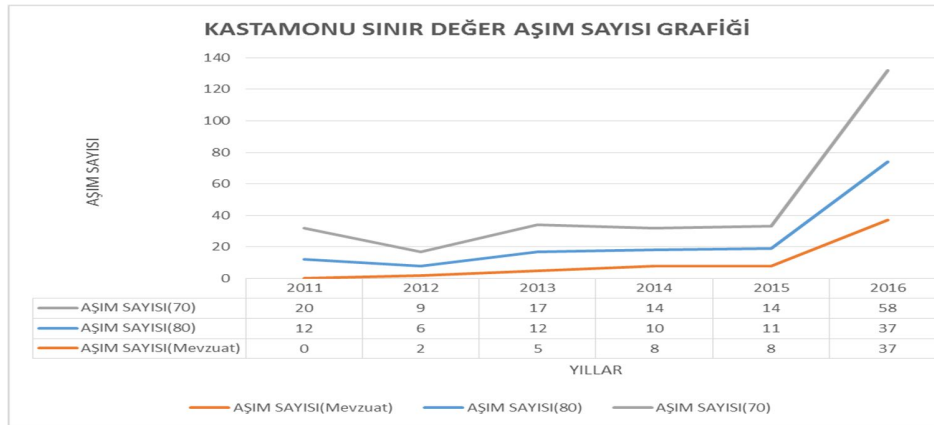
06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde yönetmeliği AB üye ülkelerde uygulanan esasları içermekte olup, kirlenici parametreler bazında sınır değerlerin sağlanmasında Ülkemizdeki yakıtlar, yakma sistemleri edilmektedir.

Kirletici parametrelerin yıllara göre sağlaması gereken sınır değerler ve aşım sayıları Şekil 7’de verilmektedir. Şekil 7’de görüldüğü üzere 2008 yılında SO₂ parametresi saatlik sınır değeri 900 iken 2016 yılında bu değer 440’a, günlük sınır değer ise 400’den 200 µg/m³ sınır değerine düşmüş olup, 2019 yılında AB üye ülkelerde uygulanan saatlik 350, günlük 125 µg/m³ sınır değerine ulaşılacaktır.



Şekil 7. Mevzuatta Yer Alan SO₂ ve PM₁₀ Sınır Değerleri ve Uyarı Eşikleri

Ülkemizde yürürlükte olan Yönetmelik gereği SO₂ günlük sınır değeri bir yılda 3 kereden fazla, partikül madde günlük sınır değeri ise bir yılda 35 kereden fazla aşamaz. Kastamonu ili hava kalitesi ölçüm sonuçları limit aşımaları olarak analiz edilmiş olup sonuçlar Şekil 8’de verilmektedir.



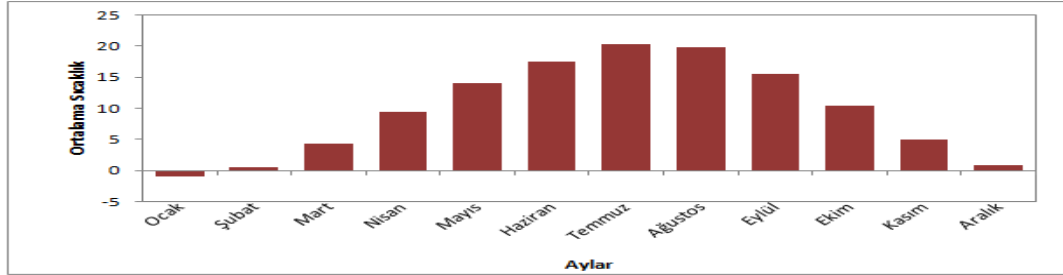
Şekil 8. Yıllık Limit Değerlere ve Referans Alınan Sınır Değerlere Göre Aşım Grafiği

Aşım günlerinde saatler bazında yapılan incelemede aşımın ağırlıklı olarak yakma saatlerinde ortaya çıktığı görülmektedir.

2.3. Meteorolojik veriler ve ölçüm sonuçları ile karşılaştırılması

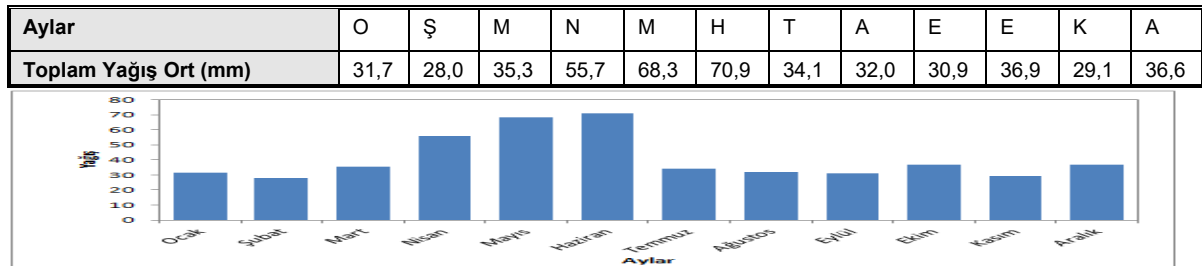
Merkez İlçede yıllık sıcaklık ortalaması 9,8°C’dir. Merkez ilçede en soğuk geçen aylar Ocak ve Şubat, en sıcak geçen aylar ise Temmuz ve Ağustos’tur. (Şekil 9)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ortalama Sıcaklık (°C)	-1,0	0,6	4,4	9,5	14,0	17,5	20,3	19,8	15,6	10,5	5,0	0,9



Şekil 9. Aylara Göre Sıcaklık Dağılımı

Kastamonu'da yağışın aylara dağılımı oldukça düzenlidir. Kış dönemindeki yağışlar yıllık yağışın % 18'ini, yaz yağışları ise % 27'sini oluşturmaktadır. Yağışların büyük bölümü ise bahar aylarında düşmektedir. Ocak ayının % 6'lık yağış oranına karşılık, Mayıs ayında yıllık yağışın % 18'i düşmektedir. Merkez İlçe'nin yıllık yağış ortalaması 449,7 m'dir Uzun yıllara ait yağış verilerinden elde edilen yıllık toplam yağış ortalamaları Şekil 10'de yer almaktadır.

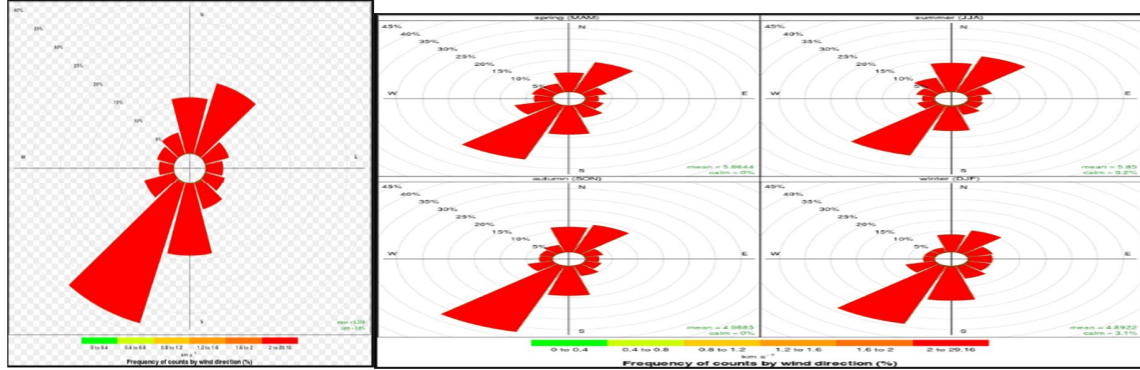


Şekil 10: Aylara Göre Yağış Dağılımı

Ortalama rüzgar hızı 14 m/s olan Kastamonu ilinde, hâkim rüzgar yönü güneybatıdır. Uzun yıllar meteoroloji verilerinden edinilen rüzgârların esme yönleri ve aylara göre dağılımı Şekil 11'de yer almaktadır.

Rüzgârın Ortalama Hızı (m/s)	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
K Yönünde	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,1	1,7	1,4	1,2	1,1
KKD Yönünde	1,2	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1
KD Yönünde	1,0	1,2	1,4	1,6	1,6	1,5	1,8	1,7	1,5	1,2	1,0	0,9
DKD Yönünde	0,9	1,1	1,5	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,4	1,2	0,9	0,9
D Yönünde	0,8	0,9	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,3	1,1	1,0	0,8	0,8
DGD Yönünde	0,8	0,8	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8
GD Yönünde	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
GGD Yönünde	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
G Yönünde	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0
GGB Yönünde	1,2	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1

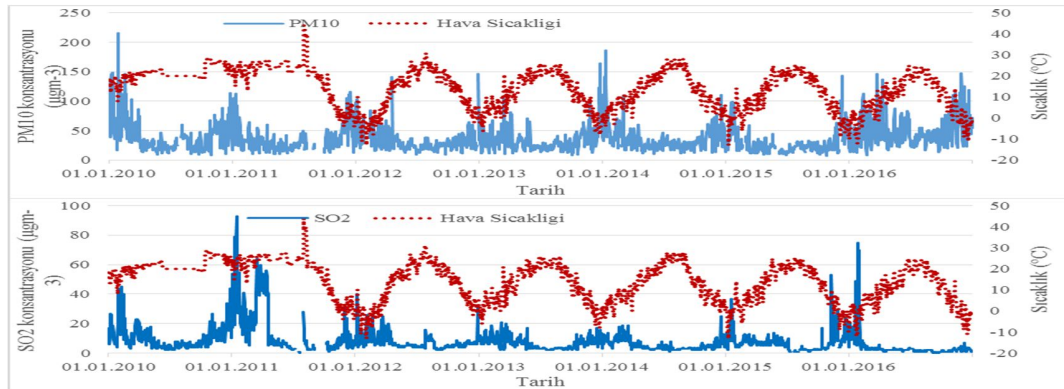
GB Yönünde	1,4	1,6	1,7	1,6	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4
BGB Yönünde	1,7	2,0	2,2	2,3	2,0	1,8	1,5	1,4	1,6	1,7	1,8	1,6
B Yönünde	1,4	1,8	2,1	2,2	2,1	2,1	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5
BKB Yönünde	1,4	1,6	1,9	2,1	2,1	2,2	2,1	2,0	2,0	1,6	1,4	1,3
KB Yönünde	1,2	1,5	1,8	2,0	2,1	2,1	2,2	2,1	1,9	1,5	1,3	1,2
KKB Yönünde	1,1	1,3	1,6	1,9	1,9	2,0	2,2	2,1	1,8	1,3	1,1	1,0



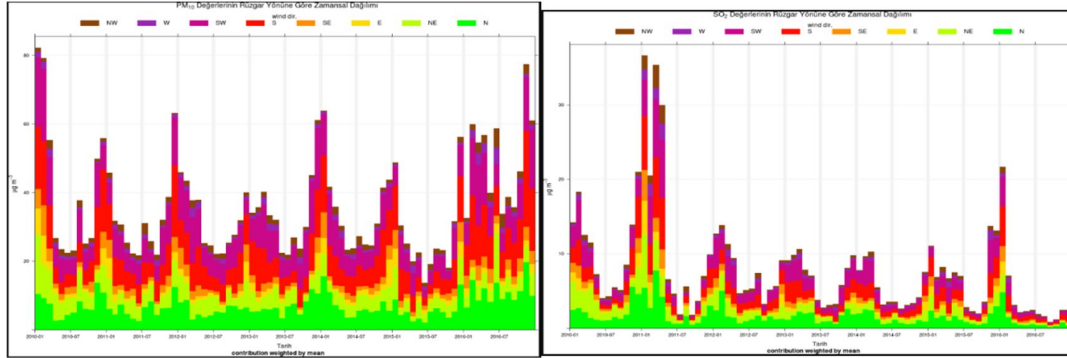
Şekil 11. Hakim Rüzgar Yönü ve Mevsimlere Göre Değişim Grafiği

Hakim rüzgar yönü Güney batılı ağırlıklı olmakla birlikte güneyli, kuzeyli ve kuzeydoğulu rüzgarlarda mevsimsel dönemlerde görülmektedir.

Kirletici parametrelerin sıcaklıkla değişimi incelendiğinde sıcak olan günlerde her iki parametrenin konsantrasyon değerinin düştüğü, sıcaklığın düşük olduğu zamanlarda konsantrasyonların yükseldiği görülmektedir.

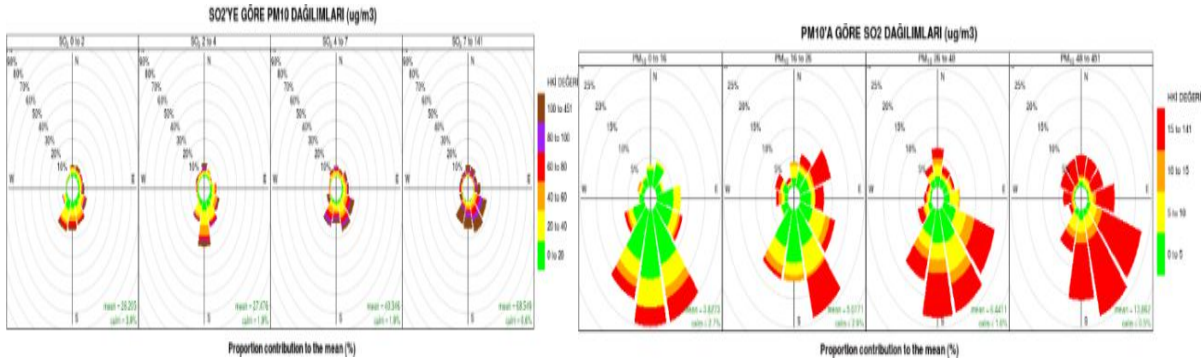


Şekil 12. Sıcaklık ve kirletici konsantrasyonların değişimi



Şekil 13. Rüzgar hızı ve yönüne göre kirletici konsantrasyonların değişimi

PM10 ve SO2 değerlerinin Güney ve Güneybatı yönden rüzgar estiği anda maksimum değerlere ulaştığı saptanmıştır. Kış dönemleri için kuzeybatılı rüzgarların bulunduğu anlarda PM10 değerlerinin en yüksek seviyelere çıktığını görebilmekteyiz. Kuzeyli ve Kuzey doğulu rüzgarlar olduğu anda ise PM10 emisyonunun oldukça düşük olduğunu görebiliyoruz. SO2 için de aynı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Rüzgar güneydoğudan ve güneyden estiğinde PM10 değerlerinin 100 ile 451 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) arasında sıklıkla bulunduğu görülmektedir. PM10'un 1 ile 451 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) arasında salınım yaptığını göz önüne alırsak SO2 değerlerinin PM10 26 ile 451 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) aralığında Güneydoğulu rüzgarlar vasıtasıyla sınır değerlere yaklaştığını ve 15 ile 141($\mu\text{g.m}^{-3}$) aralığında salındığını görüyoruz. Buradan çıkan sonuca göre PM10 KIRMIZI-TEHLİKELİ seviyesine sıklıkla ulaşmıştır.



azaldığını ve güney ve güneybatı yönlü rüzgarın kirliliği artırıcı bir etki yaptığını ve kirliliğin sıcaklıkla doğrudan ilişkisi olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Türkiye İstatistik Kurumu(TUIK)
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK)
- KARGAZ Doğalgaz Dağ. San. ve Tic. A. Ş.
- Kastamonu Belediye Başkanlığı
- www.firmalar.com
- www.nufusu.com