

İSKENDERUN-PAYAS BÖLGESİNDE PASİF ÖRNEKLEME İLE HAVA KALİTESİNİN ÖN DEĞERLENDİRMESİ

Ozan Devrim YAY^{1(*)}, Özlem ÖZDEN¹, Hicran ALTUĞ¹, Eftade GAGA¹, Güneş ERDEMİR², Sermin ÖRNEKTEKİN³, Tuncay DÖĞEROĞLU¹, Kees MELIEFSTE⁴, Wim van DOORN⁵

¹Anadolu Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

²Mustafa Kemal Üniversitesi, İskenderun Meslek Yüksek Okulu, İskenderun, Hatay

³Mustafa Kemal Üniversitesi, Kimya Bölümü, Hatay

⁴IRAS, Utrecht, Hollanda

⁵Royal Haskoning, Nijmegen, Hollanda

ÖZET

İskenderun-Payas bölgesinde hava kalitesinin ön değerlendirilmesi amacıyla kapsamlı bir örnekleme çalışması gerçekleştirilmiş, 60 noktaya yerleştirilen pasif örnekleme cihazlarıyla atmosferik kirleticilerden SO₂, NO₂ ve O₃'ün düzeyleri belirlenmiştir. Örnekleme, 29 Ocak – 11 Şubat 2008 tarihleri arasında Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde geliştirilen pasif örnekleme cihazlarıyla gerçekleştirilmiştir. Bekleneceği gibi, SO₂ ve NO₂'nin en yüksek düzeyleri nüfusun ve trafiğin yoğun olduğu İskenderun kent merkezi ile ağırlıklı olarak demir çelik sektörünün bulunduğu Payas'ta gözlenmiştir. Örnekleme kış aylarında gerçekleştirilmesine rağmen, ozon düzeylerinin yer yer oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Uzun süreli bir proje kapsamında gerçekleştirilen bu ilk ölçümler, farklı zamanlarda gerçekleştirilecek farklı bileşen ölçümleri ve bunlara paralel sağlık etkilerinin incelenmesi çalışmalarıyla desteklenecektir. Yapılan bu çalışma sayesinde bölgenin kirlilik haritaları oluşturularak, daha sonraki çalışmalar için zemin oluşturacak gerekli bilgilere ulaşılmıştır.

ABSTRACT

An extensive sampling study was carried out in the İskenderun-Payas region for the purpose of pre assessment of the air quality, atmospheric levels of the atmospheric pollutants SO₂, NO₂ and O₃ with passive samplers placed at 60 points. The sampling was realized during the period 29 January – 11 February 2008 with passive samplers developed at the Environmental Engineering Department of Anadolu University. As expected, the highest levels of SO₂ and NO₂ were observed at the city center of İskenderun, with high population and traffic density, and Payas, with iron and steel industry as the dominating industrial activity. Even though the sampling was done at winter months, ozone levels were found to be very high at some locations. These first measurements, which are part of a long term project, will be supported by the measurements of various components at various times and health effect analysis studies in parallel to these. With the results of this study, pollution maps of the region have been prepared and information necessary for future studies have been created.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Pasif Örnekleme, Hava Kalitesinin Ön Değerlendirmesi, İskenderun, Payas, NO₂, SO₂, Ozon

* odyay@anadolu.edu.tr

GİRİŞ

İskenderun Körfezi'nde ve özellikle Payas'ta yer alan, demir çelik ağırlıklı sanayi etkinlikleri uzun yıllardır bölgede hava kirliliğinin ciddi bir sorun olarak yaşanmasına neden olmaktadır. Sanayi kaynaklı emisyonların bölgenin coğrafi yapısına bağlı olarak oluşan özel meteorolojik koşullarla birleşmesi sonucu kirletici düzeyleri zaman zaman çok yükselmektedir.

Hem 6 Haziran 2008'de yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde (HKDYY, 2008) hem de yürürlükten kaldırılan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde (1986), temiz hava planlarının yapılması öngörülmesine rağmen bugüne dek kapsamlı temiz hava planları hazırlanması yönünde yeterli çalışma yapılmamış, uzun dönemli hava kalitesi yönetimi planları yerine çoğunlukla yıllık yakıt programı benzeri kısa süreli araçlarla yetinilmiştir. Bu çalışmada sonuçları aktarılan ölçüm kampanyası, Hollanda MATRA programı tarafından desteklenen "Eskişehir ve İskenderun'da Temiz Hava İçin El Ele" isimli proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu projenin en önemli hedeflerinden biri de Eskişehir ve İskenderun için temiz hava planlarının hazırlanmasıdır. Temiz hava planlarının ilk ve çok önemli aşamalarından biri mevcut hava kalitesinin, coğrafi dağılımıyla birlikte belirlenmesidir. Coğrafi dağılım da önemli olduğundan, bu tür çalışmalarda pasif örnekleyicilerin kullanılması, bu amacı pratik ve ekonomik olarak gerçekleştirmede önemli bir araçtır (Klanova vd., 2006). HKDYY'de, ön değerlendirme çalışmalarının 31 Aralık 2013 tarihine kadar tamamlanması zorunluluğu getirilmiştir. Burada pasif örnekleme sonuçları sunulan çalışma, bölgenin hava kalitesinin ön değerlendirilmesinde kullanılacaktır.

Kentsel hava kalitesinin en önemli göstergeleri arasında, hem evsel hem de endüstriyel yakma işlemleri sonucunda açığa çıkan kirleticilerden olan azot oksitler ve kükürt dioksit yer almaktadır. Ayrıca, HKDDY'de (2008) üzerinde özellikle durulan bir diğer kirletici de ozondur. Özellikle öncüllerinin emisyonlarının yoğun olduğu ve yüksek sıcaklık ve şiddetli güneşlenme ile karakterize olan İskenderun gibi bölgelerde ozon, hava kalitesinin önemli göstergeleri arasındadır. Bu nedenlerle, bu çalışmada NO₂, SO₂ ve ozon seviyeleri, coğrafi dağılımlarıyla birlikte incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Örnekleme noktalarının seçiminde, hem İskenderun-Payas bölgesinin coğrafi olarak temsil edilebilmesi hem de örneklerin farklı karakterdeki noktalara (kentsel fon, kentsel kirli noktalar, endüstriyel kirliliğin yoğun olduğu noktalar, yoğunluğun-kirliliğin az olduğu noktalar, vb.) dağılımının sağlanması gözetilmiştir. Örnekleme noktalarının çalışma alanındaki dağılımı Şekil 2'de gösterilmektedir.

İskenderun'da 27 noktada, İskenderun-Payas arası (Sariseki, Karayılan, Denizciler) bölgede 9 noktada, İSDEMİR ve Payas'ta 20 noktada, Dört Yol'da ise dört noktada örnekleme yapılmıştır.

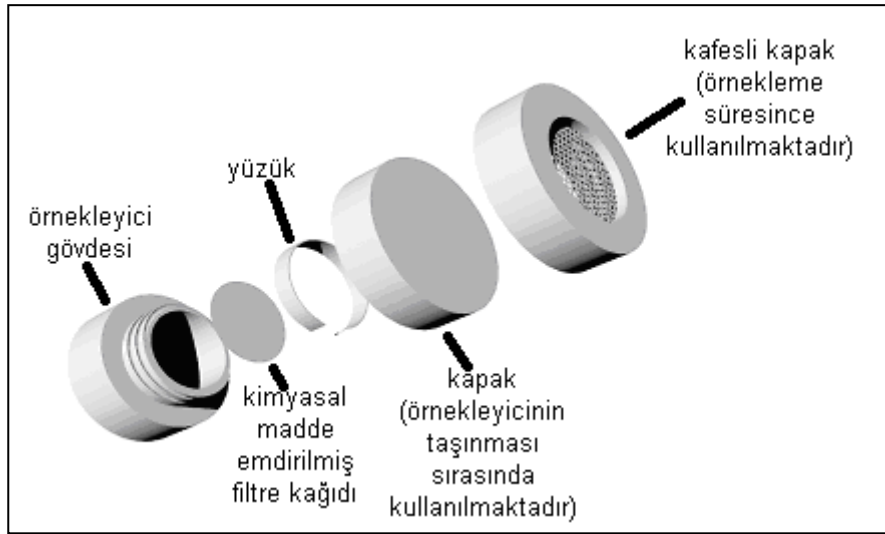
Örnekleycilerin yerleştirilmesi sırasında, tüm noktalarda olabildiğince aynı kriterler gözetilmiştir. Bunlar arasında; çok yakın bir nokta kaynağın bulunmaması, örnekleyciye çok yakın ve doğal hava hareketini engelleyecek nesnelere (çok yakın ağaç, duvar, klima ünitesi, vb) bulunmaması, örnekleycilerin aynı yüksekliğe yerleştirilmesi (örneğin örnekleyiciler uzun süre bırakıldığından, daha tercih edilir olan burun seviyesi yerine binaların ikinci katları, yaklaşık 3-4 m, tercih edilmiştir), örnekleycinin yerleştirildiği noktaya yakın mekanlarda sigara

içilmemesi, örneklerin güvenilirliği (örnekleyicilerin çoğu ilköğretim okullarına yerleştirilmiş, sınıflar yerine yönetici odaları ya da sık kullanılmayan mekanlar tercih edilmiştir) en önemlileri olarak sayılabilir. Bahsedilen kriterlerin kontrolü ve sonrasında ölçüm değerlerinin ayrıntılı değerlendirilebilmesi amacıyla her nokta için örnekleme formları hazırlanmıştır ve ilgili kriterlerle ait tüm bilgiler not edilmiştir.

Örnekleyicilerin çoğunlukla ilköğretim okullarına yerleştirilmesinin önemli bir başka nedeni de projenin ilerleyen aşamalarında ilköğretim birinci kademe öğrencilerinde, hava kirliliğinin sağlık etkilerinin araştırılması amacıyla yönelik olarak solunum fonksiyon testlerinin gerçekleştirilmiş/gerçekleştirilecek olmasıdır.

Alınan önlemlere rağmen pasif örnekleme çalışmalarında çoğunlukla örnekleyicilerin kaybolma riski bulunmaktadır. Bu çalışmada çok büyük kayıplar yaşanmamış, 57 noktada ozon ve NO₂, 59 noktada SO₂ ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Örnekleme çalışmalarında, NO₂ ve SO₂ bileşenleri teflon malzemeden yapılmış tek bir örnekleyicide, ozon ise farklı plastik malzemeden (delrin) yapılmış ayrı bir örnekleyicide toplanmıştır. Sadece malzemesi farklı olan pasif örnekleyiciler 2 cm iç çap ve 2,5 cm yüksekliğe sahip “badge” tip örnekleyicilerdir (Bkz Şekil1) (Özden, 2005). Söz konusu örnekleyiciler, Bertoni ve ark. (2000) tarafından ilk kez BTX’lerin (benzen, toluen, ksilen) belirlenmesine yönelik olarak geliştirilmiş ve ANALYST® ismiyle patent almış pasif örnekleyicinin modifiye edilmiş şeklidir.



Şekil 1. Plastik pasif örnekleyici ve parçaları

Örnekleyicilerin Hazırlanması Ve Analizi

NO₂-SO₂ örnekleyicilerinin hazırlanmasında, Whatman GF/A filtre kağıtları % 20 TEA sulu çözeltisi ile, ozon örneklerinin hazırlanmasında ise % 1 NaNO₂ + % 2 Na₂CO₃ + % 2 gliserol sulu çözeltisi ile kaplanmıştır. Kurutulan filtre kağıtları, 5 mm kalınlığındaki yüzüklerle örnekleyici tabanına sabitlenmiş ve örnekleyicilerin kapakları kapatılıp hazır hale getirilmiştir.

Bir haftalık örnekleme periyodu sonrasında, örnekleme noktalarından toplanan örnekleyiciler laboratuvara ağızları kapalı bir şekilde getirilerek Dionex® 2500 İyon Kromatografi cihazında (IC) ikincil analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde, filtre kağıtları NO₂-SO₂ örnekleri için 10 ml ultra saf su (Milli-Q) + 0,3 ml % 35 H₂O₂ ile, ozon örnekleri için 5 ml ultra saf su ile 15 dakika ekstrakte edilmiştir.

Analizlerde NO₂ bileşeni NO₂⁻, SO₂ bileşeni SO₄⁻² ve ozon NO₃⁻ iyonları şeklinde belirlenmiş ve daha sonra, belirlenen iyon derişimleri (µg ml⁻¹), ekstraksiyon hacimleri ile çarpılarak örnekleme süresi boyunca tutulan NO₂⁻, SO₄⁻² ve NO₃⁻ miktarları (µg) hesaplanmıştır. Fick'in 1. Yayınrlık Yasası (Gorecki ve Namiesnik, 2002) kullanılarak NO₂, SO₂ ve ozon derişimleri (µg m⁻³) hesaplanmıştır.

SONUÇLAR

Çalışmada ölçülen bileşenlerin, her biri için minimum-maksimum ve ortalama değerler Tablo 1-3'te verilmiştir.

Tablo 1. NO₂ derişim değerleri (µg m⁻³)

	29 Ocak – 4 Şubat 2008 (1.hafta)	5-11 Şubat 2008 (2.hafta)	29 Ocak - 11 Şubat 2008 (İki haftalık ortalama)
Minimum	9	6	9
Maksimum	45	49	47
Ortalama	21 ± 8	21 ± 12	21 ± 8

Tablo 2. SO₂ derişim değerleri (µg m⁻³)

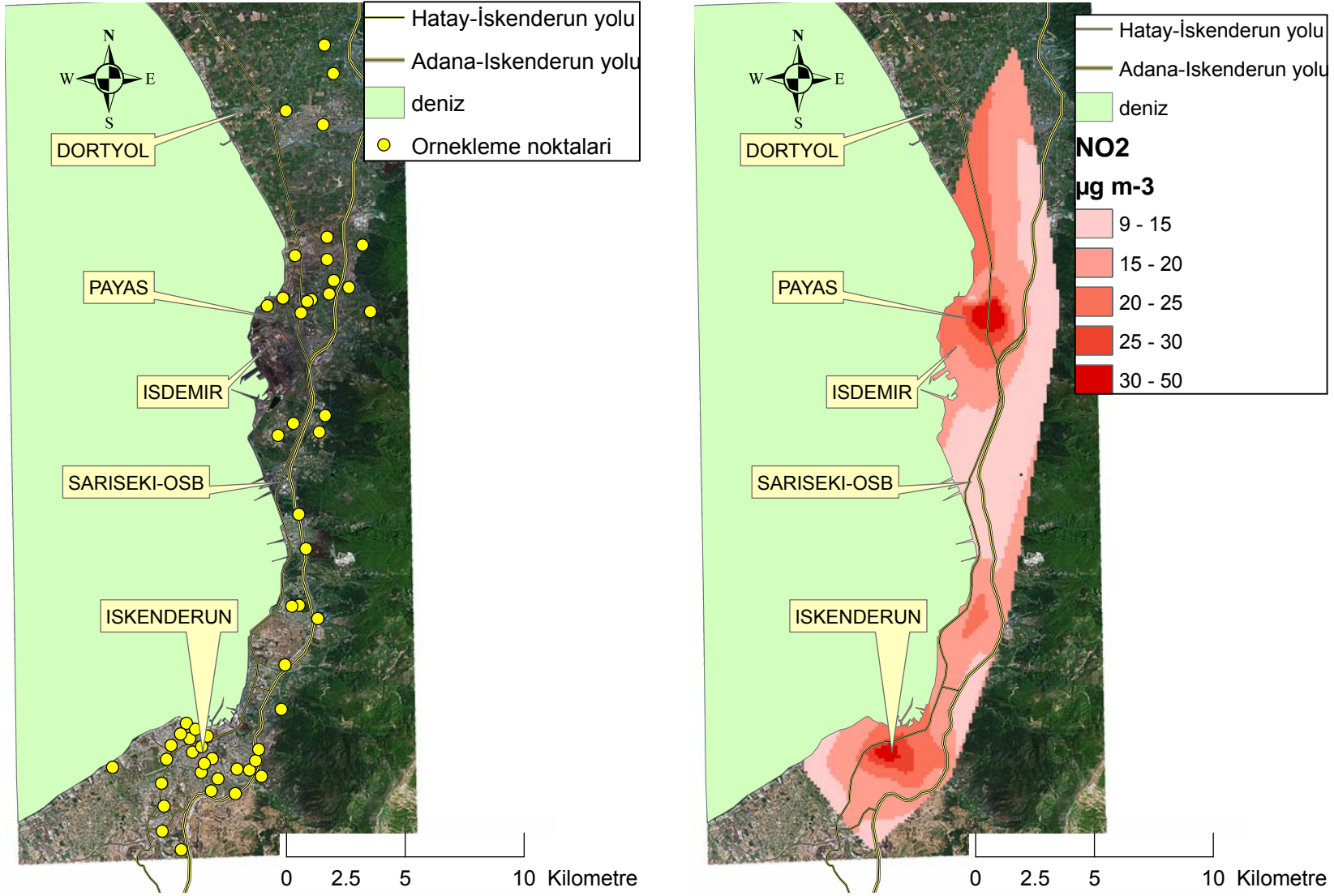
	29 Ocak – 4 Şubat 2008 (1.hafta)	5-11 Şubat 2008 (2.hafta)	29 Ocak - 11 Şubat 2008 (İki haftalık ortalama)
Minimum	35	37	38
Maksimum	119	201	201
Ortalama	51 ± 15	59 ± 25	56 ± 23

Tablo 3. Ozon derişim değerleri (µg m⁻³)

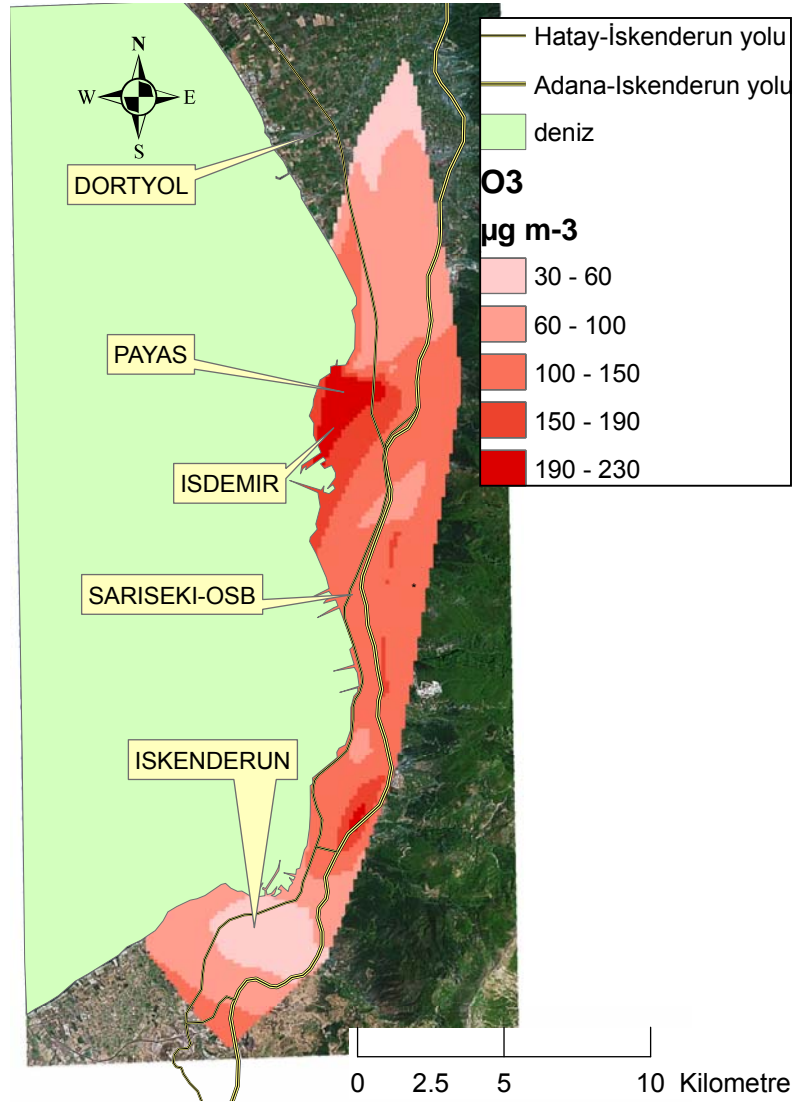
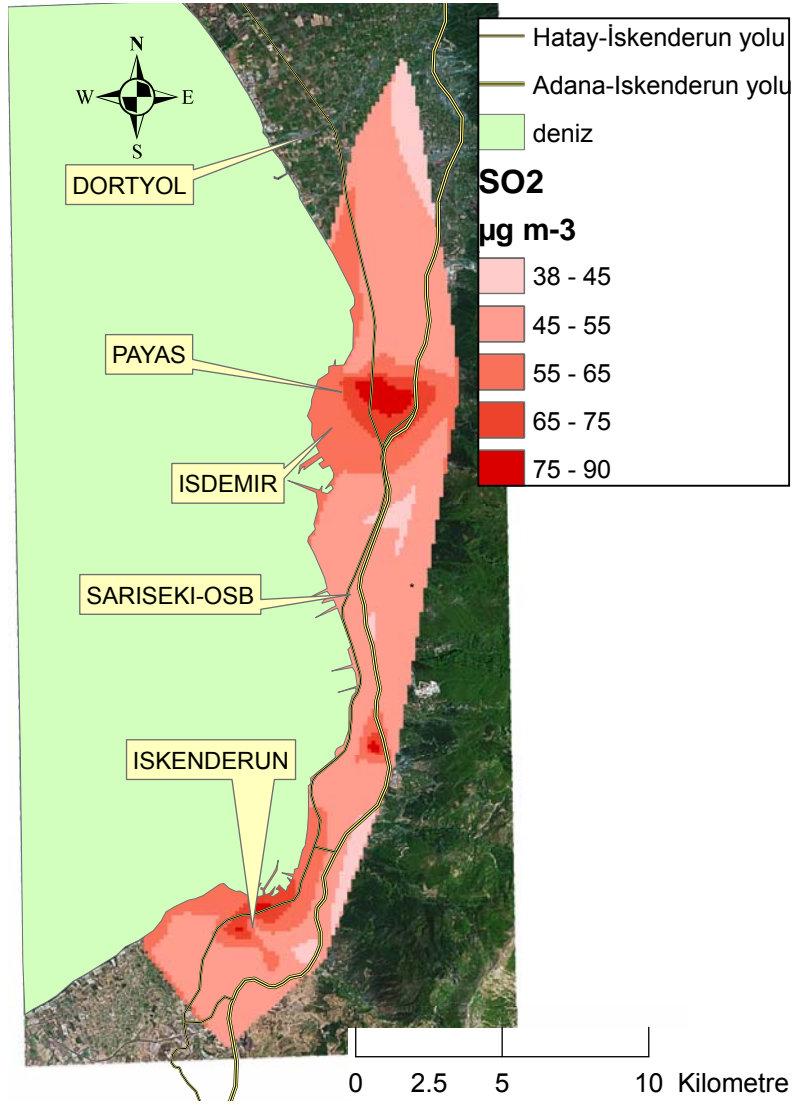
	29 Ocak – 4 Şubat 2008 (1.hafta)	5-11 Şubat 2008 (2.hafta)	29 Ocak - 11 Şubat 2008 (İki haftalık ortalama)
Minimum	28	11	29
Maksimum	172	395	230
Ortalama	63 ± 32	105 ± 82	84 ± 46

Örnekleme noktaları ve derişimlerin çalışma alanındaki dağılımı Şekil 2'de görülmektedir.

NO₂ ve SO₂'nin en yüksek derişimleri çok sayıda demir-çelik tesisinin bulunduğu Payas'ta ve trafiğin ve nüfusun görece yoğun olduğu İskenderun şehir merkezinde gözlenmiştir.



Şekil 2. a) örnekleme noktaları b) NO₂ düzeylerinin dağılımı c) SO₂ düzeylerinin dağılımı d) O₃ düzeylerinin dağılımı

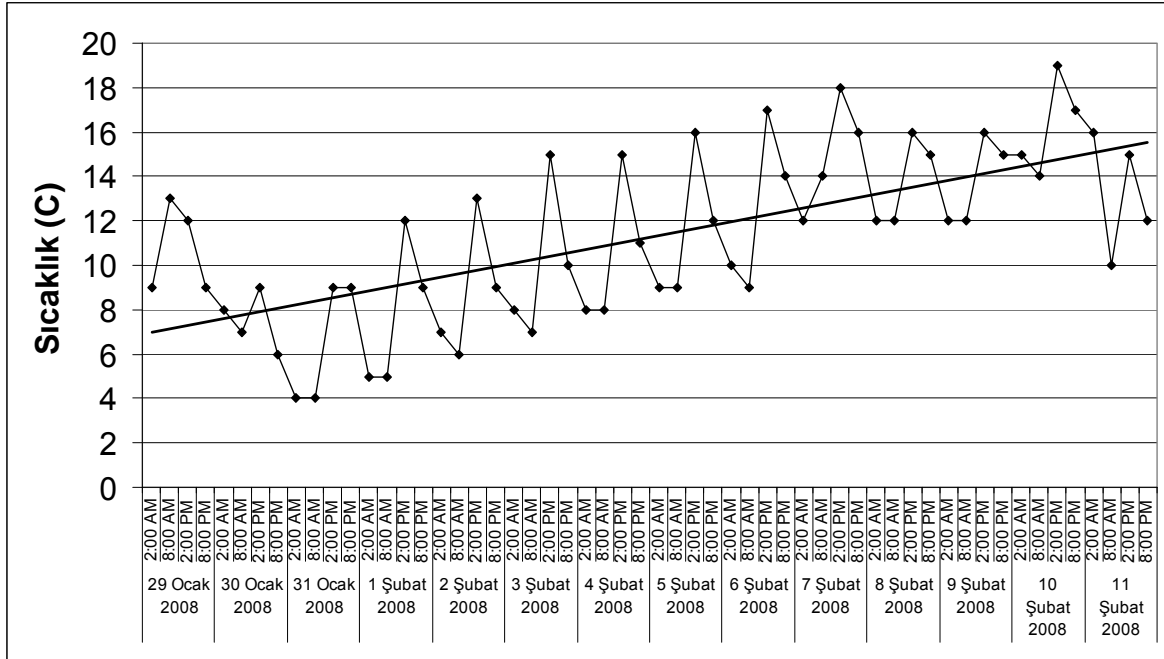


Şekil 2 (devam). a) örnekleme noktaları b) NO₂ düzeylerinin dağılımı c) SO₂ düzeylerinin dağılımı d) O₃ düzeylerinin dağılımı

Çalışmadaki ilgi çekici bulgulardan bir tanesi, ölçümlerin kış aylarında yapılmasına rağmen ozon düzeylerinin oldukça yüksek çıkmış olmasıdır. Özellikle İsdemir ve Payas'ta ozon seviyelerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Ozonun en yüksek düzeylerinin denize yakın ölçüm noktalarında gözlenmesinin nedeni, söz konusu bölgede deniz etkisiyle daha kararlı bir atmosferin oluşmasına bağlanabilir ancak bu çıkarımanın başka çalışmalarla desteklenmesi gereklidir.

Ölçümlerin gerçekleştirildiği iki hafta süresince meteorolojik koşullardaki değişiklikler sonuçlara da belirgin şekilde yansımıştır. İlk ölçüm haftasının ilk dört gününde yağış ve kapalı bir hava hakimken, ikinci hafta çoğunlukla açık hava hakimdir. Bu, özellikle ozon ölçüm sonuçlarını açıkça etkilemiştir. Diğer kirleticilerin iki haftadaki ortalamaları birbirine yakın olmakla birlikte ikinci hafta ölçümlerinin standart sapması daha yüksektir, yani ikinci haftada bölgesel farklılıklar artmıştır. Rüzgar yönünün değişkenlik gösterdiği yağışlı günler dışında rüzgar çoğunlukla güneybatıdan esmiştir. Bu da özellikle Payas'ta hem endüstriyel, hem evsel kaynakların beldenin merkezinde etkin olmasına neden olmuştur.

Örneklemlerin gerçekleştirildiği iki hafta boyunca sıcaklık değişimi Şekil 3'te gösterilmiştir. İki hafta boyunca sıcaklık artışı eğilimi ve ikinci haftadaki daha yüksek sıcaklıklar bu şekilde açıkça görülmektedir.



Şekil 3. Örneklemlerin gerçekleştirildiği tarihlerdeki sıcaklık değişimi

Ozon ölçümlerinin gerçekleştirilebildiği 57 ölçüm noktasından 15'inde iki haftalık ozon derişimlerinin ortalaması $100 \mu\text{g m}^{-3}$ değerinin üstündedir. Meteorolojik koşulların da etkisiyle ikinci hafta ortalamalarına göre $100 \mu\text{g m}^{-3}$ değerinin aşıldığı noktaların sayısı 23'tür.

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bölgede yapılan bu kapsamlı pasif örnekleme çalışması sonunda, hava kirliliğinin bir sorun olarak yaşandığı bölgeler hakkında önemli bilgiler üretilmiştir.

Payas bölgesi, beklendiği üzere kirliliğinin oldukça yüksek düzeyde yaşandığı yer olarak öne çıkmaktadır. Ancak İskenderun merkezde de özellikle NO₂ açısından Payas ile benzer düzeyler gözlenmektedir. İskenderun'daki kirlilik merkez mahallelerde yoğunlaşmakta, yükseltisi daha büyük olan dış mahallelerde hem trafik ve nüfus yoğunluğunun azalmasına hem de havalandırma koşullarının daha iyi olmasına bağlı olarak düşmektedir.

Payas bölgesindeki yüksek ozon düzeylerinin nedenlerinin anlaşılabilmesi için, model benzeri başka araçlar ile bölgenin atmosferinin dinamik yapısını anlamaya ihtiyaç vardır. İskenderun üzerinde taze emisyon kaynakları nedeniyle, ozon düzeylerinin beklendiği şekilde düşük olmasına rağmen, emisyonların yoğun olduğu Payas bölgesinde düzeyler oldukça yüksektir.

Gerçekleştirilen bu çalışma, üç yıllık bir çalışmasının ilk kapsamlı ölçüm çalışmasıdır. Farklı bileşenler için farklı mevsimlerde ölçümler gerçekleştirilmiştir/gerçekleştirilecektir. Bunun yanında belli dönemlerde, maruziyet (açık ortam ölçümleri ve kişisel örnekleme) çalışmalarına paralel olarak, ilköğretim birinci kademedeki okuyan öğrencilerde sağlık etkileri de incelenmektedir (www.temizhava.anadolu.edu.tr).

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Payas beldesi hava kirliliği sorununun belirgin şekilde yaşandığı bir bölgedir. Bu beldede temel hava kirliletiçi bileşenlerinin sürekli izlenmesinin gerçekleştirileceği en az bir hava kalitesi izleme istasyonuna ihtiyaç vardır.

Bu ve benzeri çalışmalar, bölge için önemli olan başka bileşenleri de (PM, PAH, VOC, vb) kapsayacak şekilde ve farklı mevsimlerde tekrarlanmalıdır.

Bu çalışma ve sonrasında farklı bileşenlerle gerçekleştirilecek yani ölçümler sonunda en hassas bölgeler tespit edilerek bu bölgelerde daha kapsamlı ölçüm kampanyaları düzenlenmeli ve uzun süreli veri üretilmelidir.

Bölgede, endüstri, taş ocakları, trafik ve evsel ısınmada düşük kaliteli yakıt kullanımı gibi çok sayıda kirliletiçi faktör bir arada bulunduğundan, farklı kaynakların gözlenen kirliliğe görece katkılarının belirlenebilmesi için kaynak belirleme çalışmaları gerçekleştirilmeli, bölge için hazırlanacak uzun süreli temiz hava planlarında kirliletiçi kaynakların yönetimine önem verilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hollanda Hükümeti Dış İşleri Bakanlığı MATRA programı tarafından finansal olarak desteklenmektedir. Yazarlar, maddi desteklerinden dolayı Hollanda Hükümeti Dış İşleri Bakanlığı MATRA programına, Örnekleme çalışmalarına katkılarından dolayı, MKÜ Kimya Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Sıdıka Sertkol, İskenderun Meslek Yüksekokulu Çevre Teknolojileri programı öğrencileri Serkan Tepebasılı, Mikayıl Güney, Gulce'ye İskenderun Belediyesi'nden Hatice Uysal, ve Halil Turkmen'e, çalışmalar süresince her türlü

lojistik desteği sağlayan İskenderun Kaymakamlığı, Hatay İl Çevre Orman Müdürlüğü, İl Sağlık Müdürlüğü, İskenderun ve Payas Belediyelerine ve örnekleyicilerin yerleştirildiği ilköğretim okullarının yönetici ve öğretmenlerine teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Bertoni, G., Tappa, R. ve Allegrini, I. Assessment of a new device for the monitoring of benzene and other volatile aromatic compounds in the atmosphere, *Annali di Chim.*, 90, 249-263, 2000.

Gorecki, T. ve Namiesnik, J. Passive Sampling, *Trends In Analytical Chemistry*, 21(4), 276-291, 2002.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliđi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete Sayısı: 26898, Resmi Gazete Tarihi: 06.06. 2008.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliđi, (yürürlükten kalkan yönetmelik), Resmi Gazete Sayısı: XXXXX, Resmi Gazete Tarihi: XX.XX.1986

Klánová J., Kohoutek, J., Hamplová, L., Urbanová, P. ve Holoubek, I. Passive air sampler as a tool for long-term air pollution monitoring: Part 1. Performance assessment for seasonal and spatial variations, *Environmental Pollution*, 144(2), 393-405, 2006.

Özden, Ö. Hava Kalitesinin Monitorlanmasında Pasif Örnekleyicilerin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye, 2005.