

HAVADAKİ NO ve NO₂ PARAMETRELERİNİN MARMARA TEMİZ HAVA MERKEZİ ÖLÇÜMLERİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ

S.Sıddık CİNDORUK¹ (ORCID: 0000-0001-7536-0332)*

¹Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Nilüfer / BURSA

Geliş / Received: 19.12.2017
Kabul / Accepted: 19.04.2018

ÖZ

Marmara Bölgesinde bulunan 11 ilde Marmara Temiz Hava Merkezine ait toplam 38 hava kalitesi ölçüm istasyonunda Mart 2013'den itibaren hava kirleticilerinin sürekli ölçümü yapılmaktadır. Bu çalışmada Marmara bölgesindeki istasyonlarda ölçülen saatlik Azot Monoksit (NO) ve Azot Dioksit (NO₂) değerleri incelenmiştir. "Surfer" haritalandırma programı kullanılarak konsantrasyon dağılım haritaları oluşturulmuş ve değerlendirilmiştir. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde (HKDYY) belirtilen hedef sınır değerleri, NO₂ için 40 µg/m³ NO_x için 30 µg/m³'tür. Mart 2013'den Eylül 2015'e kadar tüm değerlerin ortalaması dikkate alındığında hem NO hem de NO₂ için sınır değerinin üzerine çıkılan noktalar İstanbul Kağıthane, Mecidiyeköy, Şirinevler, Ümraniye, Üsküdar, Kocaeli, Tekirdağ ve Bursa illerine aittir. Saatlik NO₂ için sınır değeri 250 µg/m³ alınmıştır. Trafik ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür. Ayrıca Bilecik gibi nüfus, trafik ve sanayi yoğunluğunun düşük olduğu bir şehirde bile sıcaklığa bağlı olarak sonbahar ve kış mevsiminde ortalama NO konsantrasyonunun HKKDY'de yer alan 30 µg/m³ ü geçtiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hava kalitesi, Azot oksitler, Trafik, Endüstri, Hava kirletici

THE INVESTIGATION OF NO AND NO₂ PARAMETERS IN THE SCOPE OF MARMARA CLEAN AIR CENTRE MEASUREMENTS

ABSTRACT

Air pollutant concentrations have been measured continuously in 38 air quality measurement stations of Marmara Clean Air Centre located at 11 provinces. Hourly concentrations of Nitrogen monoxide (NO) and Nitrogen dioxide (NO₂) were investigated in the study. Concentration distribution maps were plotted using "Surfer" software. The limit values of NO₂ and NO_x given in the Air Quality Evaluation and Management Regulation were 40 µg/m³ and 30 µg/m³ for NO₂ and NO_x, respectively. The results of study in the sampling period showed that limit values were both exceeded in İstanbul Kağıthane, Mecidiyeköy, Şirinevler, Ümraniye, Üsküdar, Kocaeli, Tekirdağ and Bursa provinces. The hourly limit value is 250 µg/m³ for NO₂. It was determined that limit values are exceeded in the cities having dense traffic and population. However, in Bilecik city which has low traffic, population and industrial intensity, the limit of 30 µg/m³ for NO was exceeded during fall and winter seasons.

Keywords: Air quality, Nitrogen oxides, Traffic, Industry, Air pollutant

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.:+90 224 294 2114 ; e-mail / e-posta: cindoruk@uludag.edu.tr

1. GİRİŞ

Azot oksitler (NO_x 'ler), azot monoksit (NO), azot dioksit (NO_2), diazot oksit (N_2O), diazot trioksit (N_2O_3), diazot tetraoksit (N_2O_4) ve diazotpentaoksit (N_2O_5) olmak üzere 6 farklı gazın karışımından oluşmaktadır. Bunlardan NO ve NO_2 önemli hava kirleticilerden kabul edilirler ve atmosferde kalış süreleri yaklaşık 2-5 gündür [1]. NO_x 'ler volkanik patlamalar, orman yangınları ve biyolojik prosesler gibi doğal kaynaklardan atmosfere verildikleri gibi asıl önemli kaynakları kara, deniz ve hava taşıtları, endüstriyel bacalar ve evsel ısınmadır. Soluduğumuz havada %78 oranında bulunan azot, tüm yanma proseslerinde reaksiyona girerek NO_x 'leri oluştururlar ve NO ve NO_2 'nin toplamı şeklinde değerlendirilirler [2-4]. Azot oksitlerin (NO_x) atmosferde anahtar kimyasallar haline gelmesindeki en önemli neden, fotokimyasal sis oluşumundaki önemli rolleridir. Gün ışığının varlığında azot dioksit (NO_2)'in fotolizinin bir sonucu olarak çeşitli reaksiyonlarla ozon (O_3) meydana gelmektedir [5]. Bu reaksiyon bir solar fotoliz reaksiyonu olup yakın UV bandında (300-390 nm) güneş ışığına ihtiyaç duyar. Güneşli günlerde öğle saatlerinde başlar ve NO_2 'nin hızla tükenmesine yol açar. Bu reaksiyon hızı günün saatlerine göre çok değişken olup yaz günleri öğle saatlerinde maksimum değere ulaşır. Daha önce de değinildiği gibi NO 'nun baca veya egzozlardan havaya atılmasından hemen sonra NO_2 'ye dönüşmesi atmosferde kolayca meydana gelen kimyasal bir reaksiyondur. Bu reaksiyonda NO 'nun havadaki oksijenle tüketildiği ve bu reaksiyonun NO konsantrasyonu yükseldikçe hızının arttığı bilinir. Ayrıca havada O_3 'ün varlığının da bu dönüşümü daha da hızlandırdığı belirlenmiştir [5]. Bu oluşum süreci fotokimyasal sis olarak adlandırılmakta ve hava kalitesini azaltan ana kirleticilerden biri olarak tanımlanmaktadır. O_3 bulunduğu gibi canlı yaşamını güneş radyasyonundan koruyucu özelliği ile atmosferin üst katmanlarında çok önemli bir işleve sahip olmasına rağmen, atmosferin yeryüzüne yakın katmanlarında zararlı bir gaz olarak kabul edilmektedir [6]. NO_x 'ler, sağlığa doğrudan etki etmesi ve asit yağışı gibi etkileri nedeniyle de önemlidirler. Bugün endüstrileşmiş ülkelerde ana konu haline gelmiş, bu ülkelerde NO_x emisyonlarının denetimi için yasalar onaylanmış ve limitlere uyulması zorunlu hale getirilmiştir.

Ülkemizde hava kalitesini belirlemek için, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı, Marmara Temiz Hava Merkezi, EMEP (Çubuk, Seferihisar, Vize) ve Mobil istasyonlarda ölçümler yapılmaktadır. Bunun yanı sıra Marmara Bölgesinde belediyelere ve OSB Müdürlüklerine ait hava kalitesi izleme istasyonları bulunmaktadır. Marmara Temiz Hava Merkezi, Marmara Bölgesinde bulunan 11 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonlarının kurulumu, işletilmesi, bakım ve onarımının yapılması, emisyon veri tabanının oluşturularak bölge için uygun bir model oluşturulması, temiz hava eylem planlarının oluşturulması gibi görevleri yürüterek, bölge için daha temiz ve solunabilir bir havanın oluşturulabilmesini vizyon edinmiş bir kamu kuruluşudur. Bu bağlamda, 2013 yılından 2015 Eylül ayına kadar MTHM bünyesinde ve 11 ilimizde bulunan ölçüm istasyonlarında yapılan NO_x ölçümlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

MTHM tarafından Marmara Bölgesindeki 11 ilde toplam 38 Hava Kalitesi İzleme İstasyonunda Mart 2013 tarihinden itibaren hava kalitesinin sürekli takibi yapılmaktadır (<http://mthm.havaizleme.gov.tr>). İstasyonlar; kentsel, trafik, endüstri ve kırsal olarak 4 ayrı kategoride kurulmuştur. Sürekli ölçümü yapılan parametreler SO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NO_x , O_3 , CO 'tir. Bunun dışında aktif/pasif BTX (benzen, toluen, etilbenzen, o,p,m-xylen) ve aktif PM örnekleme sistemleri mevcuttur. Bu istasyonlarda NO_x ölçümleri kemilüminesans teknolojisine dayalı olarak çalışan cihazlarla yapılmıştır. Ölçüm hassasiyeti ppb seviyesinden ppm seviyesine kadar geniş bir aralığı kapsar. Cihaz bir foto-çoğaltıcı tüp sistemi ile NO ile NO_x parametreleri arasında otomatik olarak çevrim yapar. Ayrıca ikili aralık ve oto aralık cihazın standart özelliğidir. İsteğe bağlı olarak cihaz, NO veya NO_x parametrelerini 5 saniyeden kısa bir cevaplama süresi içerisinde sürekli ölçüm yapabilmektedir. Verilerin validasyonu MTHM ekibi tarafından yapılmıştır. Ortalama değerler, maksimum, minimum, standart sapma ve standart hatalar hesaplanmış, dedeksiyon limitleri ve katsayılar ile kalibrasyonda kullanılan standart gaz sonuçları ilişkilendirilerek doğrulama yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında NO_x 'lerin ölçüldüğü istasyonlar Tablo 1'de ve Şekil 1'de verilmiştir. Bu çalışma kapsamında MTHM tarafından tüm hava kalitesi istasyonlarında ölçümü yapılan NO ve NO_2 parametrelerinin analizi yapılmış aynı zamanda Bursa ilinde yer alan 5 istasyonun mevsimlere bağlı saatlik ortalama konsantrasyon değerleri incelenmiştir. Konsantrasyon dağılım haritalarını yapmak için "Surfer" haritalandırma programı (Golden software Surfer 10 ızgaralama, kontroleme ve harita üzerinde çakıştırma işlemleri) ve grafiksel analizler için Excel programı kullanılmıştır.

*HAVADAKİ NO ve NO₂ PARAMETRELERİNİN MARMARA TEMİZ HAVA MERKEZİ ÖLÇÜMLERİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ***Tablo 1.** MTHM Hava Kalitesi İzleme İstasyonları

İstasyonlar			
No.	Şehir	Konum	İstasyon Tipi
1	İstanbul	ŞİLE	Kırsal
2	İstanbul	SİLİVRİ	Yarı Kırsal
3	İstanbul	SULTANGAZİ	Yarı Kırsal
4	İstanbul	KAĞITHANE	Kentsel
5	İstanbul	SULTANBEYLİ	Kentsel
6	İstanbul	ESENYURT	Kentsel/Sanayi
7	İstanbul	BAŞAKŞEHİR	Sanayi
8	İstanbul	ÜMRANİYE	Trafik
9	İstanbul	MECİDİYEKÖY	Trafik
10	İstanbul	ŞİRİNEVLER	Trafik
11	İstanbul	ÜSKÜDAR	Trafik
12	İstanbul	KANDİLLİ	Gemi Trafiği
13	Kocaeli	İZMİT	Trafik
14	Kocaeli	KÖRFEZ	Sanayi
15	Kocaeli	ALİKAHYA	Kentsel/Sanayi
16	Kocaeli	GÖLCÜK	Yarı Kırsal
17	Kocaeli	YENİKÖY	Kentsel
18	Kocaeli	KANDIRA	Kırsal/Ekoloji
19	Tekirdağ	MERKEZ	Trafik
20	Tekirdağ	ÇERKEZKÖY	Kentsel/Sanayi
21	Sakarya	MERKEZ	Trafik
22	Sakarya	OZANLAR	Kentsel
23	Bilecik	BOZÜYÜK	Kentsel
24	Yalova	ALTINOVA	Yarı Kırsal
25	Yalova	ARMUTLU	Kırsal
26	Bursa	KÜLTÜRPAK	Kentsel
27	Bursa	BEYAZIT CAD.	Trafik
28	Bursa	ULUDAĞ ÜNİV.	Kentsel
29	Bursa	KESTEL	Sanayi
30	Bursa	İNEGÖL	Sanayi
31	Balıkesir	BANDIRMA	Kentsel
32	Balıkesir	ERDEK	Kırsal
33	Edirne	KARAAĞAÇ	Yarı Kırsal
34	Edirne	KEŞAN	Kentsel
35	Kırklareli	LİMANKÖY	Kırsal
36	Kırklareli	LÜLEBURGAZ	Sanayi
37	Çanakkale	LAPSEKİ	Yarı Kırsal
38	Çanakkale	ÇAN	Kentsel

S. S. CİNDORUK



Şekil 1. Marmara Bölgesi Hava Kalitesi İzleme İstasyonları

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Mart 2013'den Eylül 2015 tarihine kadar 38 istasyonda ölçülen saatlik ortalama NO ve NO₂ konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Tablo 2'de her istasyondan elde edilen ortalama değerler görülmektedir. Tablo 2'de Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Marmara Bölgesinde ölçülen ortalama NO ve NO₂ konsantrasyon değerleri çizelgesi incelendiğinde; Bursa Beyazıt Cad., İstanbul Kağıthane, İstanbul Kandilli, İstanbul Mecidiyeköy, İstanbul Şirinevler, İstanbul Sultangazi, İstanbul Ümraniye, İstanbul Üsküdar, Kocaeli İzmit, Kocaeli Körfez, Tekirdağ Merkez istasyonlarında NO₂ genel ortalama konsantrasyon değerinin Hava Kalitesi Değerlendirme Yönetimi Yönetmeliğinde Ek 1 A da yer alan 01.01.2014 yılına ait yıllık 40 µg/m³ sınır değerini aştığı, Bursa Beyazıt Cad., İstanbul Kağıthane, İstanbul Esenyurt, İstanbul Mecidiyeköy, İstanbul Şirinevler, İstanbul Şirinevler, Kocaeli İzmit, Tekirdağ Merkez istasyonlarında NO genel ortalama konsantrasyon değerinin Hava Kalitesi Değerlendirme Yönetimi Yönetmeliğinde Ek 1 A da yer alan ancak NO_x için verilen 01.01.2014 yılına ait yıllık 30 µg/m³ sınır değerini aştığı görülmüştür.

HAVADAKİ NO ve NO₂ PARAMETRELERİNİN MARMARA TEMİZ HAVA MERKEZİ ÖLÇÜMLERİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Tablo 2. Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Marmara Bölgesinde ölçülen ortalama NO ve NO₂ konsantrasyon değerlerinin istatistiksel parametreleri

Bölge Adı	NO ₂ -NO _x µg/m ³	Ortalama µg/m ³	Mak µg/m ³	Min µg/m ³	Standart Sapma	Sınır Değerler *NO ₂ -NO _x µg/m ³
Balıkesir BANDIRMA	NO ₂	25,9	199,9	0,2	14,9	40
	NO _x	38,7	493,2	0,2	16,5	30
Balıkesir ERDEK	NO ₂	9,0	91,3	0,0	8,3	40
	NO _x	11,8	174,3	0,0	4,2	30
Bilecik BOZÜYÜK	NO ₂	29,3	136,3	0,4	21,4	40
	NO _x	50,4	526,6	0,4	35,8	30
Bursa BEYAZIT Cd.	NO ₂	68,5	239,8	0,4	26,3	40
	NO _x	127,3	959,3	0,7	62,1	30
Bursa İNEGÖL	NO ₂	30,9	293,8	0,0	22,5	40
	NO _x	45,0	661,1	0,0	28,7	30
Bursa KESTEL	NO ₂	29,7	127,3	0,5	17,3	40
	NO _x	40,5	385,5	0,5	16,8	30
Bursa KÜLTÜRPARK	NO ₂	39,2	166,4	0,0	23,0	40
	NO _x	61,7	685,4	0,0	38,8	30
Bursa ULUDAĞ ÜNİV.	NO ₂	23,8	108,7	0,5	16,5	40
	NO _x	36,3	440,5	0,5	22,5	30
Çanakkale ÇAN	NO ₂	21,9	189,0	0,6	15,8	40
	NO _x	35,1	617,5	0,6	25,4	30
Çanakkale LAPSEKİ	NO ₂	9,8	88,7	0,0	8,7	40
	NO _x	11,4	199,7	0,0	3,3	30
Edirne KARAAĞAÇ	NO ₂	11,3	269,4	0,1	9,7	40
	NO _x	14,3	543,3	0,1	6,0	30
Edirne KEŞAN	NO ₂	20,9	163,6	0,1	17,1	40
	NO _x	30,8	626,1	0,1	18,1	30
İstanbul BAŞAKŞEHİR	NO ₂	31,5	178,9	0,7	25,2	40
	NO _x	48,6	600,0	0,7	33,0	30
İstanbul ESENYURT	NO ₂	36,9	158,2	1,0	23,0	40
	NO _x	70,4	981,5	1,0	64,7	30
İstanbul KAĞITHANE	NO ₂	46,6	330,6	0,1	26,3	40
	NO _x	95,0	1110,6	0,1	70,6	30
İstanbul KANDİLLİ	NO ₂	42,1	288,4	0,4	28,1	40
	NO _x	81,2	893,2	0,4	60,8	30
İstanbul MECİDİYEKÖY	NO ₂	83,1	227,3	2,3	27,0	40
	NO _x	153,2	890,9	2,6	52,4	30

S. S. CİNDORUK

Tablo 2. Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Marmara Bölgesinde ölçülen ortalama NO ve NO₂ konsantrasyon değerlerinin istatistiksel parametreleri (Devamı)

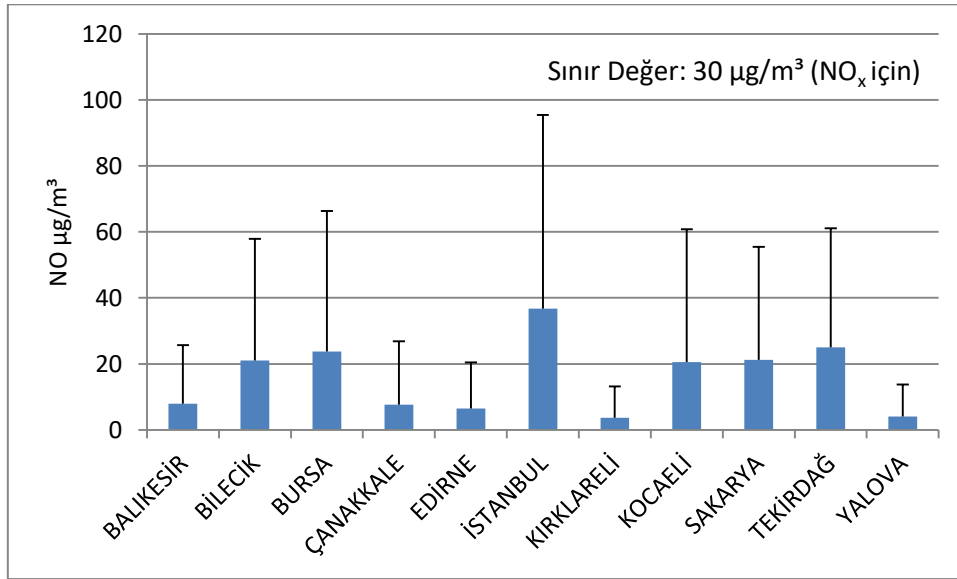
Bölge Adı	NO ₂ -NO _x µg/m ³	Ortlama µg/m ³	Mak µg/m ³	Min µg/m ³	Standart Sapma	Sınır Değerler *NO ₂ -NO _x µg/m ³
İstanbul ŞİLE	NO ₂	6,5	157,6	0,0	9,5	40
	NO _x	7,9	233,8	0,0	3,1	30
İstanbul SİLİVRİ	NO ₂	23,7	145,5	0,1	18,7	40
	NO _x	36,1	694,2	0,1	30,9	30
İstanbul SİRİNEVLER	NO ₂	62,6	240,0	2,2	33,0	40
	NO _x	103,0	1013,5	2,2	54,6	30
İstanbul SULTANBEYLİ	NO ₂	22,9	157,0	0,0	24,0	40
	NO _x	37,0	832,4	0,0	36,3	30
İstanbul SULTANGAZİ	NO ₂	41,8	224,5	0,0	25,9	40
	NO _x	69,3	1087,7	0,0	44,3	30
İstanbul ÜMRANİYE	NO ₂	82,4	288,4	3,6	31,4	40
	NO _x	171,7	1125,5	3,8	73,8	30
İstanbul ÜSKÜDAR	NO ₂	54,9	198,3	3,4	26,6	40
	NO _x	104,4	918,8	3,4	61,8	30
Kırklareli LİMANKÖY	NO ₂	3,1	65,1	0,0	4,1	40
	NO _x	4,8	125,1	0,0	3,5	30
Kırklareli LÜLEBURGAZ	NO ₂	15,6	100,8	0,0	11,9	40
	NO _x	21,0	310,4	0,0	11,8	30
Kocaeli ALİKAHYA	NO ₂	30,3	223,0	0,2	24,1	40
	NO _x	51,5	651,1	0,2	30,7	30
Kocaeli GÖLCÜK	NO ₂	32,3	131,2	0,3	21,9	40
	NO _x	46,2	392,3	0,3	24,7	30
Kocaeli İZMİT	NO ₂	53,1	192,0	2,6	24,9	40
	NO _x	107,2	965,8	2,6	67,9	30
Kocaeli Kandıra	NO ₂	5,7	66,3	0,0	6,0	40
	NO _x	7,3	132,6	0,0	2,7	30
Kocaeli KÖRFEZ	NO ₂	41,3	323,5	0,4	29,4	40
	NO _x	61,3	737,5	0,4	34,8	30
Kocaeli YENİKÖY	NO ₂	28,9	128,9	0,1	18,8	40
	NO _x	40,0	348,6	0,1	18,9	30
Sakarya MERKEZ	NO ₂	35,7	131,7	0,8	17,4	40
	NO _x	60,4	624,3	0,8	34,7	30
Sakarya OZANLAR	NO ₂	28,6	136,6	0,4	19,0	40
	NO _x	46,3	620,5	0,4	31,1	30
Tekirdağ ÇERKEZKÖY	NO ₂	21,6	172,9	0,0	19,8	40
	NO _x	31,8	812,3	0,0	24,6	30
Tekirdağ MERKEZ	NO ₂	47,2	140,6	0,9	20,1	40
	NO _x	87,1	693,0	1,0	37,4	30
Yalova ALTINOVA	NO ₂	20,3	113,6	0,2	16,0	40
	NO _x	27,0	308,7	0,2	11,9	30
Yalova ARMUTLU	NO ₂	10,5	106,0	0,0	8,9	40
	NO _x	12,1	175,9	0,0	3,0	30

(*): HKDYY Ek 1 A da yer alan 2014 yılına ait yıllık veriler baz alınmıştır. Yönetmelikte NO için sınır değeri bulunmamasıyla birlikte NO+NO₂=NO_x olarak kabul edilmektedir.

HAVADAKİ NO ve NO₂ PARAMETRELERİNİN MARMARA TEMİZ HAVA MERKEZİ ÖLÇÜMLERİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ

NO ve NO₂ konsantrasyon değerleri yıllık ortalama değerler şeklinde incelendiğinde, en yüksek NO konsantrasyonu 89,4 µg/m³ ortalama değeri ile İstanbul Ümraniye istasyonudur. Yine Bu istasyon NO₂ konsantrasyonu bakımından 82,4 µg/m³ ortalama değeri ile İstanbul Mecidiyeköy istasyonunun hemen ardından en yüksek NO₂ konsantrasyonunun olduğu 2. İstasyondur. İstanbul Mecidiyeköy istasyonuna ait en yüksek NO₂ konsantrasyonu 83,1 µg/m³'tür. Bu bölgede konutların, iş merkezlerinin fazlalığı ayrıca bu bölgede yer alan oto sanayi sitesinin de trafiği arttırmasından dolayı bu konsantrasyon değerlerinin artmasına sebep olmuştur [7,8] Özellikle büyük şehirlerdeki hava kirletici konsantrasyonlarının bölgeler arasındaki seviyelerinin değişimi bölgelerin karakteristiklerine bağlı şekillenmektedir. Ulaşım kaynaklı kirleticiler, sanayi, evsel ve ticari yerleşim yerlerinden deşarj edilen kirleticilerin oranlarına göre NO_x konsantrasyonlarının seviyeleri değişim göstermektedir. Özellikle NO konsantrasyonunun yüksek seviyede ölçülmesi kirletici kaynağın yakınlığını göstermektedir.

Şekil 2 ve Şekil 3'de Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Marmara Bölgesinde ölçülen ortalama NO ve NO₂ konsantrasyon değerlerinin illere bağlı gösterimi verilmiştir. İstanbul ilinde NO ve NO₂ konsantrasyonlarının sınır değeri üzerinde olduğu görülmüştür. Özellikle İstanbul, Bursa, Sakarya, Kocaeli ve Tekirdağ kentlerinin nüfus ve sanayi yoğunluğuyla birlikte trafik yüklerinin diğer illerden farklı olması, ortalama NO_x konsantrasyonlarının da daha yüksek değerlerde tespit edilmesine sebep olmuştur. Balıkesir, Edirne, Çanakkale, Kırklareli ve Yalova kentlerinde ölçülen NO_x konsantrasyonlarında bu farklılık ortaya çıkmıştır. Ancak Bilecik ilindeki örnekleme noktası Bozüyük'te bulunmakta olup önemli bir trafik yüküne sahip olan İstanbul-Eskişehir otoyoluna ve büyük seramik fabrikalarına yakındır. Bundan dolayı burada ölçülen değerler diğer sanayi kentlerinde ölçülen değerlerle yakınlık göstermektedir.

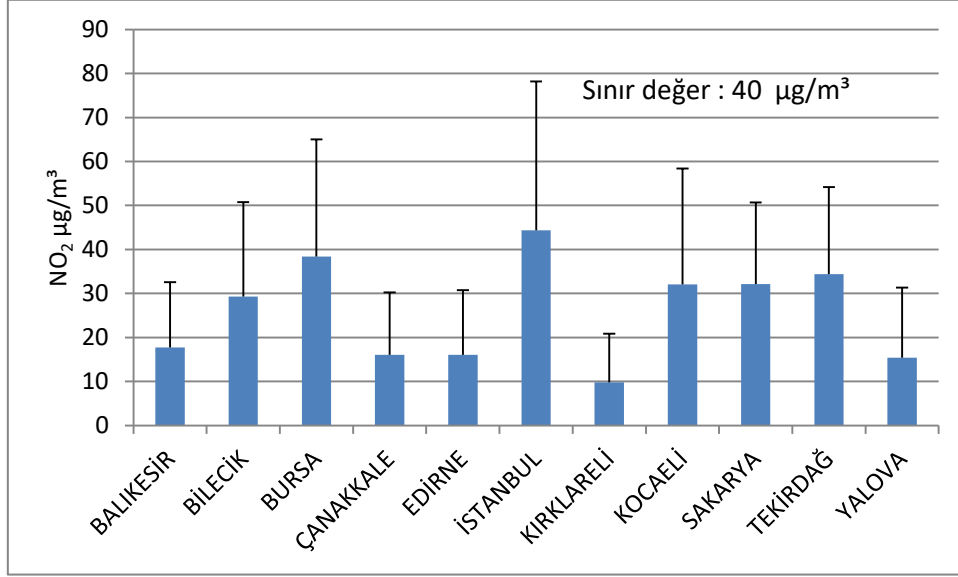


Şekil 1. Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Marmara Bölgesinde ölçülen ortalama NO konsantrasyon değerlerinin illere bağlı gösterimi

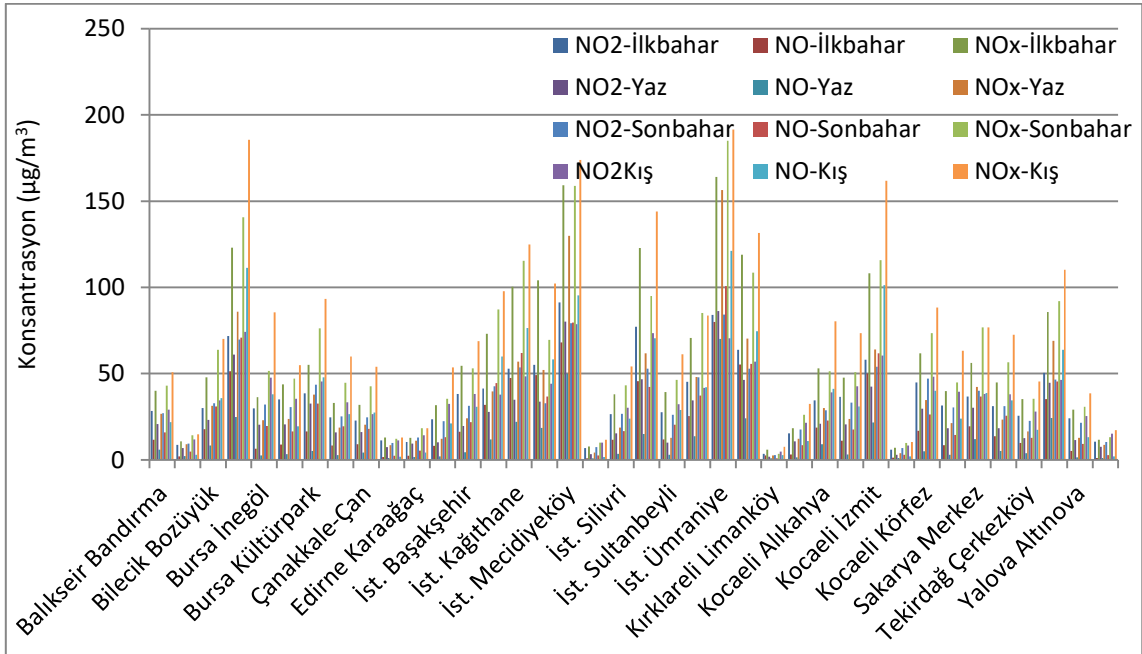
NO₂ değerleri incelendiğinde, yıllık ortalama değer için İstanbul'da sınır değerin aşıldığı görülmüş olup sınır değere en yakın iller ise sırasıyla Bursa ve Tekirdağ olarak belirlenmiştir. Günlük maksimum değerler incelendiğinde Bursa ve Kocaeli illerinde saatlik sınır değerin (200 µg/m³) en az bir kez de olsa aşıldığı anlaşılmaktadır. Ölçüm noktaları içinde trafik yükü çok düşük olan Balıkesir-ERDEK, Çanakkale-LAPSEKİ, Edirne-KARAAĞAÇ, İstanbul-ŞİLE, Kırklareli-LİMANKÖY, Kocaeli-KANDIRA, Yalova-ALTINOVA ve Yalova-ARMUTLU örnekleme noktaları için NO₂ değerlerinin düşük değerlerde salınım gösterdiği, bunun dışındaki noktalarda ise yıllık ortalama değerin 25 µg/m³ ve üzerinde olduğu görülmüştür. Evsel ısınmanın NO_x konsantrasyonları üzerine etkisini görmek amacıyla mevsimsel konsantrasyon verileri de incelenmiştir. İlkbahar ve yaz mevsimlerinde NO, NO₂ ve NO_x değerlerinin değişimi Şekil 4'te gösterilmiştir. Tüm mevsimlerde en yüksek konsantrasyona sahip bölge olan İstanbul'daki NO konsantrasyonu Yaz mevsiminde 20 µg/m³'ün altına inerken Kış mevsiminde bu değer 55 µg/m³'ün üzerine çıkmıştır. Bu salınım NO₂'de de gözlenmiş olup yine İstanbul için yaz mevsiminde 35 µg/m³ civarında olan ortalama değer Kış mevsiminde 45 µg/m³ değerine çıkmıştır. Azot oksitlerin toplamını ifade eden NO_x'ler, NO+NO₂ olarak hesaplanmıştır. HKDYY'de NO_x için yer alan sınır değer sadece vejetasyonun korunmasına yönelik olarak ifade edilmiş ve 30 µg/m³ olarak

S. S. CİNDORUK

belirlenmiştir. MTHM istasyonları içindeki NO_x ortalama değerleri incelendiğinde Tablo 2’de de görüleceği üzere yukarıda bahsedilen örnekleme noktalarında NO_x sınır değerinin de aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu bölgelerin diğer bölgelere göre trafik ve endüstriyel yüklerinin daha düşük olduğu düşünüldüğünde, ölçüm sonuçlarının makul olduğu değerlendirilmiştir.



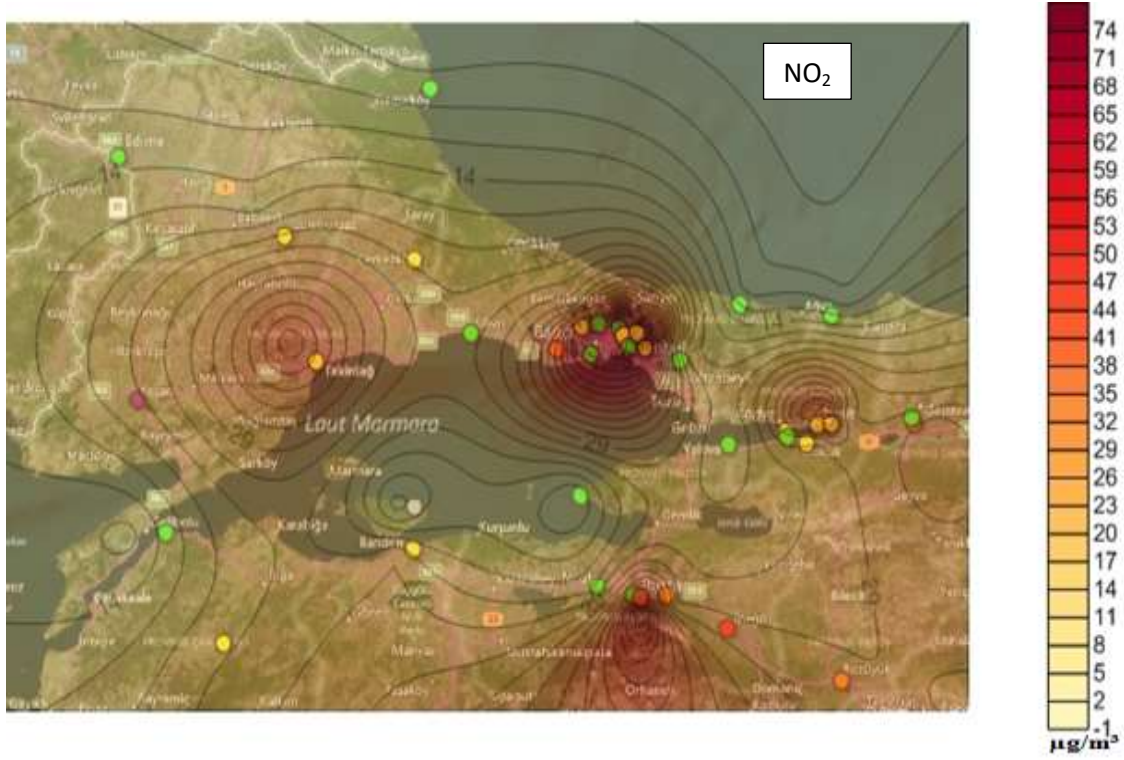
Şekil 2. Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Marmara Bölgesinde ölçülen ortalama NO₂ konsantrasyon değerlerinin illere bağlı gösterimi



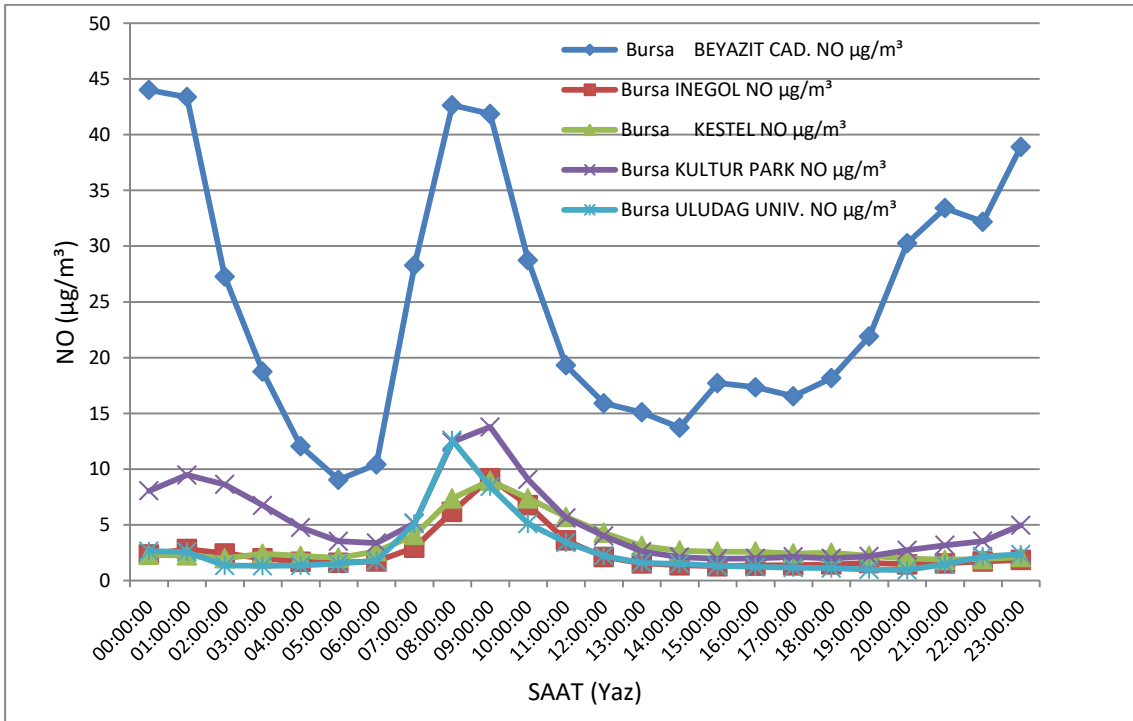
Şekil 4. MTHM ölçüm istasyonlarındaki NO, NO₂ ve NO_x’lerin mevsimsel değişimi

Bursa ili de endüstri, nüfus ve iklim bakımından benzerlik gösterdiği İstanbul iline yakın NO ve NO₂ değerleri göstermiştir. Bu ili de sırasıyla Tekirdağ, Kocaeli ve Sakarya illeri takip etmektedir. Tüm şehirlerde Yaz ve Kış

S. S. CİNDORUK

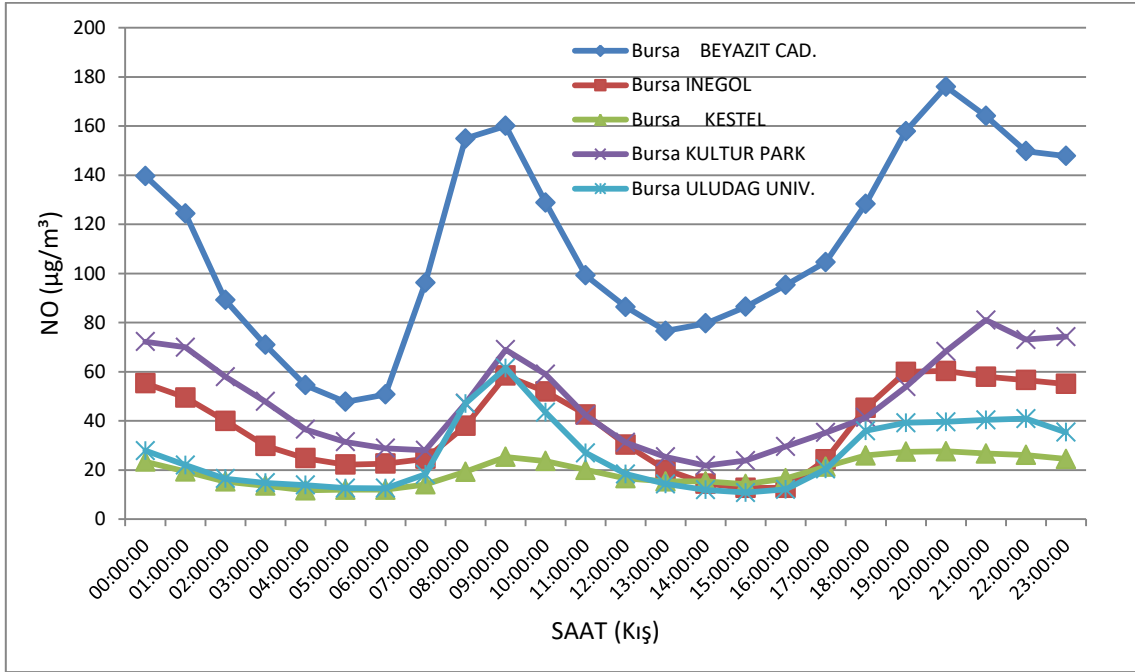


Şekil 5.2 Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Marmara Bölgesinde ölçülen ortalama NO ve NO₂ konsantrasyon değerlerinin Surfer dağılım eğrileri



Şekil 6. Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Bursa ilinde yer alan 5 istasyonda ölçülen yaz mevsimindeki saatlik ortalama NO konsantrasyon değerlerinin grafiksel gösterimi

HAVADAKİ NO ve NO₂ PARAMETRELERİNİN MARMARA TEMİZ HAVA MERKEZİ ÖLÇÜMLERİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ



Şekil 7. Mart 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında Bursa ilinde yer alan 5 istasyonda ölçülen kış mevsimindeki saatlik ortalama NO₂ konsantrasyon değerlerinin grafiksel gösterimi

Şekil 6'da NO konsantrasyonunun Kış mevsimindeki saatlik salınımını görülmektedir. Kış mevsimi için elde edilen salınım eğrisinin normal dağılıma daha çok yaklaştığı yani saatlik farklılıkların azaldığı görülmektedir. Tüm bölgelerde gözlenen bu durum hava sıcaklıklarının düşmesiyle aktif hale gelen evsel ısınma faaliyetlerinin artışına bağlanmıştır. Yanma faaliyetleri sonucu atmosfere verilen NO'nun trafik yükünden gelen etkiyi kısmen de olsa maskeleyiğini göstermektedir.

4. SONUÇLAR

MTHM tarafından yapılan 30 aylık NO ve NO₂ ölçümleri 11 il için toplam 38 istasyon kapsamında değerlendirilmiştir. Ortalama konsantrasyonlar dikkate alındığında özellikle İstanbul, Bursa, Kocaeli ve Tekirdağ illeri için sınır değerlerin her iki kirletici parametre için aşıldığı görülmüştür. Ayrıca maksimum değerler bakımında oldukça yüksek konsantrasyonlar kaydedilmiştir. Tablo 2'de koyu renkle belirtilenler sınır değerini aştığı ve maksimum değerlerin pik olanlarını ifade etmektedir. Şehirlerin ve bölgelerin nüfus, endüstri ve trafik yoğunluklarına göre NO ve NO₂ değerlerinin yükselme gösterdiği tespit edilmiştir. Sınır değerini ortalama değerler bakımından aşılmadığı Bursa İnegöl, Bursa Kestel, Bursa Kültürpark, Kocaeli Gölçük, Sakarya Merkez gibi bazı bölgelerin örnekleme noktasının konumundan dolayı veya meteorolojik olarak dispersiyonun yüksek olma ihtimalinden dolayı sınır değerini aşılmadığı düşünülmektedir.

MTHM kapsamında 11 ilde ve 38 istasyonda yapılan ölçümler, bölgelerin hava kalitesi bakımından önemli derecede fikir verdiği görülmektedir. Ancak istasyon sayısının artırılarak daha etkin bir şekilde izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Örnek olarak kentlerin trafik yükünün azaltılması, endüstrilerin ve ısınma amaçlı kullanılan yanma proseslerinin alternatif enerji kaynaklarına yönelmeleri için gerekli teşviklerin yapılması kirliliğin azalmasına yardımcı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu makalenin hazırlanmasında verilerin teminini sağlayan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürü Ramazan ÖZÇELİK'e ve verilerin değerlendirilmesinde bulunan İskender HACIİSKENDEROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- [1] Liu, D.H.F., Liptak, B.G. (1999). Environmental Engineers' Handbook. CRCNetBase, Chapman/Hall. ISBN: 0-8493-2157-3
- [2] Tiwary, A. and Colls, J. J. (2004). Measurements of atmospheric aerosol size distributions by co-located optical particle counters, *Journal of Environmental Monitoring*, 6, 734-739.
- [3] Esen, F., Tasdemir, Y., and Cindoruk, S. S. (2005). Evaluation of NO_x and O₃ concentrations in the atmosphere of Bursa, Turkey, *Environmental Forensics*, 6, 311-317.
- [4] Marc, M., Tobiszewski, M., Zabiegala, B., De La Guardia, M., and Namiesnik, J. (2015). Current air quality analytics and monitoring: A review, *Analytica Chimica Acta*, 853, 116-126.
- [5] Maruo, Y. Y., Ogawa, S., Ichino, T., Murao, N., and Uchiyama, M. (2003). Measurement of local variations in atmospheric nitrogen dioxide levels in Sapporo, Japan, using a new method with high spatial and high temporal resolution, *Atmospheric Environment*, 37, 1065-1074.
- [6] Çetin Ş., Ayberk Ş., 2010. Kocaeli İli Çevre Havasında Azot Oksit Kirliliğinin İncelenmesi, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr/senayc/poster/senayc20.01.2010_13.57.38poster.pdf
- [7] Elbir, T., Bayram, A., Kara, M., Altıok, H., Seyfioğlu, R., Ergün, P. (2010) İzmir Kent Merkezinde Karayolu Trafikinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin İncelenmesi. DEU Muhendislik Fakültesi Dergisi, İzmir.
- [8] Elbir, T. (2004) "Estimation of Emission Strenghts of Primary Air Pollutants in the City of Izmir, Turkey", *Atmospheric Environment*, Vol 38, 1851-1857.
- [9] Laxen, D. P. H. and Noordally, E. (1987). Nitrogen-Dioxide Distribution in Street Canyons, *Atmospheric Environment*, 21, 1899-1903.
- [10] Mondal, R., Sen, G. K., Chatterjee, M., Sen, B. K., and Sen, S. (2000). Ground-level concentration of nitrogen oxides (NO_x) at some traffic intersection points in Calcutta, *Atmospheric Environment*, 34, 629-633.
- [11] Aneja, V. P., Agarwal, A., Roelle, P. A., Phillips, S. B., Tong, Q. S., Watkins, N., and Yablonsky, R. (2001). Measurements and analysis of criteria pollutants in New Delhi, India, *Environment International*, 27, 35-42.
- [12] Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Gürgen, G. (2004). Ankara'da Hava Kirliliğinin İstatistiksel Analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 2, Sayfa: 1-18.
- [13] Awang, N. R., Ramli, N. A., Yahaya, A. S., and Elbayoumi, M. (2015). High Nighttime Ground-Level Ozone Concentrations in Kemaman: NO and NO₂ Concentrations Attributions, *Aerosol and Air Quality Research*, 15, 1357-+.
- [14] Vellingiri, K., Kim, K. H., Jeon, J. Y., Brown, R. J. C., and Jung, M. C. (2015). Changes in NO_x and O₃ concentrations over a decade at a central urban area of Seoul, Korea, *Atmospheric Environment*, 112, 116-125.