

Karaman İli Hava Kirliliği Durumu

Air Pollution Situation In Karaman

Alara CİCİBIYIK^{1,*}, Nermin ŞARLAK¹, Deniz ÜSTÜN²

¹İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Karamanoğlu Mehmetbey
Üniversitesi, Karaman, Türkiye

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Karamanoğlu Mehmetbey
Üniversitesi, Karaman, Türkiye

*Sorumlu yazar: alarabolgenn@gmail.com

Öz

Hava kirliliğinin doğru bir şekilde tespiti ve çözüm arayışı insanların yaşam kalitesi hakkı açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı, 2018 yılına kadar havası kirli olarak rapor edilen Karaman ilinin havasını PM10 ölçümleri kullanılarak istatistiksel olarak analiz etmektir. Çalışmada 2012-2017 yılları arası günlük PM10 değerleri kullanılmıştır. Evsel yakıt kullanım etkisini değerlendirebilmek amacı ile analiz yaz ve kış dönemleri için gerçekleştirilmiştir. Kış dönemi PM10 veri değerlerinin %73,7'sinin, yaz dönemi verilerinin ise %75,8'i sınır değer 50 µg/m³'ün üzerinde olduğu belirlenmiştir. Verilerde istatistiksel anlamlı bir eğilim mevcut değildir. 2018 yılında rapor edilen iyileşmenin istasyon yerinin değiştirilmesi ile sağlandığı tespit edilmiştir. Tek bir istasyon verisinin Karaman ilinin tamamını temsil etmesi elbette beklenemez. Ancak istasyon yerini değiştirmek yerine ölçüm istasyon sayısının artırılması gerekirdi. Sonuç olarak, Karaman ilinde hava izleme istasyon sayısı artırılmalı ve hava kalitesini doğru olarak temsil edecek şekilde konumlandırılmalıdırlar. Doğru tespit edilemeyen problem için üretilen her çözüm hatalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: PM10, Hava Kirliliği, Karaman, Eğilim

Abstract

The accurate detection of air pollution and the search for solutions is important in terms of people quality of life. The aim of this study is to analyze the air of Karaman province which is reported as polluted till 2018 using PM10 measurements. In this study, daily PM10 values between 2012 and 2017 were used. In order to evaluate the effect of

domestic fuel usage, the analysis was performed for summer and winter periods. 73.7% of winter PM10 data values and 75.8% of summer data were detected above the limit value of $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$. There is no statistically significant trend in the data. It was determined that the improvement reported in 2018 was provided by relocation of the station. A single station data cannot be expected to represent the entire Karaman province. However, the number of measurement stations would have to be increased instead of changing the station location. As a result, the number of air monitoring stations in Karaman province should be increased and positioned to accurately represent the air quality of whole city. Each solution produced for the problem that cannot be determined correctly will be inaccurate.

Key words: PM10, Air Pollution, Karaman, Trend.

1. Giriş

Hava, insanlar için ne kadar değerli bir kaynak ise; diğer tüm canlılar içinde bir o kadar değerli olan yaşam kaynağıdır. Yeryüzündeki tüm canlılar açısından, hava ve su gibi yaşam kaynaklarının korunması ve temiz tutulması oldukça önem arz etmektedir. Hava kirliliği kavramı, gerçekleşen sanayi devriminin ardından insanoğlunun yüz yüze kaldığı ve üstesinden gelmekte bir o kadar zorlandığı en önemli sorunlarından biri olmuştur. Geçen her yılda, gelişen ağır sanayi, hava kirliliği oranını bir önceki yıllara göre artırmış ve günümüze kadarda arttırmaya devam etmiştir.

Hava kirliliği, atmosferdeki kirletici maddelerin belirli miktarların üzerinde olması olarak tarif edilmektedir. Kirletici maddeler: gaz (Kükürtdioksit (SO_2), Karbondioksit (CO_2), Karbon monoksit (CO), Metan (CH_4), Azot oksitler (NO_x)) ve toz (Partikül madde (PM)) olarak iki grupta toplanmışlardır. Bunların dışında Ozon (O_3) ve Peroksiasetil nitrat (PAN) gibi ikincil hava kirleticiler de bulunmaktadır. Bu maddeler doğal ve insan faaliyetleri sonucu oluşabilmektedirler. Partikül madde (PM) hava kalitesini etkileyen kirleticiler arasında önemli bir yere sahiptir. Tanım olarak hem organik hem de inorganik maddelerin karışımıyla oluşan atmosferde sıvı, katı ya da hem sıvı hem katı olarak kalabilen su dışındaki maddelerdir. Aerodinamik çaplarına, oluşumlarının kaynaklarına ve hangi maddelerden oluştuklarına göre farklılık gösterirler. 10 mikrondan daha küçük olarak havada uzun süre asılı kalabilen partikül maddelere PM10 denir. 2,5 mikrondan küçük partikül madde (PM2,5) ise solunum

yollarına ulaşabilmekte ve ciğerlere yapışarak insan sağlığına ciddi şekilde zarar verebilmektedir. PM'nin en önemli etkileri arasında güneş ışığını kesmesi durumunda çeşitli tarım ürünlerinin veriminin düşmesi, güneş enerjisi ve görüş mesafesini azaltmaları, deniz ekosisteminin dengesini bozması ve solunuma bağlı olarak çeşitli solunum hastalıklarının ortaya çıkması gösterilebilir [1]. 06.06.2008 tarihli 26898 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliđinde sınır şartlar belirlenmiştir. 2018 yılı ve öncesinde PM10 değerleri günlük 60 µg/m³ ve yıllık 44 µg/m³ iken, 01.01.2019 tarihinden itibaren sınır değerleri Avrupa Birliđi ülkelerinde uygulanan sınır değerleri olan günlük 50 µg/m³ ve yıllık 40 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Bir yılda müsaade edilen günlük aşım sayısı 35'tir. PM10 ölçümü yapılacak yerin belirlenmesi de oldukça önemlidir. Ölçüm yapılacak istasyonun mikro çevre ölçeği bölgenin bütünü hakkında bilgi verebilecek kapasitede olacak şekilde seçilmelidir. İstasyonun etrafında yüksek duvarlar, binalar, ağaçlar gibi kısıtlayıcılar bulunmamalıdır. PM10 numunesi alan cihaz, çevredeki bacalardan gelen dumanlara doğrudan maruz kalmayacak şekilde uzakta konumlandırılmalıdır. Bunların yanı sıra, ulaşılabilirlik, herhangi bir saldırıya karşı güvenlik, olabilecek tüm hava şartlarına karşı önlem, telefon ve elektrik gibi çeşitli faktörler iyi bir şekilde belirlendikten sonra istasyon yerine karar verilmelidir [2].

Hava kirliliğinin tespiti, yönetimi ve doğru politikaların izlenmesi, ayrıca kontrol altına alınması ve kirliliğin azaltılması amacı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından tüm ülkede hava kalitesi ölçüm istasyonlarının kurulması tamamlanmıştır. Çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından kurulup bakanlığa devredilen ve yeni kurulan istasyonlarla birlikte 309 adet sabit ve 4 adet mobil istasyon mevcuttur. 4 adet mobil ölçüm aracı kirlilik problemi yaşanan bölgelere sevk edilebilmektedirler. 2018 yılında istasyon sayısı 313'e ulaşmıştır. Ölçüm istasyonlarının hepsinde SO₂ ve PM10 parametreleri bazılarında ek olarak Azot oksitler (NO, NO₂, NO_x), CO ve O₃ da tam otomatik olarak ölçülebilmektedir [3].

2. Materyal ve Metodlar

Karaman ili 2019 yılı nüfusu 253 287 kişidir. Yüzölçümü 8.924 km² olan Karaman ilinde kilometrekareye 28 insan düşmektedir. Cođrafi konum olarak İç Anadolu bölgesinde 37°11' kuzey enlemleri ve 33°15' doğu boylamları arasında yer alır. Deniz

seviyesinden yüksekliği 1033 metredir. Karaman ili bir (1) merkez ilçe olmak üzere toplam beş (5) ilçe, on (10) belde ve yüz elli sekiz (158) köyden oluşmaktadır.

Karaman ili otomobil cinsi araçlarda yakıt cinsi %37,8 LPG, %37 Dizel, %24,9 benzin olarak tespit edilmiştir. Doğalgaz ile ısınan hane sayısı Karaman nüfusunun %78,4'ünü oluşturmaktadır.

Karaman Belediyesinden alınan yakıt cinslerine ve yıllara göre araç sayıları, doğal gaz kullanan hane sayıları Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. *Yakıt cinsleri ve yıllara göre araç sayıları*

Araç cinsi/Yıl	2015	2016	2017
Otomobil	39 680	41 795	43 121
Otobüs (Dizel)	662	676	687
Minibüs (Dizel)	1 595	1 627	1 666

Yıl	2015	2016	2017
Hane sayısı	30 324	36 235	42 328

Tablo 2. *Doğal gaz ile ısınan hane sayısı*

Karaman ili hava izleme istasyonu, 08.10.2011 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca kurulmuştur. 2018 yılında yeri değiştirilen hava izleme istasyonunda PM10, SO₂, Hava Sıcaklığı, Rüzgâr Yönü ve Hızı ve Hava Basıncı parametrelerinin ölçümleri yapılmaktadır. Aylık veriler online olarak www.havaizleme.gov.tr adresinden alınabilmektedir. İstasyonda etkin kirletici PM10 olmak üzere SO₂ ölçümleri yapılarak Hava Kalitesi İndeksi durumu sürekli takip edilmektedir. Ölçüm verileri www.laboratuvar.cevre.gov.tr adresinden günlük olarak temin edilmiştir [3]. İstatistiksel analizde 01.01.2012- 30.12.2017 yılları arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. 2018 yılı günlük verilerine ulaşılmasına rağmen istasyon yeri değiştiğinden dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir. Mevsimsellik etkisini ortaya

çıkarmak için veri seti 1 Mayıs- 31 Ekim ayları arası (yaz) ve 1 Kasım- 30 Nisan ayları arası (kış) dönemleri şeklinde incelenmiştir. Bu şekilde evsel yakıt tüketiminin etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2.1. İnce-plakalı spline interpolasyon metodu

Hızlı ve doğruya oldukça yakın sonuçlar üretebilen bir Meta–Model olan Radyal tabanlı modelleme, interpolasyon işlemine dayalı olarak girdiler ve çıktı arasında ilişkiyi ortaya koyan bir ağırlık vektörü elde ederek tahmin çıktılarında ilgili ağırlık vektörlerini kullanabilen analitik bir hesaplama yaklaşımıdır.

Radyal tabanlı modelin ağırlık vektörlerinin elde edilmesinde kullanılmayan herhangi bir veri test amaçlı kullanılarak, ilgili model üzerinden o sisteme ait çıktı yüksek bir doğruluk oranı ile hesaplanabilmektedir. Kurulmak istenen bir Radyal tabanlı modelin içerisinde kullanılacak olan interpolasyon fonksiyonlarının seçimleri ile ağırlık vektörünün tespit edilme süreçleri oldukça önem arz etmektedir. İnterpolasyon fonksiyonları ile ilgili olarak literatürde Radyal tabanlı (RBF), Yüzey cevabı yöntemi (RSM) ve Kriging gibi birçok öneri yapılmıştır [4-6]. Radyal tabanlı interpolasyon modellemenin ana yapısı aşağıda verilmiştir.

$$\hat{y}(\hat{x}) = \sum_{i=1}^N \lambda_i \phi(r) + \beta^T \hat{x} + \alpha$$

(1)

burada, $\hat{y}(\hat{x})$ bir \hat{x} giriş vektörü için interpolasyon modeline ait çıkış vektörüdür. Bu çalışma için \hat{x} , hava kirliliğinin parametreleri olan rüzgâr hızı ve sıcaklık ve $\hat{y}(\hat{x})$ ise havada asılı kalabilen partikül madde değeri olan PM10'u ifade etmektedir. Her bir \hat{x}_i değeri istasyondan toplanarak oluşturulmuş veri seti içerisinde bir ölçümü ifade etmektedir. $\lambda = [\lambda_1, \dots, \lambda_N]^T$ ile verilen ifade N adet girdi verisine sahip birinci ağırlık vektörünü temsil etmektedir ki anlamı; $N=2084$ interpolasyon modelinin oluşturulurken kullanılan veri setinin içerisindeki toplam ölçüm sayısıdır. $\beta = [\beta_1, \dots, \beta_d]$, ikinci ağırlık vektörü ve d veri seti içerisindeki girdi vektörlerinin boyutunu temsil etmektedir; yani $d=2$. α ise ağırlık sabitidir. $r = \|\hat{x}_l - \hat{x}_v\|$ öklit uzaklık ifadesidir ve $v=1, \dots, N$. Uygulama için seçilen İnce-Plakalı Spline (TPS) Radyal tabanlı fonksiyonu:

$$\phi(r) = r^2 \ln r$$

(2)

Girdi-çıktı ilişkisi yukarıdaki gibi oluşturulduktan sonra, aşağıdaki ifade çözülerek ağırlık vektörleri ve sabit değerler bulunabilmektedir [4]:

$$\begin{bmatrix} \Phi & \mathbf{P} \\ \mathbf{P}^T & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda \\ \mathbf{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{y}} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

(3)

$\mathbf{P} = [\hat{x}_1^T, \dots, \hat{x}_N^T; 1, \dots, 1]^T$ ve $\mathbf{c} = [\beta_1, \dots, \beta_d, \alpha]$. Bu değerler bilinen değerler olduğundan dolayı, birinci ve ikinci ağırlık (λ , β) vektörleri ve sabiti (α) aşağıda verilen ifadenin analitik çözümü ile elde edilebilir:

$$\begin{bmatrix} \lambda \\ \mathbf{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi & \mathbf{P} \\ \mathbf{P}^T & \mathbf{0} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{y}} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

(4)

Nihai interpolasyon modeli, belirlenen ağırlık vektörleri ve sabiti ana interpolasyon modeli (Eş.1) yapısında yerine yerleştirilerek elde edilebilmektedir. Bu nedenle, herhangi bir zamana ait PM10 değeri, test için oluşturulan ilgili interpolasyon modeli kullanılarak tahmini bir yaklaşımla hesaplanabilmektedir.

2.2. Trend Analizi

2.2.1. Mann-Kendall Testi

Zaman serilerindeki herhangi bir eğilimi (artan, azalan veya nötr) belirlemek için kullanılan parametrik olmayan bir testtir. Parametrik olmayan Mann-Kendall testi çevresel, iklim veya hidro-meteorolojik veri serisindeki monotonluğu saptamak için yaygın olarak kullanılır. Sıfır hipotezi H_0 , trend olmadığını; alternatif hipotez, H_A , verinin izleyeceği monoton bir trend olduğunu varsayar. Mann-Kendall test istatistiğini belirlemede kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(X_j - X_k) \quad (5)$$

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x > 0 \\ 0 & \text{if } x = 0 \\ -1 & \text{if } x < 0 \end{cases} \quad (6)$$

$$\sigma_2 = \frac{\{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5)\}}{18} \quad (7)$$

p veri setindeki bağlı grupların sayısını ve t_j bağlı gruptaki j . veri noktasını ifade eder. S istatistiği, Kendall'ın τ 'sı ile yakından ilgilidir ve aşağıdaki eşitlikten elde edilir:

$$\tau = \frac{s}{D}$$

(8)

$$D = \left[\frac{1}{2}n(n-1) - \frac{1}{2}\sum_{j=1}^p t_j(t_j-1) \right]^{1/2} \left[\frac{1}{2}n(n-1) \right]^{1/2}$$

(9)

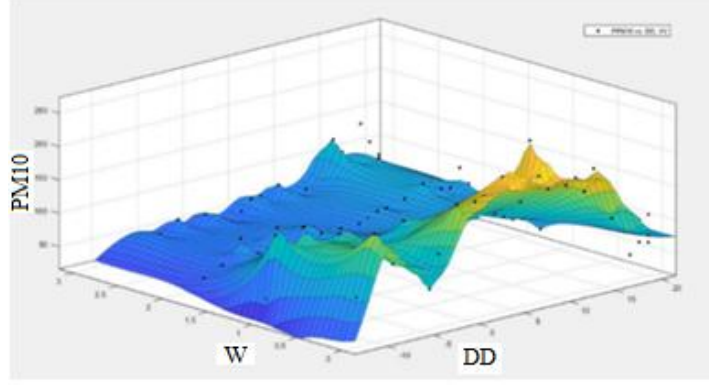
2.3. Frekans Analizi

Frekans analizi tanımlayıcı istatistiklerin bir parçasıdır. Frekans bir olayın meydana gelme sayısıdır. Frekans analizi de olayın meydana gelme sayıları ile ilgilenen ve merkezi eğilim ve merkezden sapmanın grafiksel olarak belirlenmesinde kullanılan istatistik alanıdır. Merkezi eğilim veri setindeki merkezi yeri temsil eden bir değer olup en yaygın kullanılanları: ortalama, medyan ve mod değeridir. Merkezden sapma veri setindeki verinin ortalamadan sapmasıdır. En yaygın kullanılanları standart sapma ve varyanstır.

3. Bulgular

3.1. Eksik Verilerin Tamamlanması

PM10 ölçüm verileri yaz ve kış dönemi olarak incelenmiştir. Yaz döneminde 1015 adet, kış döneminde 1069 adet günlük veri mevcuttur. Bazı günler ölçüm alınmadığı saptanmış ve bu veriler toplam ölçüm verilerininin %4'ünü oluşturduğundan tamamlama yoluna gidilmiştir. PM10 ölçümü yapılmayan günlerde rüzgâr hızı ve sıcaklık verileri ölçümleri mevcut olduğundan bu değişkenler ile veri tamamlama işlemi mevcut eldeki veriler kullanılarak inşa edilen TPS interpolasyon yöntemi kullanılarak MATLAB® yazılım platformunda geliştirilen kod ile gerçekleştirilmiştir. PM10 ölçümünün eksik olduğu günler çıkarıldıktan sonra rüzgâr hızı, sıcaklık ve PM10 ölçüm verilerinden üç boyutlu bir yüzey oluşturulmuş ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'de W eksenini rüzgâr hızı verilerini, DD eksenini sıcaklık verilerini ifade etmektedir.



Şekil 1: TPS interpolasyon yönteminden elde edilen yüzey (sıcaklık, Hız, PM10)

Eksik olan günlerde ölçülmüş olan rüzgâr hızı ve sıcaklık verilerine karşılık gelen PM10 değerleri oluşturulan yüzeyden tahmin edilerek veriler tamamlanmıştır.

3.2. Homojenlik Testi

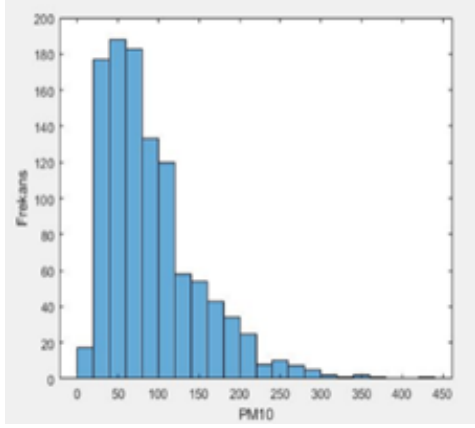
İstatistiksel analize başlamadan önce veriler homojenlik testine tabi tutulmuştur. Bu çalışmada kullanılan verilerin homojenlik testi için Pettitt, Buishand, Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) ve Von-Neumann testleri kullanılmıştır. Yaz dönemine ait veriler tüm testlere göre homojen olmasına rağmen kış dönemine ait veriler SNHT testinden geçememiş ve kırılma tespit edilmiştir. Ancak diğer üç test, verileri homojen olarak belirlediğinden analize mevcut veriler ile devam edilmiştir.

3.3. Trend Analizi

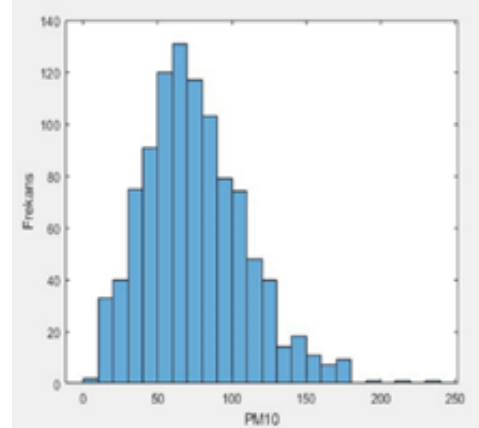
PM10 ölçüm verilerine Mann-Kendall eğilim testi uygulanmış ve istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde herhangi bir eğilim olmadığı saptanmıştır.

3.4. Frekans Analizi ve Dağılımlar

Kış ve yaz dönemleri PM10 verilerine frekans analizi uygulanmış ve histogramlar Şekil 2 ve 3'te verilmiştir. Kış döneminde sınır değeri ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşmayan veri sayısı 281 adettir. Ortalaması $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür. Sınır değeri aşan veri sayısı ise 788 adettir. Verilerin %73,7'si sınır değer üstündedir. Yaz döneminde sınır değeri ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşmayan veri sayısı 245 adettir. Veri ortalaması $33,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür. Sınır değeri aşan veri sayısı ise 770 adettir. Verilerin %75,8'i sınır değer üstündedir.



Şekil 2. Kış dönemi frekans histogramı



Şekil 3. Yaz dönemi frekans histogramı

Sınır değeri aşan veri sayıları yaz ve kış döneminde birbirlerine yakınmış gibi görünse de Şekil 2 ve 3'den görüleceği gibi 50'den küçük sınıf aralıklarına düşen ölçüm sayıları değişim göstermektedir. Yaz dönemi frekans histogramı verilerine uygun dağılımın nispeten simetrik olacağı sonucu çıkarılabilirken, kış dönemi frekans histogramı verilerine sola çarpık dağılımın daha uygun olacağı sonucu çıkarılabilmektedir. Buradan kış dönemi PM10 veri değerlerinin yaz dönemine göre daha büyük olduğu sonucu çıkarılabilir ki, bu da ısınma için kullanılan yakıt etkisi göz önünde tutulduğunda beklenen bir durumdur.

3.5. Rüzgâr hız değerleri için frekans analizi

Yapılan çalışmalar rüzgâr hızının askıdaki katı miktarını etkilediği yönündedir [1]. Taşıt, evsel ve endüstri kaynaklı kirlenmeler rüzgâr hızının fazla olması durumunda ortamdaki uzaklaştırılabilmektedir. Ancak fazla esen rüzgâr çöllerden gelen taşıyıcıyı artırabileceği gibi arazideki mevcut tozu da havaya taşıyabilmektedir. Karaman ilinde rüzgâr hızının PM10 ile ilişkisini belirleyebilmek için kış ve yaz dönemleri rüzgâr hızı frekans histogramları elde edilmiştir. Histogramlardan 1 m/s rüzgâr hızına sahip veri sayıları yaz ve kış dönemi için aynıken; 2, 3 ve 4 m/s rüzgâr hızına sahip veri sayısının yaz döneminde daha fazla olduğu saptanmıştır. Kış döneminde rüzgâr hızının günlük ortalama değeri 1,54 m/s, yaz döneminde ise günlük ortalama değer 1,64 m/s'dir. Veriler Karaman ilinde rüzgâr hızının yazın daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu da Orta doğu ve Afrika'ya yakın olan bölgede yaz aylarında PM10 yoğunluğunun neden fazla olduğunu açıklayabilmektedir. Bu sonuç, NASA tarafından 2012 yılında uzaya fırlatılan Aqua uydusu üzerinde bulunan MODIS cihazı ile Aerosol

optik derinliği (AOD) verileri kullanılarak modellenen hava kirliliği çalışması sonuçları ile tutarlıdır. Çalışmada uydu verilerine göre Türkiye'nin güney bölgelerinde yaz aylarında kış aylarına oranla daha yüksek partikül madde varlığından söz edilmektedir [7].

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada kış dönemi PM10 veri değerlerinin %73,7'si, yaz dönemi verilerinin ise %75,8'i sınır değer olan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde ölçülmüştür. Rüzgâr hızı incelendiğinde, yaz döneminde rüzgâr hızının kış dönemine nazaran biraz daha fazla olduğu saptanmıştır. Karaman ilinin yaz döneminde artan nüfusuyla doğru orantılı olarak taşıt yoğunluğunun artmasıyla fazlalaşan yakıt yanmasının PM10 değerlerini artırdığı düşünülebilir, ancak durum Orta doğu ve Kuzey Afrika'dan taşınan çöl tozlarının atmosferdeki varlığının ayrıntılı araştırılması ile ortaya konabilir. Karaman'ın hâkim rüzgâr yönü her ne kadar Kuzey-Kuzeydoğu olarak ifade edilse de mevsimsel değişimlere bağlı olarak ikincil derece hâkim rüzgâr yönü Güney-Güneybatıdır.

Çevre Mühendisleri Odasının 2017 yılında hazırladığı hava kirliliği raporunda Karaman ilinde 2017 yılında sınır değeri aşan gün sayısı 226 olarak verilmiştir [8]. Ölçüm alınmayan gün sayısı 51'dir. Bir yılda 365 gün olduğu düşünülürse ölçüm yapılmayan günlerde sınır değerini aşılmadığı varsayılsa dahi bu değer tüm verilerin yaklaşık %62'sine tekâmül etmektedir ki bu çalışmada bulunan sonuç ile tutarlıdır. Söz konusu raporda Karaman ili hava kirliliği bakımından riskli iller arasında yerini almış ve önlem alınması gerektiği vurgulanmıştır. Çevre Mühendisleri Odasının 2018 yılında hazırladığı hava kirliliği raporunda Karaman ilinde sınır değeri aşan gün sayısı 27 olarak verilmiştir. Rapora bakıldığında Karaman ili özelinde Çevre Mühendisleri Odasının uyarılarının dikkate alınarak önlem alındığı ve PM10 değerlerinin azaltıldığı düşünülebilir, ancak gerçek bundan farklıdır. Hava izleme istasyonunun konumu değiştirilmiştir. Verilerde sağlanan iyileşmenin hava kalitesindeki iyileşmeye karşılık gelmeyeceği açıktır. Tek bir istasyon verisinin Karaman ilinin tamamını temsil etmesi elbette beklenemez, bu sebepten istasyon yerini değiştirmek yerine ölçüm alan istasyon sayısının artırılması gerekirdi. Hava izleme istasyon sayısı artırılmalı ve Karaman ili hava kalitesini doğru olarak temsil edecek şekilde konumlandırılmalıdırlar. Elimizde

güvenilir ölçülmüş veriler olmadığı müddetçe problemi ortaya koymak ve çözüm önerileri getirmek eldeki ölçülmüş veriler ile sınırlı kalacak ve gerçeği yansıtmayabilecektir.

Sonuç olarak, Çevre Bakanlığı tarafından paylaşılan 2018 yılına kadar ölçülen noktasal veriler ışığında Karaman ili havası Dünya Sağlık Örgütünün belirlediği kriterlere göre kirliyen, 2018 yılı noktasal verilerine göre kirli değildir. İnsan sağlığının korunması için hava kirliliğinin tespiti doğru bir şekilde yapılmalı ve hava kirliliğinin kaynakları araştırılarak gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca insan sağlığına daha zararlı olduğu saptanan PM_{2,5} ölçümüne bir an önce başlanması gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Yatkın S, Bayram A. İzmir havasındaki partikül madde kirliliği: ölçüm ve değerlendirme. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik 2007; 9(2): 15-27.
- [2] Akgül B. PM₁₀ Numunesi Örnekleme. Yeşil Aşk 2015.
- [3] T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Hava Kalitesi İzleme İstasyonları web Sitesi. <http://laboratuvar.cevre.gov.tr>. Erişim Tarihi Mayıs 2019.
- [4] Powell MJD. Radial Basis Functions for multivariable interpolation: A review. 1st ed. New York, NY, USA: Clarendon, 1987.
- [5] Box GEP, Wilson KB. On the experimental attainment of optimum conditions. Journal of the Royal Statistical Society 1951; 13 (1):1-45
- [6] Krige DG. A statistical approaches to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa 1951; 52: 119-139.
- [7] TMMOB Çevre Mühendisleri Odası. Hava Kirliliği 2018 Raporu. http://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/9d62b3a2bb620a4_ek.pdf?tipi=67&turu=H&sube=0. Yayın tarihi 2019. Erişim Tarihi Mayıs 2019.
- [8] TMMOB Çevre Mühendisleri Odası. Hava Kirliliği 2017 Raporu. http://cmo.org.tr/resimler/ekler/2145efce8f89f52_ek.pdf. Yayın tarihi 2018. Erişim Tarihi Mayıs 2019.