



Mega Şehir İstanbul İçin Ekstrem Basınç Değerlerinde Partikül Madde (PM₁₀) Değişiminin Araştırılması^[*]

Emrah Tuncay ÖZDEMİR^{1*} Özkan ÇAPRAZ² Ali DENİZ³

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149, Yeşilköy, İstanbul, Türkiye.

² Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Marmara Temiz Hava Merkezi, 34365, Şişli, İstanbul, Türkiye

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye.

Geliş/Received: 28.06.2020

Kabul/Accepted: 01.10.2020

Atıf yapmak için: Özdemir, E.T., Çapraz, Ö. & Deniz, A. (2020). Mega Şehir İstanbul İçin Ekstrem Basınç Değerlerinde Partikül Madde (PM₁₀) Değişiminin Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 484-490.

How to cite: Özdemir, E.T., Çapraz, Ö. & Deniz, A. (2020). Investigation of the Relationship Between Extreme Pressure Values and Particulate Matter (PM₁₀) Values for Megacity İstanbul. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 484-490.

* <https://orcid.org/0000-0003-4764-1625>
<https://orcid.org/0000-0001-8507-9982>
<https://orcid.org/0000-0003-1068-4277>

*Sorumlu yazarın:

Emrah Tuncay ÖZDEMİR
Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk
Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149,
Yeşilköy, İstanbul, Türkiye.
✉: etozdemir@gmail.com
Cep telefonu : +90 (533) 312 14 44
Telefon : +90 (212) 465 54 78
Faks : +90 (212) 465 50 49

Öz: Bu çalışmanın amacı; Mega Şehir İstanbul için 01 Mart 2013 ile 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyotta Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen ekstrem basınç değerlerinin ölçüldüğü gündeki basınç değerleri ile, bu havalimanına en yakın konumdaki hava kalitesi ölçüm istasyonu olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndan elde edilen PM₁₀ değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den, PM₁₀ değerleri de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan temin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu periyotta en yüksek basınç değeri 1040 hPa olarak 08 Aralık 2016 tarihinde, en düşük basınç değeri de 990 hPa olarak 18 Ocak 2018 tarihinde ölçülmüştür. Bu iki ekstrem gün için meteorolojik analiz (yer kartı, 850 hPa, İstanbul'a ait sounding verisi, uydu görüntüleri) yapılarak, PM₁₀ değerlerinin değişimi bu iki gün için analiz edilmiştir. En yüksek basıncın ölçüldüğü 08 Aralık 2016 için korelasyon katsayısı -0,74 ve en düşük basıncın ölçüldüğü gün olan 18 Ocak 2018 için korelasyon katsayısı 0,29'dur. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ve en düşük basınç değerlerinin ölçüldüğü günlerdeki saatlik basınç değişimleri ile saatlik ortalama PM₁₀ değerleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Bu PM₁₀'deki değişimin doğrudan basınca bağlı olmadığını, diğer meteorolojik parametrelerin de etkili olabileceği durumların mevcut olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Atatürk Uluslararası Havalimanı, hava kirleticileri, İstanbul, PM₁₀, sinoptik analiz, uydu görüntüsü.

Investigation of the Relationship Between Extreme Pressure Values and Particulate Matter (PM₁₀) Values for Megacity İstanbul

Abstract: The aim of this study is analyzing the particulate matter (PM₁₀) concentrations on the days when extreme pressure values are measured for Mega City İstanbul. This study covers the 6-year period between March 01, 2013 and March 01, 2019. Meteorological data were obtained from the Turkish State Meteorological Service (TSMS). The values of air pollutants (PM₁₀) are obtained from the Ministry of Environment and Urbanization. According to the results, the highest pressure value was measured on December 08, 2016 with 1040 hPa and the lowest pressure was measured on January 18, 2018 with 990 hPa in this 6-year period. For these two extreme days, meteorological analysis (synoptic card, 850 hPa, sounding data from İstanbul, satellite imagery) was performed and the changes in the values of air pollutants were analyzed. According to the results, there was no significant change at the particulate matter (PM₁₀) concentrations measured on the days when the highest and lowest pressure values were measured compared to the average PM₁₀ values of the city. The correlation coefficient is -0.74 for December 08, 2016, when the highest pressure was measured, and 0.29 for January 18, 2018, when the lowest pressure was measured. According to the results, there was no significant relationship between hourly pressure changes and hourly mean PM₁₀ values on the days when the highest and lowest pressure values were measured. This result shows that the change in PM₁₀ is not directly dependent on pressure and there are situations where other meteorological parameters may also be effective.

Keywords: Air pollutants, Atatürk International Airport, İstanbul, PM₁₀, satellite image, synoptic analysis.

*Corresponding author's:

Emrah Tuncay ÖZDEMİR
General Directorate of Meteorology, Atatürk
Airport Meteorological Office, 34149,
Yeşilköy, İstanbul, Turkey.
✉: etozdemir@gmail.com
Mobile telephone : +90 (533) 312 14 44
Telephone : +90 (212) 465 54 78
Fax : +90 (212) 465 50 49

[*] Bu çalışma "Analysis of Air Pollutants at Extreme Pressure Values in İstanbul, Turkey" çalışmasının genişletilmiş özetinin güncellenmiş ve gözden geçirilmiş halidir. Genişletilmiş özet, 1st International Conference on Applications of Air Quality in Science and Engineering (ICAAQSE 2020), 10-12 Şubat 2020, Kuveyt'de poster olarak sunulmuş ve bildiriler kitabında basılmıştır (Özdemir vd., 2020).

GİRİŞ

Mega şehirler özellikle nüfus olarak 10 milyondan daha fazla insanın yaşadığı şehirlerdir (Cambridge Dictionary, 2020). Ülkelere ait 2019 yılına ait nüfus verilerine göre; Tokyo (Japonya) 37.435.191 nüfusla dünyanın en fazla nüfusuna sahipken, ikinci sırada Delhi (Hindistan) 29.399.141'dir (World Population Review, 2020). Güncellenmiş TÜİK, (2020) istatistik verilerine göre İstanbul'un 2019 yılı nüfusu 15.519.267'dir. İstanbul bu güncellenmiş nüfus değeriyle dünyanın en kalabalık 12. mega şehridir (World Population Review, 2020). Mega Şehir İstanbul Türkiye'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Şehir, Karadeniz ve Marmara Denizi'ni birleştiren İstanbul Boğazı ile ikiye bölünmüştür. Bir tarafı Asya Kıtası'nda diğer tarafı da Avrupa Kıtası'nda yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise Marmara Denizi bulunmaktadır. Yüzölçümü 5461 km²'dir (Harita, 2020). Kilometrekareye yaklaşık olarak 2.842 kişi düşmektedir. Türkiye'nin nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu şehirdir (TÜİK, 2020).

Günümüzde, her geçen gün artan çevre sorunlarının başında gelen hava kirliliği, geleceğin dünyasını ciddi bir şekilde tehdit etmekte, insanlığı çeşitli sorunlar ile karşı karşıya bırakmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak artan enerji kullanımı, endüstrinin gelişimi ve şehirleşmeyle ortaya çıkan hava kirliliği, insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Özellikle çocuklar, yaşlılar ve kronik hastalığı olanlar gibi hassas kişilerin solunum ve kalp-damar sistemleri başta olmak üzere birçok vücut sistemi olumsuz yönde etkilenmektedir. Başlıca hava kirlenmelerden biri olan partiküller madde (PM), havada bulunan katı tanecikleri ve sıvı damlacıkları ifade eder (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). İnsan faaliyetleri sonucu ve doğal kaynaklardan atmosfere karışırlar. Belirli eşik değerleri aşan hava kirlenmeleri insanlar için önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. PM₁₀, 10 mikrometre veya daha küçük çaplı partikül maddedir (Özdemir vd., 2018; Özdemir, 2019; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). PM₁₀'un önemli sağlık sorunlarına neden olduğu bilinmektedir. Özellikle kalp ve akciğer hastalıklarına neden olabilmekte veya hastalığın şiddetini arttırabilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). Çapı 2,5 µm'nin altında olan partiküllere ise PM_{2,5} denilmektedir. PM_{2,5} adı verilen küçük partiküller sağlık için oldukça tehlikelidir. Bunun sebebi, küçük boyutları nedeniyle PM_{2,5}'un akciğerlerin derinlerine kadar nüfuz edebilmesidir. Ayrıca bu küçük parçacıklar genellikle zehirli (toksik) veya kanserojen (kansere neden olan) yanma ürünleri de içermektedirler (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020; EPA, 2020).

Mega Şehir İstanbul'da hava kirliliği, modern yaşamın getirdiği en önemli sorunlardan biri olup, hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve endüstrileşmede hatalı yer seçimi, maden ocakları, kalitesiz yakıt kullanımı, baca gazı arıtımlarının gerektiği şekilde yapılmayışı ve trafikte kaynaklanan emisyonların artması nedeniyle insan sağlığı için tehlike oluşturabilmektedir. Yapılan çalışmalar, partikül madde kirliliğinin Türkiye'de akciğer ve kalp hastalıklarına bağlı ölümlerde ve hastane başvurularında artışlara neden olduğunu göstermiştir (Çapraz vd., 2016; Çapraz vd., 2017).

Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda 18 Nisan 2012 tarihinde 10:11 UTC'de havalimanı üzerinden soğuk cephe geçişiyle birlikte 220 dereceden 57 knots'luk maksimum rüzgar hamle değeri ölçülmüştür. Bir gün öncesinde Sahra Çölü'nden kalkan tozlar güneyli kuvvetli rüzgar akışlarıyla İstanbul'a taşınmıştır. Soğuk cephenin İstanbul üzerinden geçişi sırasında meydana gelen diverjandan dolayı üst atmosferden yer seviyesine çok büyük miktarda toz taşınımı meydana gelmiştir. Maksimum değer Kağıthane Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'nda 12:00 UTC'de saatlik ortalama PM₁₀ değeri 441 µgm⁻³ olarak ölçülmüştür. Diğer hava kalitesi izleme istasyonlarındaki maksimum değerler ise; Kartal'da 11:00 UTC'de 422 µgm⁻³ ve Yenibosna'da 11:00 UTC'de 171 µgm⁻³'dür (Özdemir vd., 2013; Özdemir, 2019).

Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda 2017 ile 2012 yılları arasındaki 5 yıllık periyotta meydana gelen sisli günlerde Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndaki PM₁₀ değişimleri incelenmiştir. Havalimanında 33 gün sisli gün tespit edilmiştir. 5 yıllık periyotta saatlik ortalama PM₁₀ değeri 60,21 µgm⁻³ ve sisli günlerdeki PM₁₀ değeri de 93,81 µgm⁻³ olarak analiz edilmiştir (Özdemir vd., 2018).

Rüzgar, sıcaklık, yağmur, hava basıncı vb. meteorolojik olaylar kirlenmelerin havadaki konsantrasyon değerlerini önemli ölçüde etkileyen faktörlerdir. Bu nedenle meteorolojik olaylar ve hava kirliliği arasındaki ilişkilerin incelenmesi, bir bölgenin hava kalitesi hakkında bilgi sahibi olmak açısından oldukça önemlidir. Havanın basıncı da kirlilik değerlerinin artıp azalmasını etkileyen önemli bir faktördür. Yüksek basınçlı sistemler sırasında hava genellikle hareketsizdir ve bu durum kirlilik seviyelerinin artmasına neden olur, ancak alçak basınçlı sistemler sırasında hava genellikle yağışlı ve rüzgarlıdır, bu da kirlenmelerin yağmurla atmosferden dağılmasına veya çökmesine neden olur.

Bu çalışmada, Mega Şehir İstanbul'da bulunan Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen basınç değerlerinin son 6 yıldaki en düşük ve en yüksek olduğu günlere ait saatlik basınç değerleri ile bu havalimanına en

yakın hava kalitesi izleme istasyonu olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'na ait saatlik ortalama PM_{10} değerleri karşılaştırılmıştır. Bu şekilde en yüksek ve en düşük basınç değerleri ile PM_{10} konsantrasyonları arasındaki olası bir ilişkinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı: Atatürk Uluslararası Havalimanı ($40^{\circ}58'34''K$ - $028^{\circ}48'50''D$, rakım: 50 m) Mega Şehir İstanbul'un Avrupa yakasında ve şehrin güneyinde yer almaktadır (Şekil 1). Havalimanının güneyinde Marmara Denizi bulunmaktadır. Basınç değerleri Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından her yarım saatle bir ölçülmektedir. Bu ölçülen basınç değerleri hPa birimindedir. Basınç ve diğer meteorolojik veriler (sıcaklık, bulutluluk, rüzgar hızı vb.) Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den elde edilmiştir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020).



Şekil 1: Atatürk Uluslararası Havalimanı ve Yenibosna Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu'nun konumu.

Figure 1: Location of Atatürk International Airport and Yenibosna Air Quality Measurement Station.

Ölçüm Metodolojisi: PM_{10} değerleri Atatürk Uluslararası Havalimanı'ndan yaklaşık uzaklığı 2.3 km olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'nda ($40^{\circ}59'56''K$ - $28^{\circ}49'36''D$; rakım: 28 m) ölçülmüştür (Şekil 1). Ayrıca, PM_{10} değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı Hava İzleme Web Sitesi'nden temin edilmiştir (Hava İzleme, 2020). Elde edilen değerler saatlik ortalama ($\mu g m^{-3}$ birimindeki) değerlerdir.

Sinoptik haritalar ve 850 hPa yüksek seviye basınç haritaları Wetter3 Web Sitesi'nden elde edilmiştir (Wetter3, 2020). Sinoptik haritalar üzerindeki düz çizgiler izobarları göstermekte olup 5 hPa aralıklarla çizilerek, harita üzerinde cephe analizleri yapılmıştır. Soğuk cephe eğri üzerinde gösterilen içi dolu üçgenlerle, sıcak cephe eğri üzerinde gösterilen içi dolu yarım dairelerle ve oklüzyon cephe eğri üzerinde birbiri peşi sıra

gösterilen içi dolu üçgen ve yarım daire olarak gösterilmektedir. Yüksek basınç merkezleri ve alçak basınç merkezleri sırasıyla almanca olan H (Hoch: yüksek) ve T (Tief:düşük) harfleriyle gösterilmektedir. 850 hPa yüksek seviye basınç haritalarında düz siyah çizgiler jeopotansiyel yükseklikleri göstermekte olup 4 dam (1 dam=10 m) aralıklarla çizilmiştir. Beyaz düz çizgiler izotermi göstermekte olup 5 santigrad derece ($^{\circ}C$) aralıklarla gösterilmiştir. Ayrıca, sıcaklıklar daha hassas olacak şekilde renk skalası kullanılarak $2^{\circ}C$ aralıklarla da gösterilmiştir. Harita üzerindeki H ve T harfleri sırasıyla yüksek merkezi ve alçak merkezi göstermektedir.

Mega Şehir İstanbul'a ait sounding verileri Wyoming Üniversitesi'nin atmosferik sondaj (Skew-T Log P diagramlarının) verilerinin olduğu web sitesinden temin edilmiştir (University of Wyoming, 2020). Uydu görüntüleri ise National Aeronautics and Space Administration (NASA)'nın earthdata web sitesinden elde edilmiştir (NASA Earthdata, 2020). Uydu görüntülerinin uzaysal çözünürlükleri; 250 m, 500 m ve 1.000 m'dir (NASA Modis, 2020).

Çalışma periyodu olarak 01 Mart 2013 ile 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyod seçilmiştir. Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından ölçülen değerlerden maksimum ve minimum basınç değerlerine karşılık gelen günler tespit edilmiştir. Tespit edilen bu günlere karşılık gelen Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndaki PM_{10} değişimleri analiz edilmiştir. Basınç ile PM_{10} arasındaki ilişkiye tespit etmek için iki değişken arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu iki epizod değerlerin ölçüldüğü günlere ait sinoptik ölçekte (L: yatay ölçeği göstermek üzere; $1000 \text{ km} < L < 5000 \text{ km}$; alçak ve yüksek basınç alanları, sinoptik siklonlar) analizler yapılmıştır (Borhan, 2006; Holton & Hakim, 2013). Bu analizlerde; sinoptik haritalar, 850 hPa yüksek seviye basınç haritaları ve uzaysal çözünürlüğü 1.000 m olan uydu görüntüleri kullanılmıştır.

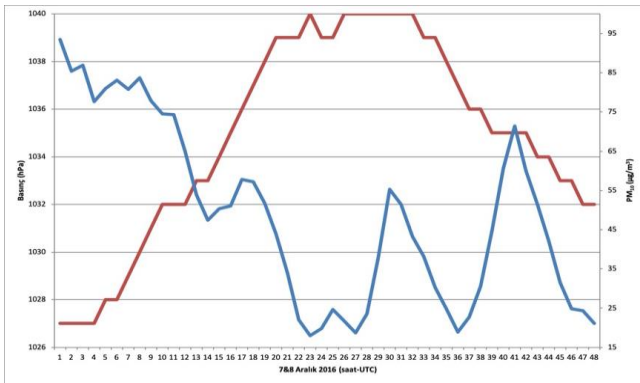
BULGULAR

Basınç ve PM_{10} Analizi: Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından ölçülen basınç değerleri 01 Mart 2013 ve 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyotta analiz edildiğinde en yüksek basınç değeri olan 1040 hPa olarak 08 Aralık 2016 tarihinde (Şekil 2) ve en düşük basınç değeri olan 990 hPa olarak 18 Ocak 2018 tarihinde (Şekil 3) ölçülmüştür. Basıncı ve PM_{10} 'deki değişimi daha iyi anlamak için bu iki farklı epizod gününün bir gün önceki günleri içinde, bu iki değişken için analiz yapılmıştır (Şekil 2, 3).

Basınç değeri 07 ve 08 Aralık 2016 tarihinde ters U şeklinde (Şekil 2) olarak maksimum 1040 hPa'la ulaşılmıştır. Bu iki günde basınç 1027 hPa ile 1040 hPa

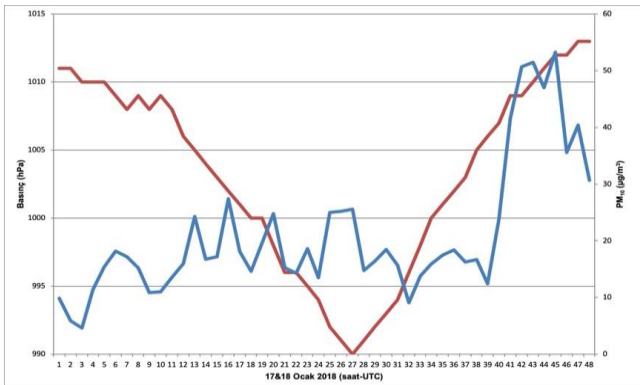
arasında değişmiştir. 48 saat içinde 1040 hPa'lık basınç değeri 8 saat boyunca devam etmiştir (Şekil 2). Bu süre boyunca basınç değerlerinde artış meydana gelirken PM₁₀ değerlerinde ise düşüş görülmüştür. Bu iki günde PM₁₀ değeri 18 µgm⁻³ ile 93,5 µgm⁻³ arasında değişmekte olup ortalama PM₁₀ değeri 48,8 µgm⁻³ olarak hesaplanmıştır.

Basınç değeri 17 ve 18 Ocak 2018 tarihinde V şeklinde (Şekil 3) değişerek 990 hPa'la kadar düşmüştür. Bu iki günde basınç 990 hPa ile 1013 hPa arasında değişmiştir. 48 saat içinde 990 hPa'lık basınç değeri 1 saat devam etmiştir (Şekil 3). Bu süre boyunca basınç değerlerinde düşüş meydana gelirken, PM₁₀ değerlerinde önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bu iki günde PM₁₀ değeri 4,6 µgm⁻³ ile 53,3 µgm⁻³ arasında değişmekte olup ortalama PM₁₀ değeri 21,0 µgm⁻³ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2: 07 ve 08 Aralık 2016 tarihinde Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen basınçın (kırmızı çizgi) ve Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu tarafından ölçülen PM₁₀ (mavi çizgi) değerlerinin saatlik dağılımı.

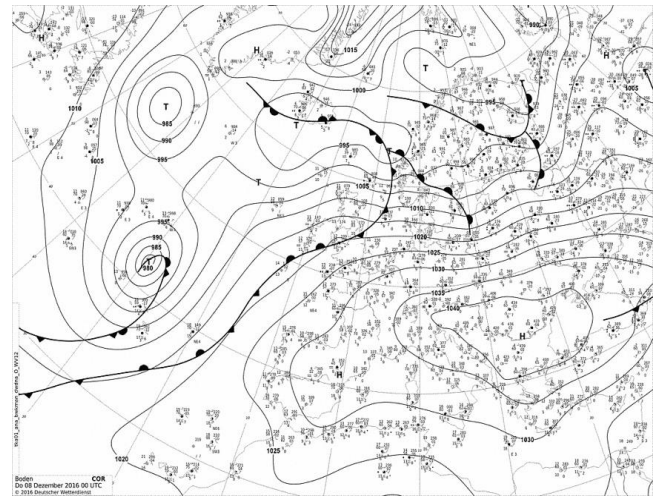
Figure 2: Hourly distribution of pressure (red line) measured at Atatürk International Airport on 07 and 08 December 2016 and PM₁₀ (blue line) values measured by Yenibosna Air Quality Monitoring Station.



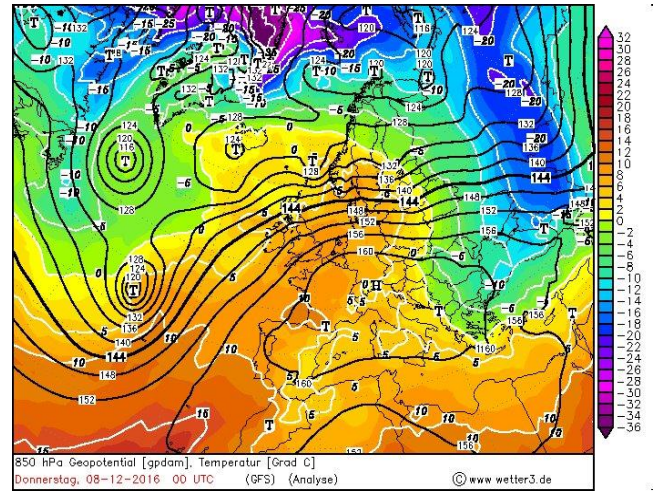
Şekil 3: 17 ve 18 Ocak 2018 tarihinde Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen basınçın (kırmızı çizgi) ve Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu tarafından ölçülen PM₁₀ (mavi çizgi) değerlerinin saatlik dağılımı.

Figure 3: Hourly distribution of pressure (red line) measured at Atatürk International Airport on 17 and 18 December 2016 and PM₁₀ (blue line) values measured by Yenibosna Air Quality Monitoring Station.

Sinoptik, Skew-T Log-P diyagramı ve MODIS Uydu Görüntüsü Analizi: Sinoptik ölçekteki harita analizlerine göre 08 Aralık 2016 tarihinde Balkanlar, Batı Karadeniz ve Türkiye'nin kuzey batı kesimlerini içine alan çok geniş bir alana yayılmış olan, cut-off yapmış 1040 hPa'lık yüksek basınç merkezi bulunmaktadır (Şekil 4). 850 hPa haritasında 160 dam'lık kontur Mega Şehir İstanbul üzerinden geçmektedir (Şekil 5). 785 hPa ile 662 hPa arasında yer yer enverzasyon ve izotermal tabakalar bulunmaktadır (Şekil 6). Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüsüne bakıldığında Mega Şehir İstanbul'un Avrupa Kıtası'nda bulunan bölümünde parçalı bulutluluk görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 4: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatine ait yer kartı.
Figure 4: Surface map of 08 December 2016 and 00:00 UTC.

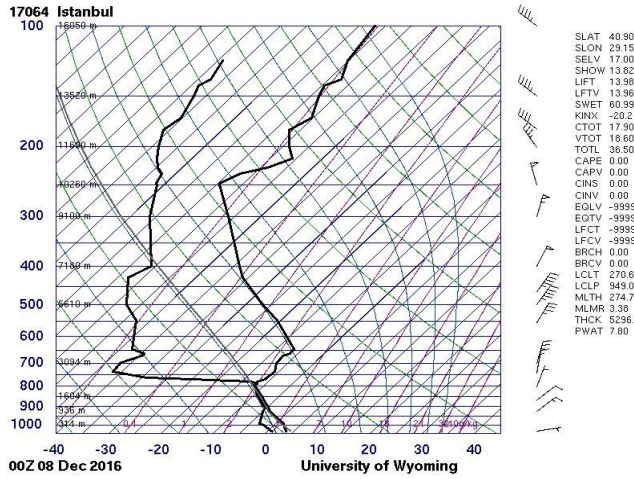


Şekil 5: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatine ait 850 hPa haritası.

Figure 5: 850 hPa map of 08 December 2016 and 00:00 UTC.

Sinoptik ölçekteki harita analizlerine göre; 18 Ocak 2018 tarihinde Mega Şehir İstanbul, Yunanistan, Bulgaristan ve Batı Karadeniz üzerinde konumlanmış olan 990 hPa'lık alçak basınç sistemi ve bu sisteme bağlı cephe sistemleri Kuzey Batı Türkiye'yi etkilemektedir (Şekil 8).

850 hPa haritasında 128 dam'lık kontur Mega Şehir İstanbul üzerinden geçmektedir. Ege Denizi üzerinde keskin trof yer almaktadır (Şekil 9). 991 hPa ile 351 hPa arasında pozitif lapse rate (enverziyon) bulunmaktadır (Şekil 10). MODIS uydu görüntüsüne bakıldığında Mega Şehir İstanbul'un tamamını kaplayan bulutluluk görülmektedir (Şekil 11).



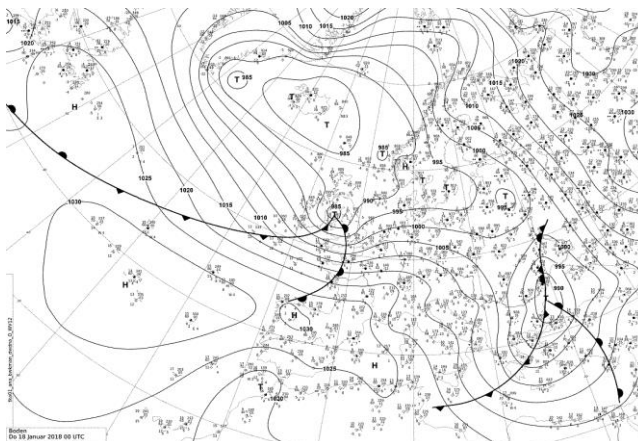
Şekil 6: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait Skew-T Log P diagramı.

Figure 6: Skew-T Log P diagram for 08 December 2016 and 00:00 UTC.



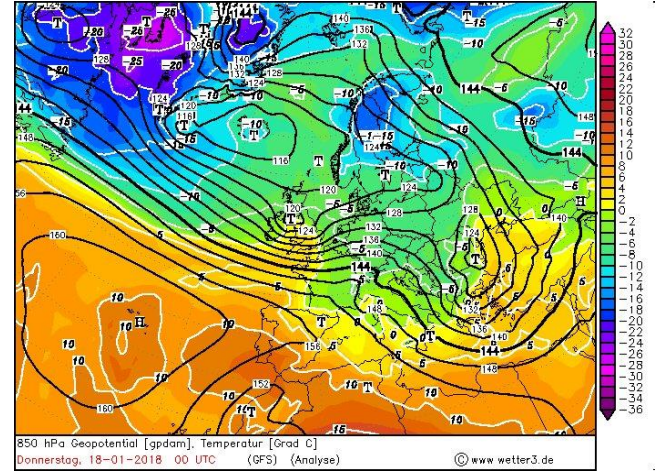
Şekil 7: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait MODIS uydu görüntüsü.

Figure 7: MODIS satellite view of 08 December 2016 and 00:00 UTC.



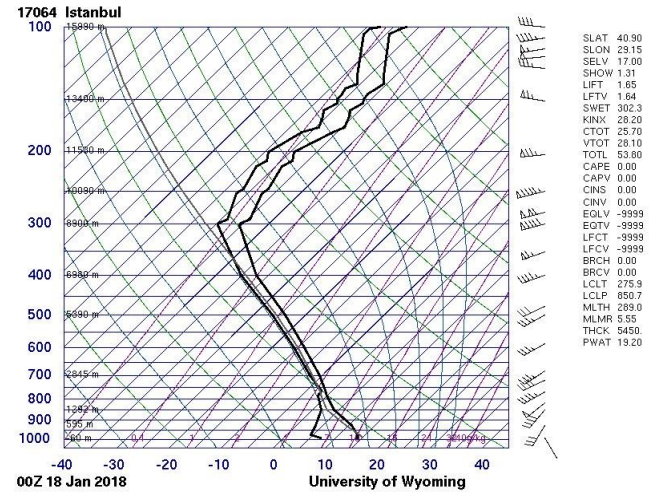
Şekil 8: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait yer kartı.

Figure 8: Surface map of 18 January 2018 and 00:00 UTC.



Şekil 9: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait 850 hPa haritası.

Figure 9: 850 hPa map of 18 January 2018 and 00:00 UTC.



Şekil 10: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait Skew-T Log P diagramı.

Figure 10: Skew-T Log P diagram for January 18, 2018 and 00:00 UTC.



Şekil 11: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait MODIS uydu görüntüsü.

Figure 11: MODIS satellite view of 18 January 2018 and 00:00 UTC.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada 01 Mart 2013 ile 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyotta Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen ekstrem basınç değerlerinin

ölçüldüğü günlerdeki basınç değerleri ile, havalimanına en yakın konumdaki hava kalitesi ölçüm istasyonu olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndan elde edilen PM₁₀ değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. En yüksek basıncın ölçüldüğü gün olan 08 Aralık 2016 tarihinde PM₁₀ değerinin en yüksek değeri 71,4 µgm⁻³, en düşük değeri 18,7 µgm⁻³ ve ortalama değeri de 36,4 µgm⁻³'dür. Bir gün öncesi olan 07 Aralık tarihinde 11:00 UTC ile 13:00 UTC ve 20:20 UTC ile 21:00 UTC arasında meydana gelen hafif yağmur hadiseleri partiküllerin ıslak çökme sonucunu yere inmesine neden olmuştur. Yine 07 Aralık tarihinde 06:50 UTC'de başlayan kuzeyli ortalama 10 knots'lık rüzgarlar zaman zaman ortalama 19 knots'ı bulurken 21:50 UTC'ye kadar devam etmiştir. Bu iki faktör 07 Aralık tarihinde, PM₁₀ değerlerinin hızlı bir şekilde düşmesine neden olmuştur (Şekil 2). En düşük basıncın olduğu zaman olan 18 Ocak 2018 tarihinde PM₁₀ değerinin en yüksek değeri 53,3 µgm⁻³, en düşük değeri 9,1 µgm⁻³ ve ortalama değeri de 26,5 µgm⁻³'dür. 17 Ocak tarihinde bütün gün ortalama 10 knots'ı geçen rüzgarlar meydana gelmiştir. Hamle değeri zaman zaman 25 knots'ın üzerine çıkmıştır. 18 Ocak gününde 02:50 UTC'ye kadar güneyli esen rüzgar bu saatte batıya dönerek hamlesi 30 knots'ı aşan rüzgar meydana gelmiştir. 12:20 UTC'ye kadar kuzeybatıdan hamlesi 35 knots'ı geçen rüzgarlar gözlemlenmiştir. Ayrıca 17 Ocak 21:20 UTC'de başlayan sağanak yağış 18 Ocak 13:50 UTC'de sona ermiştir. Yağışla birlikte partiküller ıslak çökme sonucu yer yüzeyine inmiştir.

Sahra Çölü'nden taşınan toz partikülleri 18 Nisan 2012 tarihinde diverjans sonucu yer seviyesine taşınmıştır. Bunun sonucu olarak, Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'nda PM₁₀ değeri 136 µgm⁻³'den bir saat içinde 171 µgm⁻³ değerine çıkmış (bir saatle 35 µgm⁻³ artış) ve sonraki bir saatte de 114 µgm⁻³ değerine düşmüştür (bir saatte 57 µgm⁻³ düşüş) (Özdemir, 2019). Bu değişim miktarlarının yüksek olması sahra toz taşınımını sonucudur. Basıncındaki gün içinde maksimum ve minimum değerlerine ulaşması sonucunda PM₁₀ 'de meydana gelen değişim miktarı diğer çevresel ve meteorolojik faktörlere bağlı olarak ölçülen değerleri de etkilemektedir. Kabataş vd., (2014) hava kalitesi modelleme sisteminin (RAQMS) sonuçlarını, Nisan 2008 tarihi için Türkiye'de bulunan (81 şehir) 118 hava kalitesi istasyonuna ait değerler ile karşılaştırmıştır. Hava kalitesi istasyonlarına ait PM₁₀ verilerine göre, 2008 yılı içerisinde ölçülen maksimum ortalama günlük PM₁₀ konsantrasyonu Sahra tozu taşınımının katkısıyla 14 Nisan 2008'de 170 µgm⁻³ olarak ölçülmüştür. Bu çalışma sahra tozu taşınımının Türkiye'deki yüksek PM₁₀ değerlerine katkı sağladığını göstermiştir. Ağaçayak vd., (2015) atmosferik 3D modelleme, uyduların verileri ve yerinde gözlemler kullanarak Türkiye'de meydana gelen bir toz taşınımını olayını

araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, Ege ve Marmara Bölgeleri'ni yoğun olarak etkileyen toz taşınım sırasında 23 Mart 2008'de günlük ortalama PM₁₀ değerleri Ege Bölgesi'nde 102,6 µgm⁻³ ve Marmara Bölgesi'nde 117,3 µgm⁻³ olarak ölçülmüştür. AOD değerleri ise aynı gün içerisinde RegCM4.1 model sonuçlarına göre Ege Bölgesi'nde 1,11; Marmara Bölgesi'nde ise 0,87 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak; en yüksek basıncın ölçüldüğü 08 Aralık 2016 için kolerasyon katsayısı -0,74 ve en düşük basıncın ölçüldüğü 18 Ocak 2018 tarihi için kolerasyon katsayısı 0,29'dur (Kolerasyon hesaplamalarına ekstrem günlerin bir gün öncesi dahil edilmiştir). Yüksek basıncın meydana geldiği gündeki kolerasyon katsayısının r = -0,74 olması (0,6 < r ≤ 0,8: yüksek korelasyon) iki değişken arasında yüksek korelasyona işaret ederken, - (eksi) işareti de basınç artarken PM₁₀ değerlerinin azaldığına işaret eder. Yer seviyesinde, yüksek basınç alanlarının diverjans sahaları olmaları, buna karşın alçak basınç alanlarının konverjans sahaları olmaları nedeniyle yüksek basıncın olduğu zamanki PM₁₀ değerleri alçak basıncın olduğu zamanki PM₁₀ değerlerinden yüksek çıkmıştır. En yüksek basıncın olduğu gün basınç düz gidip azalırken, PM₁₀ değeri hem artmış hem de azalmıştır. En düşük basıncın olduğu gün basınç azalırken aniden artıyorken (çek işareti yapmış) PM₁₀ değeri de genel olarak azalmış, artmış ve azalmıştır. Ekstrem iki günde yağış olması ve ortalama 10 knots'ı geçen rüzgar değerleriyle birlikte hamleli olarak 35 knots'ı geçen rüzgar değerlerinin mevcudiyeti de PM₁₀ değerlerindeki değişimi etkilemiştir. En yüksek ve en düşük basınç değerlerinin ölçüldüğü günlerdeki saatlik basınç değişimleri ile saatlik ortalama PM₁₀ değerleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Bu durum, PM₁₀'deki değişimin doğrudan basınca bağlı olmadığını, diğer meteorolojik parametrelerin de etkili olabileceği durumların mevcut olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, verilerin elde edilmesindeki desteklerinden dolayı MGM'ye, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na teşekkür ederler. Ayrıca, yazarlar makalenin ilerlemesini sağlayan hakemlere ve yardımcılarından dolayı İsmail Sezen'e de teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Ağaçayak, T., Kindap, T., Ünal, A., Pozzoli, L., Mallet, M. & Solmon, F. (2015). A case study for Saharan dust transport over Turkey via RegCM4.1 model. *Atmospheric Research*, **153**, 392-403.

- Borhan, Y. (2006).** *İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Dinamik Meteoroloji Ders Notları*, 47s.
- Cambridge Dictionary. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/megacity>.
- Çapraz, Ö., Efe, B. & Deniz, A. (2016).** Study on the association between air pollution and mortality in İstanbul, 2007-2012. *Atmospheric Pollution Research*, 7(1), 147-154.
- Çapraz, Ö., Deniz, A. & Doğan, N. (2017).** Effects of air pollution on respiratory hospital admissions in İstanbul, Turkey, 2013 to 2015. *Chemosphere*, 181, 544-550.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020).** Erişim tarihi: 09 Haziran 2020, <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/hava-kalitesinde-pm10-ve-so2-ortalamalari-i-85734> & <https://kiathm.csb.gov.tr/sayfa=15>.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2020).** Erişim tarihi: 13 Eylül 2020, <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>.
- Harita. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020, https://www.harita.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf.
- Hava İzleme. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020, <https://www.havaizleme.gov.tr/>.
- Holton, J.R. & Hakim, G.J. (2013).** *An Introduction to Dynamic Meteorology*. Fifth Edition, Elsevier,UK, 81-85p.
- Kabatas, B., Unal, A., Pierce, R., Kindap, T. & Pozzoli, L. (2014).** The Contribution of Saharan dust in PM₁₀ concentration levels in Anatolian Peninsula of Turkey. *Science of Total Environment*, 488-489, 413-421.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020. <https://www.mgm.gov.tr/>.
- NASA Earthdata. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020, <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>.
- NASA Modis. (2020).** Erişim tarihi: 10 Haziran 2020. <https://modis.gsfc.nasa.gov/data/>
- Özdemir, E. T., Sezen, İ., Efe, B. & Deniz, A. (2013).** İstanbul'da BLSA (Savrulan Kum)' un ve Epizodik PM₁₀ Konsantrasyonlarının Sinoptik Analizi. *I. Meteorolojik Uzaktan Algılama Çalıştayı*, 5-7 Kasım 2013, Antalya, Türkiye, 225-242.
- Özdemir, E. T., Deniz, A., Yavuz, V., Doğan, N. & Akbayır, İ. (2018).** Investigation of Fog-Air Quality Relationship in İstanbul. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1), 30-36.
- Özdemir, E. T. (2019).** Investigations of a Southerly Non-Convective High Wind Event in Turkey and Effects on PM₁₀ Values: A Case Study on April 18, 2012. *Pure and Applied Geophysics*, 176(10), 4599-4622. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02240-1>
- Özdemir, E. T., Çapraz, Ö. & Deniz A. (2020).** Analysis of Air Pollutants at Extreme Pressure Values in İstanbul, Turkey. *1st International Conference on Applications of Air Quality in Science and Engineering (ICAAQSE 2020)*, 10-12 Feb 2020, Kuwait, 571-575.
- TÜİK. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temel> list.
- University of Wyoming. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020. <http://www.weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>.
- Wetter3. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020. <http://www1.wetter3.de/>.
- World Population Review. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020. <https://worldpopulationreview.com/world-cities/>.