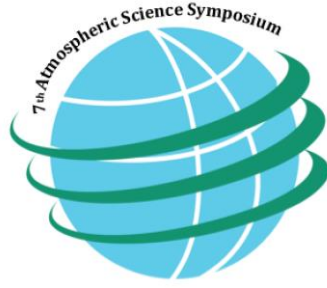


7TH ATMOSPHERIC SCIENCES SYMPOSIUM

28-30 APRIL 2015
ISTANBUL



PROCEEDINGS

EDITORS

DOÇ.DR. ALİ DENİZ
BAHTİYAR EFE
BİHTER DURNA
PELİN CANSU ÇAVUŞ

Chairs

Assoc. Prof. Dr. Ali DENİZ, İstanbul Technical University (Chair)

Prof. Dr. Mustafa ÇIKRIKÇI, İstanbul Aydın University (Co-chair)

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin TOROS, İstanbul Technical University (Vice Chair)

Prof. Dr. Osman UÇAN, İstanbul Aydın University (Vice Chair)

Honoree Chairs

Prof. Dr. Mehmet KARACA, Rector, İstanbul Technical University

Dr. Mustafa AYDIN, Head of Trustees, İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Zekai ŞEN, Head of Water Foundation

Prof. Dr. Yadigar İZMİRLİ, Rector, İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Lütfi AKÇA, Counselor in Ministry of Forestry and Water Affairs

Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK, Counselor in Min. of Environment and Urban Planning

Bilal EKŞİ, General Manager, Directorate General of Civil Aviation

Hamdi TOPÇU, Chairman of the Board, Turkish Airlines

Assoc. Prof. Dr. Temel KOTİL, General Manager, Turkish Airlines

İsmail GÜNEŞ, General Manager, Meteorological Service

Akif ÖZKALDI, General Manager, State Hydraulic Works

Funda OCAK, Deputy General Manager, State Airports Authority

Fırat ÇUKURÇAYIR, Head of the Chamber of Meteorological Engineers

Ramazan ÖZÇELİK, Regional Director, Marmara Clean Air Centre

Advisory Board

Prof. Dr. Ahmet Duran ŞAHİN, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Celal Nazım İREM, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. Hasan SAYGIN, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. H. Sema TOPÇU, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Kasım KOÇAK, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Levent ŞAYLAN, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. M. Orhan KAYA, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Selahattin İNCECİK, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Zafer ASLAN, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. Zahit MECİTOĞLU, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Zerefşan KAYMAZ, İstanbul Technical University, Turkey

BALIKESİR'DE TAŞINIM METEOROLOJİK ETKİLER KAPSAMINDA HAVA KİRLİLİĞİ ARAŞTIRMASI

Barış Özdemir¹, Hüseyin Toros²

¹ Balıkesir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Balıkesir Türkiye, baris.ozdemir@csb.gov.tr

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak Uzak Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü,
Maslak,34469İstanbul, Türkiye,toros@itu.edu.tr

ÖZET

Plansız sanayileşme beraberinde plansız şehirleşmelere sebep olabilmektedir. Sanayi, ısınma ve motorlu taşıtlar hava kirliliğini artmasına, artan hava kirliliği de canlı ve cansız çevreye, insan sağlığına zarar vermektedir. Bir bölgedeki hava kalitesinin düşmesi yaşam kalitesine olan olumsuz etkilerinden dolayı hava kalitesinin değerlendirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Kalabalık nüfusa sahip illerde ulaşım, sanayileşme ve şehirleşme oranındaki büyüme, iyi planlama yapılmadığında beraberinde hava kirliliğinde artışa neden olmaktadır. Bununla beraber sınır ötesi taşınımlar ile kirlilik şehirler arası hatta ülkeler arası taşınabilmektedir. Bu çalışmada Marmara bölgesinin merkezinde yer alan Balıkesir'de hava değerleri incelenmiş ve atmosferik kimyasal model ile şehir üzerinde PM₁₀ ve SO₂ kirleticilerinin model sonuçları değerlendirilmiştir. Bu amaçla 2013-2014 yılları arası Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) ve Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü tarafından ölçümü yapılan veriler analiz edilmiştir. Bu çalışma Balıkesir İl'i merkezinde yerleşim alanı sınırlarını kapsamakla beraber Marmara Bölgesinde içerisinde yer alan Kamu ve özel kuruluşlara ait "Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları'nın verileri ile belirlenecek özel tarih aralıklarındaki meteorolojik veriler, uydu verileri incelenmiştir. Seçilen bir episod günü için, atmosferik sayısal kimyasal modeller çalıştırılarak ve model sonuçları değerlendirilmiştir. Marmara Bölgesinin ortasında yer alan Balıkesir ili için, Meteorolojik etkiler kapsamında bölgenin uzun mesafeli hava kirliliği taşınımlarında da belirgin olarak etkilendiği gösterilmiştir. Balıkesir'in günlük veya uzun vadeli planlanmasında hava kalitesi verilerinin değerlendirilmesi ve modellenmesi karar vericilere, yatırımcılara ve yaşayanlara yardımcı olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: PM10, SO2, Hava kalitesi, modelleme, Balıkesir

ABSTRACT

The unplanned industrialization can bring about the unplanned urbanization. The industry, the heating and the motor vehicles cause rising the air pollution and rising the air pollution damage the living and the environment. The result of decrease of the weather quality in any area, it needs to investigate the weather quality because of the negative effect on quality of life. The communication, the industrialization and increase of urbanization cause rising the air pollution in crowded cities if the planning was not good. Nevertheless the pollution with convection beyond of border can be transported between the cities besides the countries. The weather values concerning Balıkesir situated in the center of The Marmara Region had been examined by this work and the modeling results concerning the PM₁₀ and SO₂ contaminants on the city had been commented by the atmospheric chemical model. The datum to be measured by The Marmara Clear Weather Center Management (Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü) and The Ministry of Environment and Urban Planning (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) between 2013 and 2014 have analyzed to this and. This work includes the settlement region border in the center of Balıkesir, however the meteorological datum which are between specific dates will be defined The Weather Quality Measurement Stations datum which the utilities and the other establishments in The Marmara Region belong to these, the satellite datum will be analyzed by this work. For any episode day, the atmospheric digital chemical models will be ran and the results of model will be analyzed. The assessment and the modeling about the weather quality datum will guide to the decision makers, the investors and the living. Region's weather pollution convections as long distance within the meteorological effects will be able to pointed.

Key Words: PM10, SO2, Air Quality Modelling, Balıkesir

1. GİRİŞ

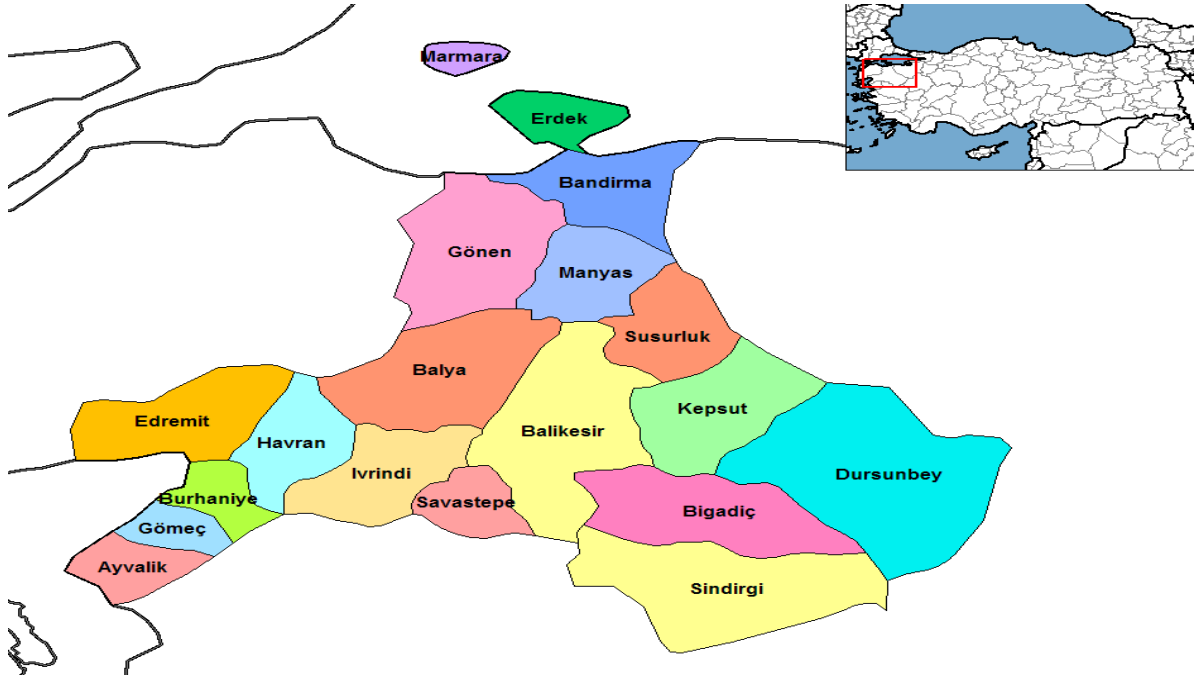
Bir şehrin hava kalitesini belirlerken, hava kirliliğinin önemli kaynaklarından olan ısınma ve trafik, bazı meteorolojik hadiselerin yol açtığı olumsuz hava koşulları ile birlikte dikkate alınması gereken hususlardandır (Mayer, 1999; Toros ve ark., 2014). Geçmiş yıllarda hava kalitesini belirleyen ana etkenler; endüstriyel aktiviteler ve ısınma amaçlı yakıt tüketimi önemliyken, günümüzde özellikle ulaşım ağlarının hızla artmasının bir sonucu olarak trafik ana etkenlerden biri haline gelmiştir (Borregove ark.,2000).Kükürtoksitler (SO₂) ve partikül madde (PM) emisyonlarında, ısınma amaçlı yakıt tüketimi büyük bir pay oluşturmaktadır (Tayanç, 2000;Özden vd., 2008; Koçak vd., 2011). Özellikle kış mevsiminde içeriği tam olarak bilinmeyen yakıtların hava kirliliğine olumsuz etkisi olabilmektedir (Taşdemir, 2002). Marmara Bölgesinde yer alan, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasındaki geçiş bölgesinde bulunan Balıkesir’de kış aylarında özellikle ısıtma ve trafik kaynaklı hava kirliliği yaşanmaktadır. Büyük şehirlerde oluşan hava kirliliği doğal olarak yaşayan insan sayısı fazla olduğu için olumsuzluk etkiside fazladır (Toros ve ark., 2013). Kirletici kaynakları bir Yerleşim merkezlerindeki kirlilik seviyesi, ısınma ve trafik kaynaklarının yanında, topografik yapı, kent yerleşim planı ve olumsuz meteorolojik şartlar da katkı yapmaktadır (Tecer, 2013; Toros ve ark., 2009; Deniz ve ark., 2013; Ercelebi ve Toros, 2009) Atmosferik taşınım ile çöl kökenli tozların uzun mesafelere taşındığı bilinmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, taşınan çöl kökenli toz miktarının ülkemiz için milyonlarca tonla ifade edilebilen rakamlara ulaştığını ortaya koymaktadır. Uzun dönemde yapılmış çalışmalar ortalama toz yükünün yıllık 20 milyon ton seviyesine ulaştığını göstermektedir. Uzun mesafe ile taşınan tozun % 80’e varan kısmının Mart-Nisan ayları içerisinde ve birkaç günlük periyotlar halinde Afrika çöl tozu Türkiye’ye ulaşmaktadır (Saydam ve ark., 1995; Ozdemir ve ark., 2012).

Bu çalışmada amaç Marmara bölgesinin merkezinde yer alan Balıkesir’de hava kalitesi ölçüm istasyonlarından alınan bilgiler doğrultusunda hava kalitesi değerleri incelenerek analizlerinin yapılmasının yanı sıra 22 Mart 2014 tarihinde Bölgeye Sahra toz taşınımı sonucu gerçekleşen toz taşınım olayını, uydu, yere dayalı gözlemler ve Hysplit kullanılarak değerler üzerindeki etkisini incelemek ve analiz etmektir.

2. ÇALIŞMA ALANI, VERİ VE YÖNTEM

2.1. ÇALIŞMA ALANI

Balıkesir ilinin toprakları 39,20° - 40,30° Kuzey paralelleri ve 26,30° - 28,30° Doğu meridyenleri arasında yer alır ve yüzölçümü 14.299 km²'dir. Balıkesir Anadolu'nun Kuzeybatısındadır. Doğusunda Bursa ve Kütahya illeri, güneyinde Manisa ve İzmir illeri ve batısında Çanakkale illeri ile komşudur. İlin kuzey ve güney yönleri arasındaki uç noktalar arasındaki mesafe 175 kilometre, doğu-batı yönündeki uç noktalar arasındaki mesafe210 kilometredir. İlin topraklarının büyük bir kısmı Marmara Bölgesi'nde yer almakla birlikte Ege Bölgesi'nde bulunmaktadır. Yaklaşık 290 km'lik kıyısının 115 km'si Ege Denizi'de, 175 km'si ise Marmara Denizi'ndedir.

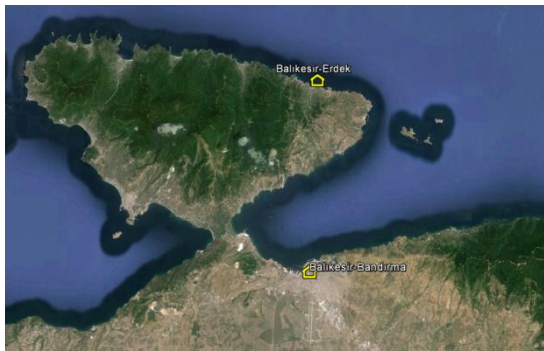


Şekil 1. Balıkesir Haritası (Balıkesir Valiliği Defterdarlığı)

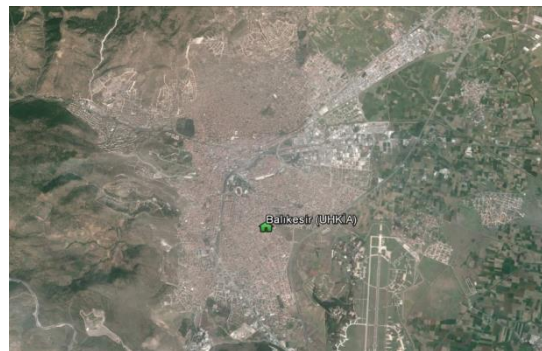
Balıkesir ilinde ısınma, trafik, sanayi kaynakları ve dönemsel olarak taşınım ile gelen kirlilik de hava kirliliğine temel teşkil etmektedir.

2.2 VERİ

Bu çalışmada, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü'ne ait Balıkesir-Bandırma, Balıkesir-Erdek Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağına bağlı Balıkesir Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu tarafından, 01 Mart 2013 - 31 Aralık 2014 tarihleri arasında ölçülen saatlik hava kirliliği (PM10 ve SO₂), DMİ ölçümü yapılan meteorolojik veriler, toz taşınımı ile uydu görüntüleri NASA'dan ve geriye dönük hava hareketlerinin modellenmesinde NOAA HySplit Model'den elde edilen veriler kullanılmıştır.



Şekil 2: Balıkesir-Bandırma ve Balıkesir-Erdek Hava Kalitesi İzleme İstasyonunun harita üzerinde gösterimi



Şekil 3: Balıkesir(UHKİA) Hava Kalitesi İzleme İstasyonunun harita üzerinde gösterimi

3 METEOROLOJİK VE HAVA KALİTESİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Meteorolojik faktörler, PM10 ve SO2 kirleticilerinin havadaki konsantrasyon seviyelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Sıcaklığın 15°C'nin üstünde olduğu dönemde PM10 konsantrasyon değerlerinin genelde 40 µg/m³'ün, SO2 değerlerinin 20 µg/m³'ün altında olduğu, sıcaklık düştüğünde, PM10 ve SO2 konsantrasyonunun arttığı bu durumda SO2 ve PM10 için etkin kaynağın ısınma olduğu görülmektedir. Rüzgâr hızının yüksek olduğu durumlarda dispersiyon yüksek olmaktadır. Rüzgâr hızının düşük olduğu zamanlarda ise hava kalitesi açısından kötü olumsuz şartlar gözlemlenmekte ve hava kirliliğinin yeterince dağılmadığı için şehirde hava kirliliği artmaktadır.

İstasyondaki kış periyodundaki eğilimin benzer olduğu, rüzgâr hızının artması ile belli noktalarda konsantrasyonlar yükselirken rüzgâr hızının 2 m/s'nin üzerinde olduğu durumlarda konsantrasyonların azaldığı görülmektedir.

Bandırma ve Erdek İstasyonlarında 01.03.2013 – 31.12.2014 tarihleri arasında yapılan sıcaklık ölçümlere ait aylık ortalama sıcaklık değişimi Şekil 4'de verilmiştir. Balıkesir'de ölçülen sıcaklık değerlerinin 01.03.2013 – 31.12.2014 tarihleri arasındaki ortalaması 16,5 °C'dir. En yüksek aylık ortalama sıcaklık 2014 Temmuz ayında 25,6 °C, en düşük aylık ortalama sıcaklık ise 2013 Aralık ayında 5,9 °C olarak ölçülmüştür.

Aynı dönem için PM10 ve SO2 kirliliklerinin aylık ortalamalarının sıcaklıkla değişimi Şekil 5 ve 6'da yer verilmiştir. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY), Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü'nün hava kalitesi alanındaki mevzuatındaki değerlendirmeler için, saatlik, 24 saatlik ve yıllık olarak yapılmıştır. Balıkesir- Bandırma, Balıkesir Erdek ve Balıkesir (UHKİA) hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.03.2013 - 31.12.2014 tarihleri arasında SO2 değerlerindeki 24 saatlik ortalama değişiminin sıcaklık 24 saatlik ortalama değerleri ile grafiği Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.

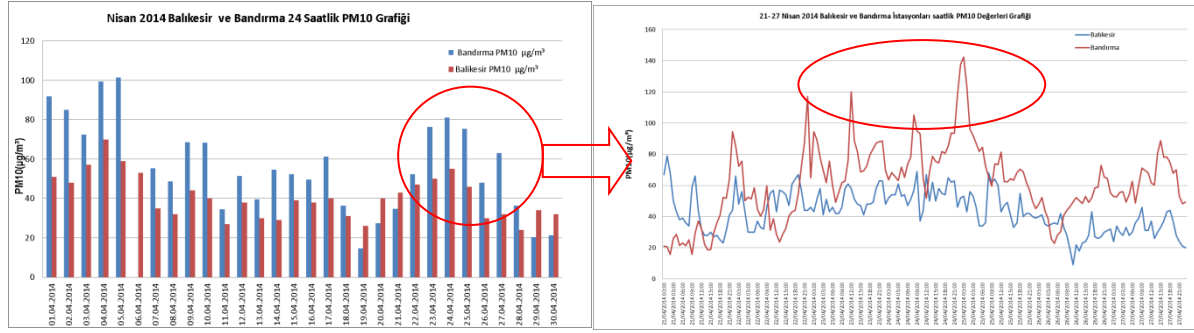
Balıkesir ilinin uzun yıllar(1954-2013) meteorolojik ortalamaları şekil 9 da gösterilmiştir.

BALIKESİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1954 - 2013)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	4.8	5.8	8.3	13.1	17.9	22.6	24.8	24.5	20.7	15.8	10.4	6.7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.0	10.5	13.8	19.1	24.5	29.3	31.2	31.2	27.6	22.1	15.9	10.7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	1.2	1.7	3.3	6.9	10.9	14.9	17.6	17.8	13.9	10.1	5.7	3.1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.9	3.6	4.7	6.2	8.7	10.8	11.6	10.9	8.7	6.3	4.2	2.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	14.1	11.8	11.4	9.6	7.6	4.3	1.6	1.5	3.5	6.6	9.6	14.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	79.2	66.9	58.8	51.6	39.8	21.8	8.1	5.7	22.3	42.6	78.0	97.3
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1954 - 2013)*												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23.5	24.8	29.8	32.5	38.2	42.5	43.2	43.7	40.3	36.4	29.0	26.1
En Düşük Sıcaklık (°C)	-13.8	-18.8	-8.0	-4.0	0.6	4.0	9.1	8.7	4.0	-2.3	-7.9	-12.9

Şekil 9 Meteoroloji uzun yıllar Ortalaması

4 TOZ TAŞINIMI

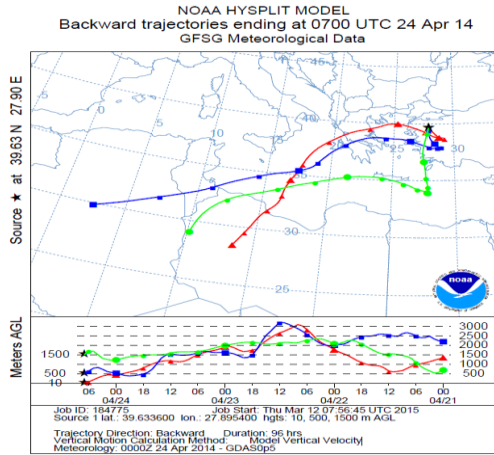
Bölgede hava kalitesine etki eden diğer önemli unsurlardan biride sahra toz taşınımıdır. Nisan 2014 ayı saatlik PM10 verileri ve 24 Nisan haftasını içeren saatlik PM10 verileri Bandırma ve Balıkesir istasyonu için Rüzgar verileri de dikkate alınarak ayrı ayrı incelendiğinde 24 Nisan 2014 tarihinde meydana gelen toz taşınımı Şekil 10 de Nasa uydu görüntülerinde ve Bölgede yer alan Hava kalitesi gözlem istasyonlarındaki saatlik ve 24 saatlik PM10 verileri Şekil 11 da gösterilmiştir. 24 Nisan 2014 tarihi 07 UTC'de sona eren Balıkesir merkezli geri yörünge analizi Şekil 12 de gösterilmiştir.



Şekil 10 Balıkesir ve Bandırma istasyonlarının Nisan 2014 Ayı 24 saatlik ve 21-27 Nisan 2014 tarihleri arasında saatlik PM10 Grafiği



Şekil 11 23 -24 Nisan 2014 Tarihleri NasaWorldview uydu görüntüleri



Şekil 12 24 Nisan 2014 tarihi 07 UTC'de sona eren Balıkesir merkezli geri yörünge analizi

5-DEĞERLENDİRMELER

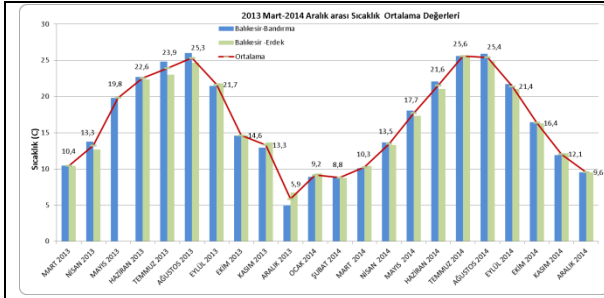
Balıkesir ilinin topografik yapısı, kış aylarında rüzgârların azalması ve kirliliğin ana etkeni olan ısınmanın artmasıyla hava kirliliği daha fazla hissedilmektedir. Kış aylarında artan şehir içi trafiği de hava kirliliğini arttıran bir etkidir.

Toz taşınımı olayı mekansal ve zamansal olarak değişkenlik göstermektedir. Atmosferin karmaşık yapısı tozun modellenmesini zorlaştırmaktadır. Buna rağmen dünya çapında çeşitli modeller geliştirilmekte ve

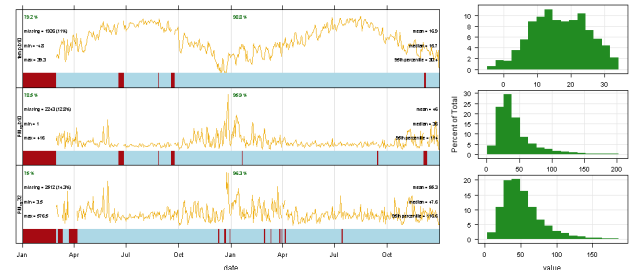
kullanılmaktadır. Tahmin modellerinin çalıştırılması ve ileriye yönelik tahmin haritaların alınması, tozun modellenmesi ve ilerleyişi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır(2014 – Oğuz ve Dündar).

Bölgede güneyli rüzgarlarla sahra tozunun dönemsel olarak etkilerinin olabileceği ancak yerel toz kaynaklarının özellikle kış aylarında ısınmadan kaynaklı hava kirliliğinin daha etkin olduğu görülmektedir.

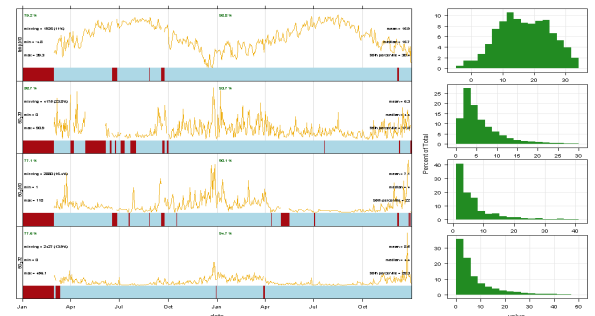
Balıkesir ilinin kuzeyli rüzgarlarla Kuzey Marmara illerinden (İstanbul- Tekirdağ-Kocaeli vb.) gelen kirlilik yükünün belirlenebilmesi için daha fazla parametre üzerinden değerlendirme yapılması, aktif ve pasif örneklemeler kullanılarak ağır metal analizlerinin yapılması, ve yapılan analiz sonuçlarının bölgesel kirlilik modelleriyle desteklenmesi gerekmektedir.



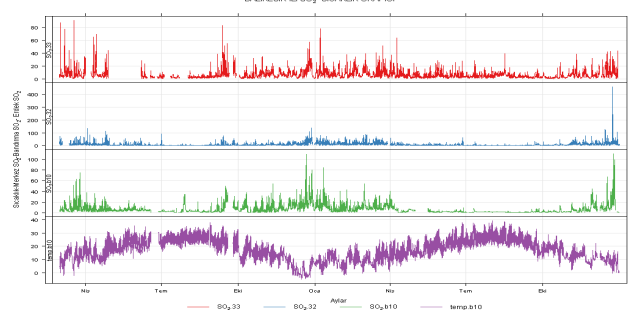
Şekil 4:01.03.2013 – 31.12.2014 tarihleri arası Balıkesir aylık ortalama sıcaklık değişimi.



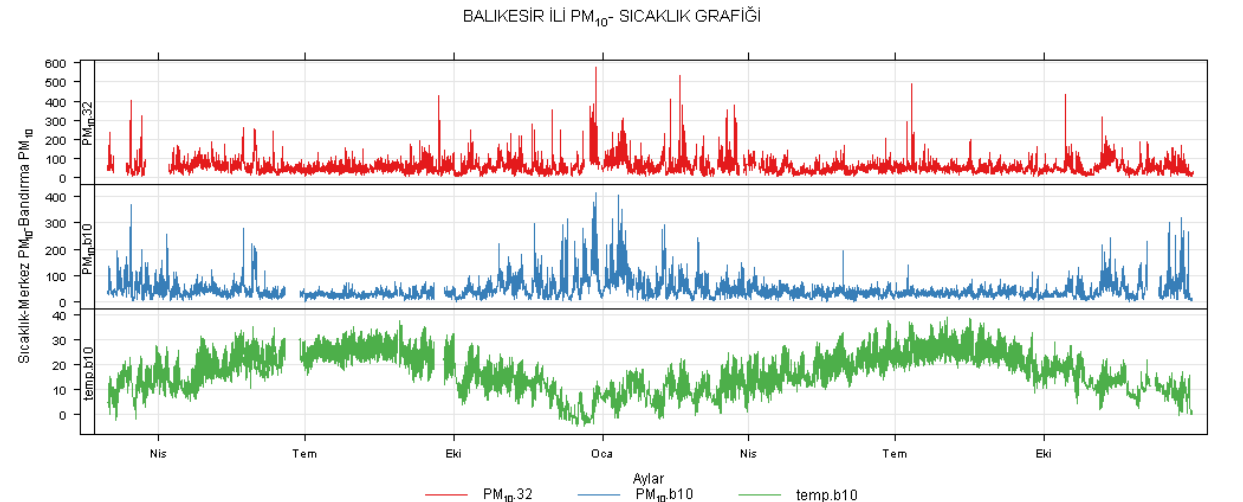
Şekil 51:01.03.2013 – 31.12.2014 tarihleri arası Balıkesir aylık PM10 ve ortalama sıcaklık değişimi.



Şekil 6:01.03.2013 – 31.12.2014 tarihleri arası Balıkesir SO2 ve aylık ortalama sıcaklık değişimi.



Şekil 7 Kükürtdioksit Saatlik ortalama değişiminin Sıcaklık Ortalama değerleri ile grafiği



Şekil 8 Balıkesir- Bandırma ve Balıkesir (UHKİA) hava kalitesi izleme istasyonlarının 01.03.2013 - 31.12.2014 tarihleri arasında PM10 değerlerindeki 24 Saatlik ortalama değişiminin Sıcaklık 24 Saatlik Ortalama değerleri ile grafiği

6- TEŞEKKÜR

Katkılarından dolayı, TÜBİTAK (111Y319), hava kalitesi verilerini kullandığımız Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü, Balıkesir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

7-KAYNAKLAR

Borrego, C., Tchepel, O., Barros, N., Miranda, A.I., 2000. Impact of Traffic Emissions on Air Quality of the Lisbon Region. *Atmospheric Environment* 34, 4683-4690.

Deniz A, Çelebi MH, İncecik S, Toros H, 2013. Analysis Of Ozone And Its Precursors At An Urbanized And Industrialized Creek Valley (Golden Horn, Istanbul, Turkey), *Fresenius Env. Bul.*, 22,9.

Dündar C, Oğuz K, Güllü G., 2013. Doğu Akdeniz Havzasında Kum ve Toz Fırtınalarının (SDS) İncelenmesi. 10.Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 12-14 Eylül 2013, Ankara, 343-348.

Ercelbi SG, Toros H, 2009. Extreme value analysis of Istanbul air pollution data, *CLEAN - Soil, Air, Water*, 37(2), 122-131. DOI: 10.1002/clen.200800041.

Koçak, M., Theodosi, C., Zarmpas, P., İma, U., Bougiatioti, A., Yenigun, O., Mihalopoulos, N., 2011. Particulate matter (PM₁₀) in Istanbul: Origin, source area and potential impact on surrounding regions. *Atmospheric Environment* 45, 6891-6900.

Mayer, H., 1999. Air pollution in cities. *Atmospheric Environment* 33, 4029-4037.

Oğuz K, Dündar C. , 2014, Mineral Tozların Türkiye'ye Taşınımının ve Yerel Katkıların Değerlendirilmesi Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi 3 (2014) 61 – 67

Ozdemir H, Mertoglu B, Demir G, Deniz A, Toros H, 2012. A case study of particulate matter pollution at the play grounds in Istanbul using field measurements and meteorological modeling, *Theoretical and Applied Climatology*, 108(3-4), 553-562,

Saydam, A.C., Yemenicioğlu, S., Kubilay, N., Şenhan, M., Sayın, A., 1995. Ulusal Deniz Ölçme ve Araştırma Programı Atmosferik Kirlleticilerin Taşınımı. Tübitak Proje Kod No: Debag-72g Yılı Nihai Raporu, Mersin.

Taşdemir, Y., 2002. Bursa'da Kükürdioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği. *Ekoloji Çevre Dergisi* 11, 12-15.

Tayanc, M., 2000. An assessment of spatial and temporal variation of sulfur dioxide levels over Istanbul. *Environmental Pollution* 107, 61-69.

VII. Atmospheric Science Symposium, 28,30 April 2015 İstanbul, www.atmosfer.itu.edu.tr

Tecer, L.H., 2008. Balıkesir’de kentsel hava kirliliği, meteoroloji ve sağlık etkilerinin incelenmesi. 1. Güney Marmara Bölgesel Gelişme Sorunları Ulusal Sempozyumu, 2-3 Haziran, 2008, Balıkesir, 127–138.

Toros H, Geertsema G, Cats G, 2014. Evaluation of the HIRLAM and HARMONIE numerical weather prediction models during an air pollution episode over Greater İstanbul Area. CLEAN - Soil, Air, Water, 42, 7, 863-870

Toros H., Geertsema G., Cats G., Incecik S., 2010. Analysis of HIRLAM NWP model during an air pollution episode in İstanbul in 2009, Air Pollution Modeling and its Application XXI, 119—123.

Toros H, Erdun H., Çapraz Ö., Özer B., Daylan E.B., Öztürk A.İ., 2013. Air Pollution and Quality Levels in Metropolitans of Turkey for Sustainable life, European Journal of Science and Technology (EJOSAT), 1(1), 12-18.