

İSTANBUL'DA OZON VE NO_x İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Kadir ALP¹, Nizamettin MANGIR², Asude ÖZKAN³

¹İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Maslak /İstanbul

²İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü Fatih/İstanbul

³Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çorlu/Tekirdağ

ÖZET

İstanbul'da son on yılda hava kirletici emisyon kaynaklarının yapısında önemli değişiklikler gerçekleşmiştir. Bu değişimlerin doğal bir sonucu olarak çevre havasında yer alan SO₂, PM10, NO, NO₂, CO ve VOC gibi hava kirletici parametreler ve bunlardan oluşan O₃ gibi fotokimyasal kirleticilerin konsantrasyonlarında da değişimler beklenmelidir. Bu çalışmada 1996-2002 yıllarına ait çevre havası ölçüm sonuçlarından yararlanılarak İstanbul'da NO, NO₂ ve NO_x (NO+NO₂) parametreleri ile O₃ arasındaki ilişki incelenmiş, O₃ oluşumunda yerel ve bölgesel NO_x kaynaklarının zaman içinde katkılarının değişimi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ölçüm bölgelerinde yerel NO_x kaynakların katkısı azalırken bölgesel NO_x kaynaklarının payı artmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ozon, Azot oksitler (NO_x), Oksidantlar (OX), Lokal ve bölgesel kaynaklar, İstanbul.

ABSTRACT

Monitoring data from the Istanbul Municipality Air Quality Network are used to investigate the relationships between ambient level of ozone (O₃), nitrogen monoxide(NO), and nitrogen dioxide(NO₂) as a function of NO_x, at polluted two urban sites, Kadıköy and Sarıcahane in İstanbul/Turkey. The level of Oxidant, OX, (O₃ + NO₂) varies with the level of NO_x. The analyses indicate that the level of OX at a given location is made up of NO_x independent and NO_x dependent contributions. The former is effectively a regional contribution which equates to the regional background O₃ level, whereas the latter is effectively a local contribution which correlates with the level of primary pollution. Relationships between OX and NO_x, based on monthly mean data, and fitted functions describing the relative contributions to OX made by NO₂ and O₃, are used to define expressions which describe the likely variation of monthly mean NO₂ as a function of NO_x at two urban sites, and which can take account of possible changes in the regional background of O₃.

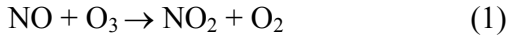
Keywords: Ozone, Nitrogen oxides(NO_x), Oxidant(OX), Local and regional sources, İstanbul.

GİRİŞ

Aşağı atmosferde bir fotokimyasal hava kirletici olarak ozon(O₃), son 30 yılda yerleşim bölgelerinde en önemli kirletici parametre konumunu sürdürmektedir. Genellikle nisan –eylül ayları arasındaki periyot ozon mevsimi olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde güneşin doğuşu ile ozon sentezi başlamakta, özellikle güneş radyasyonunun en yüksek değerlerine çıktığı öğle

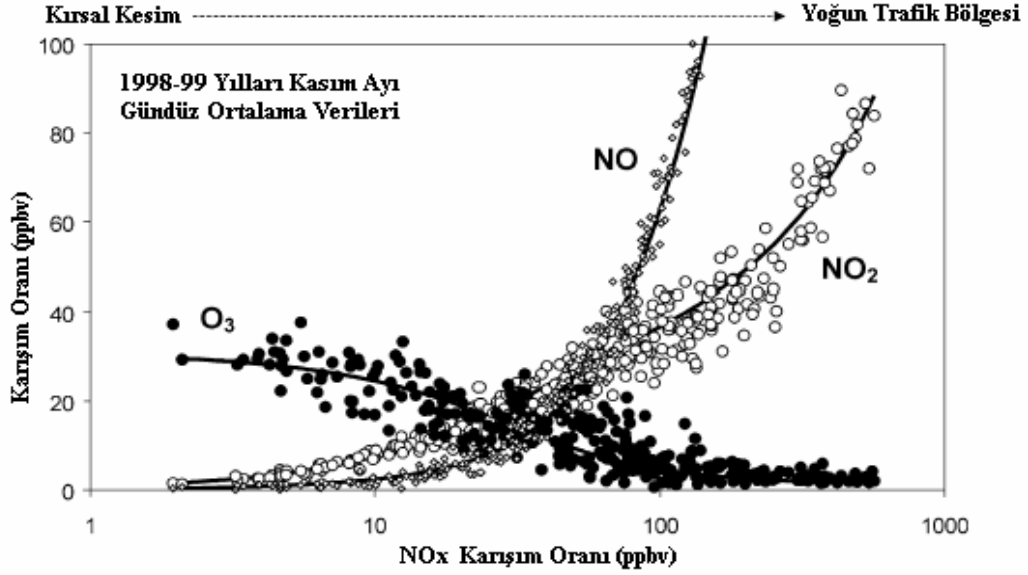
saatlerinde maksimum değerlerine ulaşmakta, güneşin batışı ile de tekrar minimum seviyelerine inmektedir. Böylece çevrimsel olarak ozon sentezi gerçekleşmektedir. Ozon sentezi çok sayıda etken dolayısı ile komplike bir mekanizmaya sahiptir. Ancak en basit haliyle aşağı atmosferdeki azot oksitlerin (NO_x) katalizleyiciliğinde metandışı hidrokarbonlar (NMHC) ve kısmen karbonmonoksit, O_3 sentezinde etkili olmaktadır. Dolayısı ile bir yerleşim bölgesinde O_3 kontrolüne yönelik çalışmalar ya NO_x 'i ya da NMHC'ları dikkate almak zorundadır.

Bilindiği gibi O_3 ile NO ve NO_2 arasında gündüz saatlerinde

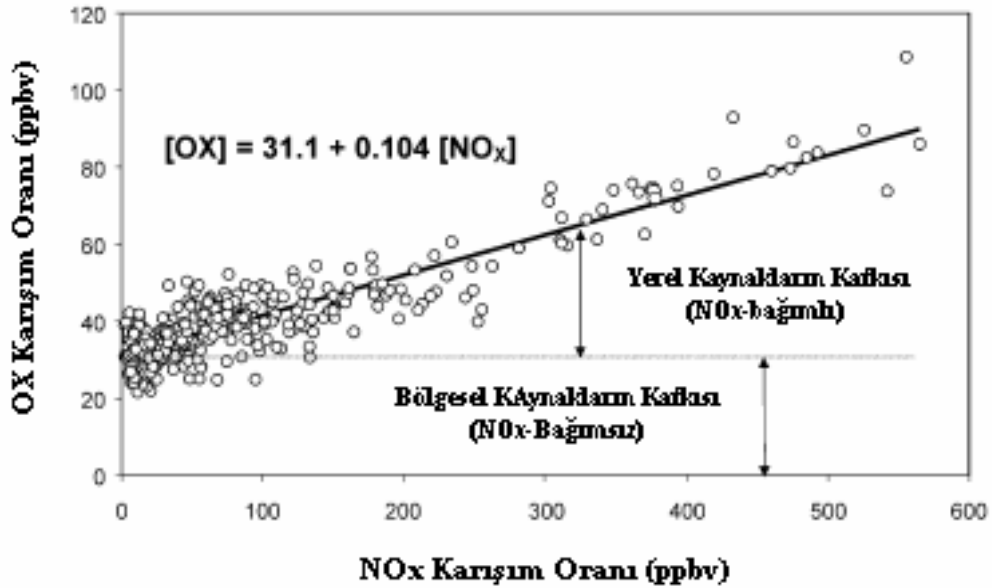


basit çevrimsel fotokimyasal reaksiyonlarının olduğu kabul edilir. Burada h Planck sabitini, ν ise ışığın frekansını göstermektedir. Bu çevrim sonunda net bir ürün elde edilmemektedir. Bu reaksiyonlar kapalı bir sistem oluştururlar ve bu sistem içinde NO_x 'i oluşturan NO ve NO_2 arasındaki etkileşmeler ile oksidanlar(OX) ve onun bileşenleri olan NO_2 ve O_3 arasındaki etkileşmeler değişse de NO_x ve OX toplamı değişmemektedir. NO, NO_2 ve O_3 birkaç dakika içinde "photostationary" olarak adlandırılan denge şartlarına ulaşırlar ve aralarındaki ilişki $[\text{NO}].[\text{O}_3] / [\text{NO}_2] = J_2 / k_1$ ifadesi ile verilmektedir. Burada J_2 NO_2 için fotoliz hızını, k_1 ise NO ile O_3 arasındaki reaksiyonun hız sabitini göstermektedir (Clapp, 2001).

Diğer taraftan gündüz saatlerine ait NO, NO_2 ve O_3 datalarının NO_x ile değişimi kırsal bölgelerden yoğun trafik bölgelerine doğru (Sekil 1a) incelendiğinde bu değişkenlerin arasında yukarıda belirtilen reaksiyonlara dayalı bir dengenin açık varlığı görülmektedir(Clapp, 2001). Bu grafikte NO_x skalası logaritmik olarak seçilmiştir. Ancak ilginç olan nokta O_3 konsantrasyonunun sifira gitmesi durumunda bile NO_2 konsantrasyonu, NO_x 'deki artış ile artisini sürdürmektedir. OX- NO_x arasındaki ilişki ise Sekil 1b) $y = mx + n$ şeklinde birinci dereceden bir doğru vermektedir. Y ile $[\text{OX}]$ ve x ile $[\text{NO}_x]$ temsil edilmektedir. Photostationary şartlarda bu doğrunun orijinden geçmesi ve denkleminin de $y = mx$ şeklinde olması beklenirdi. Oysa gerçek durumda OX'in , incelenen bölge özelliklerine bağlı olarak NO_x ile hem bağımlı hem de bağımsız olarak değiştiği görülmektedir. Bağımlı değişim gösteren kısım(OX- NO_x doğrusunun y eksenine ile kesim noktasının, (n), üst kısmı, doğrunun eğimi olan m ile temsil edilmektedir) yerel kaynakların katkısını, bağımsız değişim gösteren kısım da (OX- NO_x doğrusunun y eksenine ile kesim noktasının alt kısmı) bölgesel kaynakların katkısını göstermektedir. Bölgesel kaynak kavramı ile yerel olmayan ancak oluşturdıkları emisyonların yol aktiviteleri fotokimyasal reaksiyon ürünlerinin cesitli taşınım mekanizmaları ile inceleme bölgesinde etkili oldukları kabul edilen kaynaklar kastedilmektedir. Bu tür kaynakların inceleme bölgesine mesafesi meteorolojik ve topografik olarak zaman içinde değişebilmesine rağmen her bölge için genel karakteristikler bakımından belirgindir. Burada bölgesel kaynak ifadesi ile emisyon kaynaklarının incelenen yere 10-100 km çaplı daire içinde kalan kaynaklar kastedilmektedir(Treffeisen,2002 ; Libiseller,2003 ; Jenkin, 2000; Coyle, 2002; Moussiopoulos,2000 ; Pont, 2000). Lokal kaynaklar ise 10 km çaplı daire içinde kalan kaynaklardır. Bölgesel katkı özellikle O_3 için geçerlidir, yani bölgesel kaynakların etkisi ile oluşacak O_3 inceleme bölgesinde etkili olacaktır. Dolayısı ile bir bölgede hava kalitesi planlanırken yerel kaynakların kontrolü kadar bölgeyi etkileyen diğer kaynakların da muhakkak göz önüne alınması gerektiği anlaşılmaktadır.



Şekil 1. NO_x ile NO, NO₂ ve O₃ konsantrasyonlarının değişimi



Şekil 2. NO_x ile OX ilişkisi

OX'in bölgesel ve lokal kaynaklarının etkisinin mevsimsel değişimleri söz konusudur. Bölgesel kaynakların özellikle Nisan/Mayıs döneminde pik değerler sergiledikleri ve ortalama değerin 38

ppbv mertebelerinde olduğu, lokal kaynakların etkisinin ise oldukça sınırlı bir aralıkta ($\sim 0,1$) kalmaktadır.

MATERYAL VE METOD

İnceleme Bölgesi

Bu çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından Anadolu yakasında Kadıköy`de ve Avrupa yakasında Sarıyer`de sürdürülen hava kirlleticileri ölçümlerinden elde edilen datalar kullanılarak, 1996-2002 yılları arasında, bu bölgelerde yerel ve bölgesel kaynakların ozon ve diğer kirleticiler bakımından zaman içindeki değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçüm istasyonlarının koordinatları aşağıda verilmiştir :

Sarıyer X: 28 57 17 Y: 41 00 53
Kadıköy X: 29 02 01 Y:40 59 31

Ozon ve diğer kirleticiler parametrelerin ölçümleri saatlik bazda elde edilmektedir. Ozon ölçüm sistemi olarak Environment S.A. firmasına ait Model O3 41M cihaz kullanılmaktadır. Ölçüm prensibi ozonun spesifik dalga boyundaki UV ışınlarını absorptomasına dayanmaktadır. NO ve NO₂ ölçümleri chemiluminescence metodu ile aynı firmaya ait Model AC31M cihazları ile ölçülmüştür. Cihazların kalibrasyonu, ilgili firma elemanları tarafından periyodik olarak yapıldığı bildirilmektedir.

Ölçüm Sonuçlarının Düzenlenmesi

Kullanılan datalar 1995 – 2002 yılları arasında kapsamaktadır. Ancak datalar çeşitli nedenlerle eksiklikler içermekte dolayısı ile yıl bazında tam seri data analizi mümkün olamamaktadır. Eksikler, 1995-1997 yılları arasında kullanılan mobil ölçüm istasyonlarının bir istasyonda 24 saat olarak değil daha kısa süreli ölçümler yapmış olmasından ve 1998- 1999 yıllarında da sabit istasyonlarda ölçüm cihazlarının çok sık arıza yapmış olmasından kaynaklanmaktadır. Bazı aylarda NO_x ve O₃ parametrelerinin bu istasyonlarda eş zamanlı olarak ölçülemediği olması da önemli bir eksikliktir. Yukarıdaki nedenler dolayısı ile Anadolu ve Avrupa yakalarında 1995-1997 yılları arasındaki datalar tek bir istasyona aitmiş gibi değerlendirilmiştir. Diğer taraftan O₃-NO_x ilişkisi esas olarak gündüz saatlerinde geçerlidir. Bu nedenle mevcut saatlik datalardan, aylara göre güneşin doğuş ve batış saatleri esas alınarak, gündüz saatlerine ilişkin kısımları alınmış ve bunların grafikleri hazırlanmıştır. Seçilen aylar, en az 15 gün ve daha uzun periyotlarda 24 saatlik data ihtiva eden aylardır. Bu kabullerle mevcut datalar Tablo 1 de verilmistir. Tablo 1`den görüldüğü gibi İstanbul`da NO_x ve O₃ parametreleri oldukça sınırlı periyotlarda elde edilebilmektedir. 1995 yılına ait datalar her iki istasyonda da sadece 3 aylık bir periyodu ihtiva etmektedir ve değerlendirme dışında tutulmuşlardır. Kadıköy istasyonunda 1996 ve 1997 dataları tam olarak görülmektedir. 1998-99 dataları azalmakla beraber yılın yarısından fazladır.

Tablo 1. İstanbul'da Kadıköy ve Saraçhane İstasyonlarında NO, NO₂ ve O₃ Ölçümlerin Sürekliliği

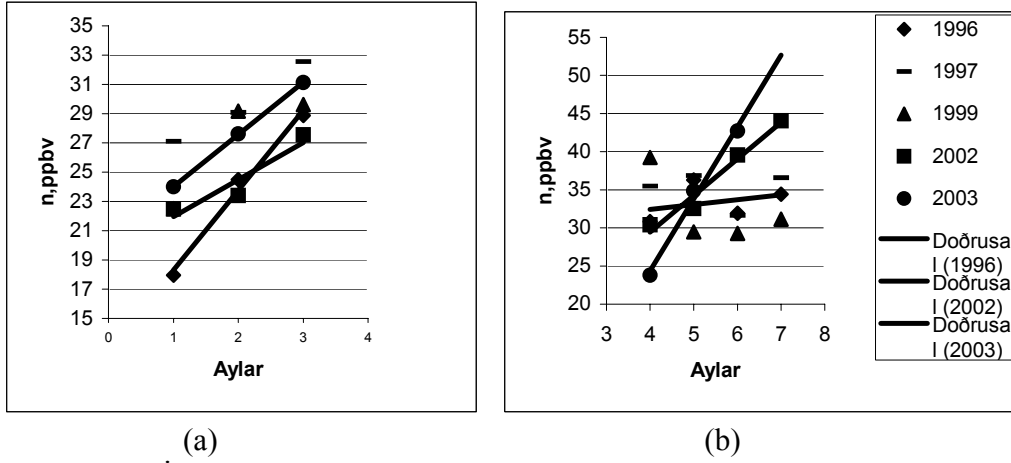
YILLAR	KADIKÖY	SAYI	SARAÇHANE	SAYI
1995	10,11,12	3	10,11,12	3
1996	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	12
1997	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	12	1,2,3,4,5,6	6
1998	1,2,3,4,5,9,10,11,12	9	-	-
1999	1,2,3,4,5,6,7	7	-	-
2000	-	-	-	-
2001	-	-	7,10,11,12	4
2002	2,3,4,5,6,7,11,12	8	5,6,7,11,12	5
2003	1,2,3,4,5,6	6	1,2,3,4,5,6,7	7

Ancak aynı aylara ilişkin datalar tam olarak bulunmamaktadır. 2000 ve 2001 yıllarında Kadıköy bölgesinde ölçüm yapılamamıştır. 2002 yılında ise kısmen datalar tamdır. Saraçhane istasyonu ise Kadıköy istasyonuna göre çok daha az ve dağınık dataya sahiptir. Bu durum bu parametrelerin zaman içindeki değişim trendlerinin belirlenmesinde güvenli bir değerlendirme yapılmasına tam olarak imkan vermemektedir. Ancak gerek Kadıköy gerekse Saraçhane istasyonunda ay bazında bir değerlendirme yapılması halinde buradan bazı değişim trendleri hakkında ipuçları elde edilmesi mümkündür.

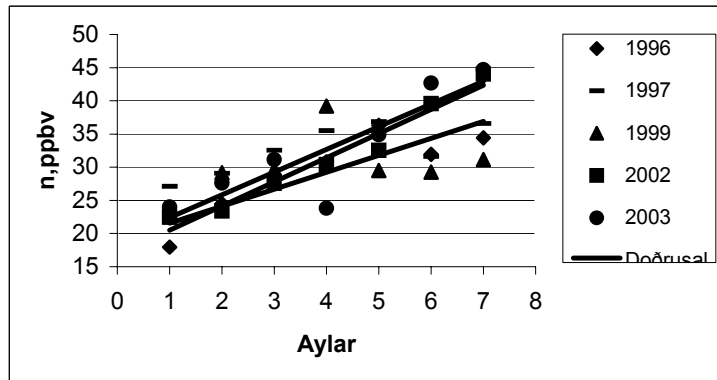
SONUÇLAR

Kadıköy Bölgesi Sonuçları

Kadıköy bölgesi ile ilgili datalar önce ay bazında OX- NO_x ilişkisi bakımından ele alınmış, her ay için $[NO_x] = n + m[OX]$ denklemleri elde edilmiş ve değerlendirilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi n ile bölgesel kaynakların, m ile de lokal kaynakların katkıları gösterilmektedir. n ve m değerlerinin yıl bazındaki aylık ortalama değişimi 1996-2003 yılları için 1. ve 7 (ayları içeren periyotlar esas alınarak ortalama değişimleri n için Şekil 3(a) ve (b) de ve m için de Şekil 5(a) ve (b) de verilmiştir. Şekil 3(a)'nın incelenmesinden Kadıköy bölgesinde yılın 1. ile 3. ayları arasında kalan dönemde NO_x üzerinde bölgesel kaynakların katkısı 1996'dan itibaren artış trendi göstermektedir. Özellikle 2003 yılı datalarında bu artış belirgin bir şekilde görülmektedir. Üç aylık döneme ilişkin ortalama artış yüzdesi %18.1'dir. Ancak ay bazında artışlar ocak ayından mart ayına azalarak %33,6, %12,8 ve %7,8 olarak gerçekleşmiştir. Bölgesel katkının ozon mevsimi içindeki değişimi daha önemlidir. Ancak data yetersizliği dolayısı ile bu dönemin tamamını görmek mümkün olmadığından sadece 4. ve 7. aylar arası değerlendirilebilmiştir (Şekil 3(b)). Ozon mevsimi içindeki aylarda özellikle mayıs ayından itibaren 2002 yılında başlayan artış trendinin hızlanarak 2003 yılında da devam ettiği görülmektedir. Bu trend 1996 ile 2002 ve 2003 yılları arasında yıllık ortalamalar bakımından (36.64-33.36 ppbv ve 37.1-33.36 ppbv) bölgesel katkının % 9.83 ve % 11.21 oranında arttığı (ortalama yıllık artış hızı %1.64 ve % 1.60) bulunmuştur. Diğer taraftan 1. ve 7. ayların toplu değerlendirilmesinden (Şekil 4) 1996 yılına göre bölgesel katkı oranının yıllık bazda 2002 de %5,72 ve 2003 de de %9,6 oranında artış gösterdiği bulunmuştur. Buna göre bölgesel katkı oranında süreklilik bulunmaktadır.



Şekil 3. Kadıköy İstasyonunda Bölgesel NO_x (n) Katkısının 1996-2003 Kış Periyodu içindeki Ocak ve Mart Ayları (a) ve Ozon Mevsimi içindeki Nisan-Temmuz Ayları (b) Arasında Değişimi

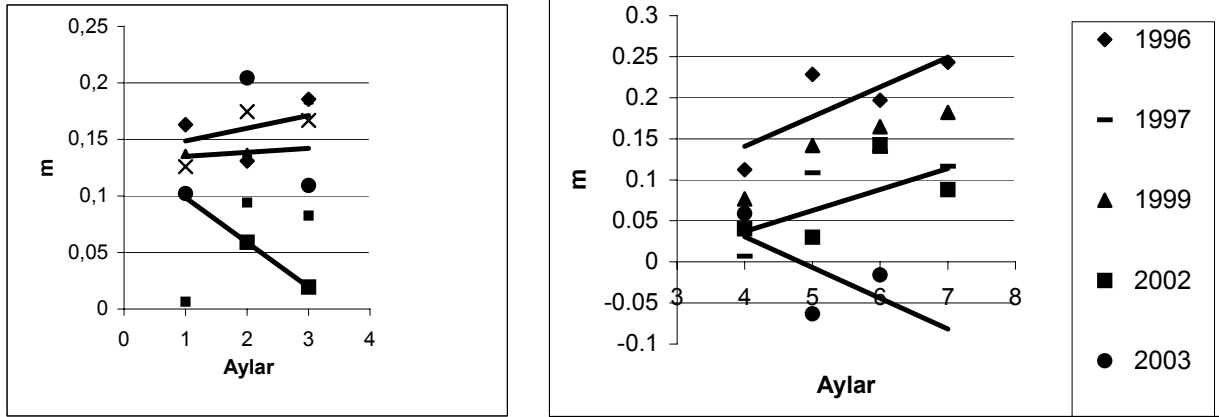


Şekil 4. Kadıköy İstasyonunda Bölgesel NO_x (n) Katkısının 1996-2003 Periyodunda Ocak ve Temmuz Ayları Arasında Değişimi

Benzer şekilde lokal katkıların değişimi de incelenmiş ve 1996-2003 kış periyodu için Ocak – Mart ayları arası ve nisan-temmuz ayları arası Şekil 5 (a) ve (b) de verilmiştir.

Lokal katkı değerlerinin analizinden kış sezonuna ait Ocak-Mart periyodunda 1999 yılı istisna tutulduğunda genel olarak değerlerin 1996 ‘dan itibaren azalma trendinde olduğu azalmanın, 2003 e göre 2002 yılında diğer yıllara göre daha düşük değerlere sahip olması ilginç bulgulardır. Lokal kaynakların katkısının ozon mevsimi içindeki 4. ve 7. aylar arasındaki değişimi de 1996-2003 yılları arasında sürekli olarak ve artan oranda azaldığını sergilemektedir. Özellikle 2003 yılında lokal katkının ters eğime sahip olması yani katkı oranının mayıs ayından itibaren tersinmesi dikkat çekicidir.

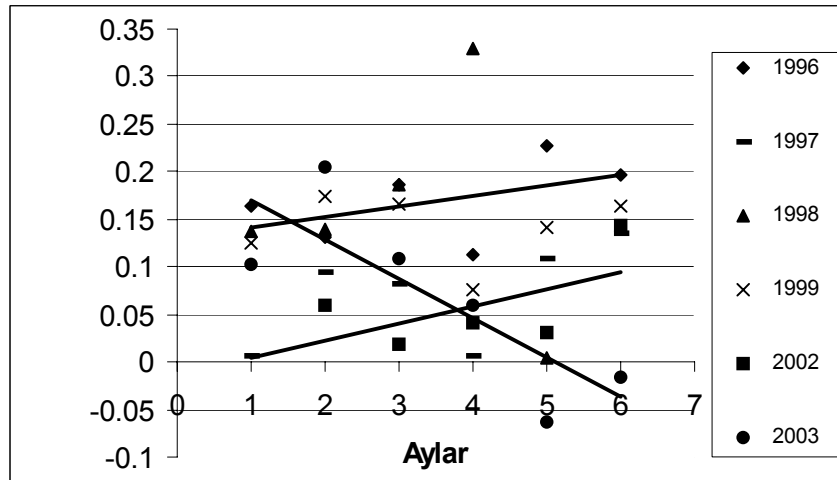
Lokal kaynakların ölçüm periyodu تماما en yakın olan ocak-temmuz ayları arası için 1996-2003 yıllarındaki değişim Şekil 6 da verilmiştir. Bu periyot Şekil 5(b) deki ilişki ile benzerlik göstermektedir.



(a)

(b)

Şekil 5. Kadıköy İstasyonunda Lokal NO_x (m) Katkısının 1996-2003 Kış Periyodu içindeki Ocak ve Mart Ayları(a) ve Ozon Mevsimi içindeki Nisan-Temmuz Ayları (b) Arasında Değişimi



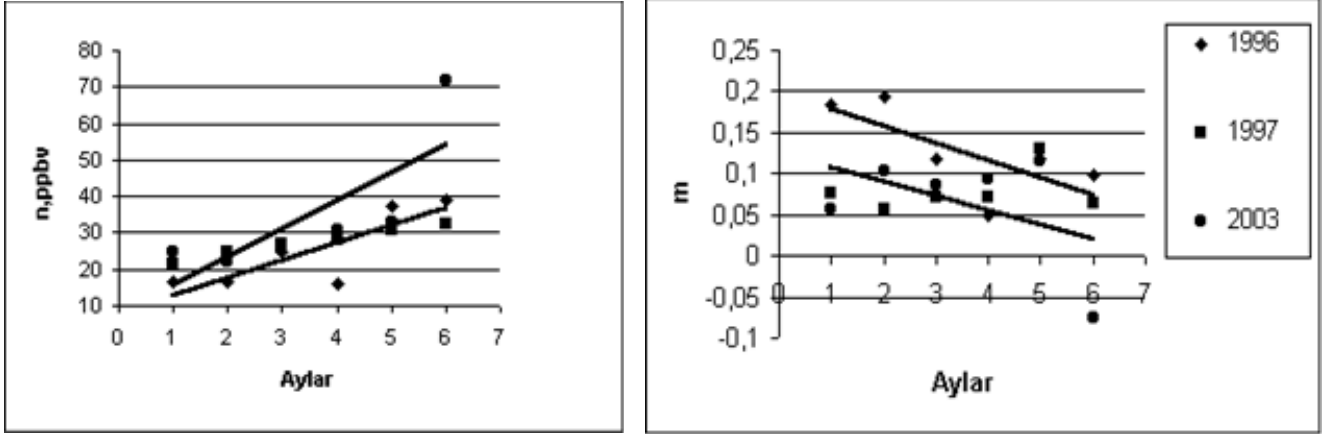
Şekil 6. Kadıköy İstasyonunda Lokal NO_x Katkısının 1996-2003 Periyodunda Ocak ve Temmuz Ayları Arasında Değişimi

Saraçhane Bölgesi Sonuçları

Saraçhane bölgesi ölçüm datasının daha sınırlı olması dolayısı ile bölgesel ve lokal kaynakların katkısının zamanla değişiminin incelenmesinde yetersizliğe yol açmaktadır. Bu nedenle 1996, 1997 ve 2003 yılı dataları ocak-haziran dönemi için bölgesel NO_x kaynaklarının katkısı Şekil 7 (a)'da, lokal NO_x kaynaklarının katkısı ise Şekil 7(b)'de değerlendirilmiştir.

Saraçhane istasyonunda da bölgesel NO_x kaynaklarının katkısı incelenen zaman aralığında artış göstermektedir. Yıllık artış oranları 1996 yılı baz alındığında 2003 yılı için $(34,8-24,9) \cdot 100 / 24,9$

ppmv) yani % 39,76 (yıllık artış oranı % 5,65) oranı ile Kadıköy istasyonundan daha yüksek gerçekleşmektedir. Lokal NOx kaynaklarının katkısında ise azalma trendi oldukça belirgindir.



(a)

(b)

Şekil 7. Saraçhane İstasyonunda 1996, 1997 ve 2003 Yıllarında Ocak-Haziran Periyodunda Bölgesel NOx Kaynaklarının Katkısı(a) ve Lokal NOx Kaynaklarının Katkısındaki (b) Değişim.

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bölgesel Ve Lokal Kaynakların Etkisi

İstanbul atmosferinde ozon sentezi üzerinde lokal ve bölgesel NOx kaynaklarının etkisinin anlaşılabilmesi için ayrıntılı bir şekilde emisyon envanteri bilgilerine ihtiyaç vardır. Bu bilgilerle lokal ve bölgesel hava kirletici kaynakların yapısındaki değişikliklerin emisyon miktarları üzerindeki etkileri ortaya konulabilir. İstanbul için bu ayrıntıda envanter bilgileri bulunmamaktadır. Bu nedenle daha basit yaklaşımlarla bu etkinin tahminine çalışılmasından başka bir seçenek bulunmamaktadır. Benimsenen yaklaşımın temel argümanları şu şekilde tespit edilmiştir. Emisyon kaynakları motorlu araçlar, endüstri, enerji üretimi ve konut ve işyeri ısıtma olmak üzere dört ana grup içinde ele alınacaklardır. Bu kaynaklar ünitelerin gerek sayısal artışları gerekse yakıt kullanımları açısından irdeleneceklerdir.

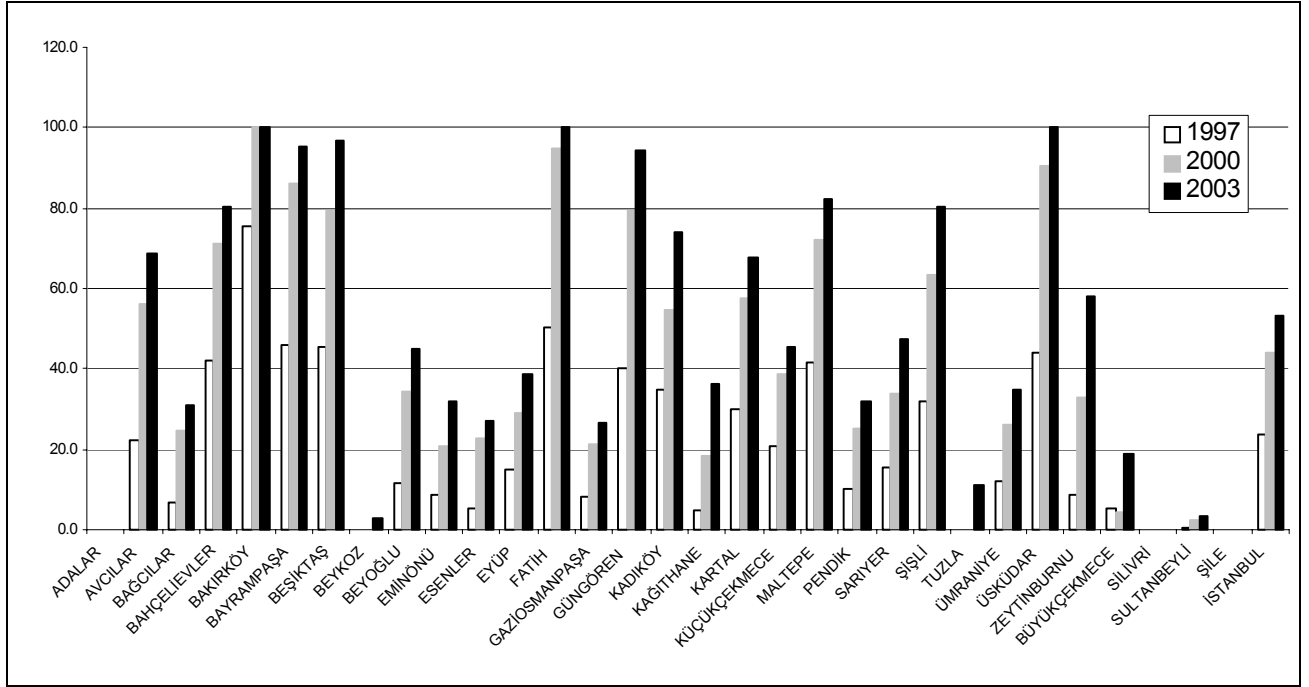
Motorlu taşıt emisyonları araç sayısının ve kullanım alışkanlıklarının fonksiyonudur. Her iki faktör de ülke ekonomisi ile direkt bağlantılıdır ve son beş yıldaki ekonomik darboğaz bu kaynağın emisyonlar üzerindeki etkisinin nispeten sabitleşmesine ve hatta kısmen küçük oranda azalmasına yol açmıştır. LPG kullanımının yaygınlaşması kısmen NOx emisyonlarını etkilemiştir. Endüstriyel kaynaklar içinde benzer şeyler söylenebilir. Üretimdeki gerileme bu kaynağın katkısında azalma ile sonuçlanmıştır. O zaman geriye enerji üretimi ve konut ısıtma kalmaktadır. Bu iki kaynak grubu 1995 yılından itibaren önemli yapısal değişiklikler geçirmiştir. Özellikle doğal gazla dayalı termik santrallerin yaygınlaşması, enerji üretiminden kaynaklanan bütün emisyon parametrelerinde olduğu gibi NOx miktarlarında da önemli değişimlere yol açmıştır. Konut ısıtmada da kömür ve fuel oil yerine doğal gazın etkili bir şekilde ikamesi ile bu kaynağın emisyonlarında diğer kirletici parametre emisyonları aleyhine NOx emisyonlarının

artışına yol açacağı tahmin edilmektedir. Bahse konu etkilerin kantitatif değerlendirilmesi halen sürdürülmekte olan başka bir çalışmanın konusudur. Burada sadece konut ısıtmanın etkisi ile ilgili bir değerlendirme yapılacaktır.

Konut ısıtmada doğal gazın yaygınlaşması diğer yakıt türlerinin tüketimlerini azaltıcı yönde etkili olmaktadır. Şayet ilçe bazında doğal gazın yaygınlaşması yıl bazında değerlendirilebilirse diğer yakıtların payları da tahmin edilebilir. Bu amaçla İGDAŞ'dan 1995'den itibaren ilçe bazında konut ve ticarethaneler ile endüstriyel tesislerin abone sayıları ve tüketilen doğal gaz miktarları temin edilmiştir. İlçelerin nüfus sayılarından hareketle konut sayılarının tahminine çalışılmıştır. Bunun için aile başına fert sayısından hareket edilmiştir. Devlet İstatistik Enstitüsü'nün 2002 de yayınladığı verilere göre İstanbul'da ortalama aile başına fert sayısı 4.5 kişi mertebelerindedir. Bu rakam esas alınarak ilçe nüfusları bölünmüş ve böylece muhtemel abone sayısı tahmini yapılmıştır. Bu sayı İGDAŞ'dan alınan abone sayıları ile karşılaştırılmış ve ilçe bazında doğal gaz kullanım oranları elde edilmiş ve Şekil 8 de verilmiştir. Buna göre Bakırköy, Beşiktaş, Fatih, Şişli, Maltepe ve Üsküdar gibi ilçelerde doğal gazın yaygınlığı %80-100 arasındadır. Bunun yanında Kadıköy'de 2003 de %74'e ulaşılmıştır. İstanbul genelinde ise 1997, 2000 ve 2003 yıllarında oran %23,6, %43,9 ve %53,3 olarak bulunmuştur. Buna göre henüz İstanbul genelinde konut ısıtmada doğal gaz dışındaki yakıtların oranı % 50 mertebelerindedir. Kadıköy ve Saraçhane istasyonlarının bulunduğu bölgeleri etkileme potansiyeline sahip ve bölgesel ölçekli kaynakların yer aldığı diğer ilçelerden Beykoz, Sultanbeyli, Tuzla, Pendik, Şile, Ümraniye Eyüp, Gaziosmanpaşa, Beyoğlu, Esenler, Bağcılar, Kağıthane, Beyoğlu gibi ilçelerde doğalgaz kullanım oranı oldukça düşük ve %0-35 arasında değişmektedir. Buna göre bölgesel katkıların son beş yılda artma potansiyeli yüksektir. Benzer bir mukayese endüstriyel tesisler için yapılamamıştır. Bununla beraber İstanbul genelinde endüstride doğalgaz kullanımının en az konutlar kadar olacağı tahmin edilmektedir.

Enerji üretiminde ise kamuya bağlı Ambarlı ve Hamitabat Doğalgaz kombine çevrim santralleri yanında son beş yılda "Yap işlet devret" veya "Yap işlet" ve "Kojenerasyon" kapsamında özel sektör tarafından kurulan toplam 10.000 MW mertebelerinde doğalgazlı enerji santralleri İstanbul içinde(Esenyurt, Boğazköy) ve yakın illerde Gebze-İzmit Adapazarı ve Marmara Ereğlisi-Tekirdağ'da faaliyetlerini sürdürmektedir. Bütün bu kaynaklar dikkate alındığında İstanbul içinde ve meteorolojik olarak İstanbul'u etkileyebilecek bölgelerde NO_x emisyonunda artışlar söz konusu sudur.

Gelecek beş yıllık periyot için bölgesel katkının Şekil 8'de görüldüğü gibi hakim bir rol oynayacağı tahmin edilmektedir. Dolayısı ile önümüzdeki yıllarda incelenen istasyonların olduğu bölgelerde ozon sentezinde bölgesel kaynakların katkısı daha da artma potansiyeline kavuşacaktır.



Şekil 8. İstanbul'da İlçe Bazında Konutlarda Doğalgaz Abone Oranlarının 1997, 2000 ve 2003 Yılındaki Değişimleri

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İstanbul'da çevre havasındaki ozon kirliliği, ölçümün yapıldığı iki istasyondan elde edilen sonuçlara göre Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde verilen 24 saat ortalamalı kısıtlama($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) açısından herhangi bir tehdit oluşturmamaktadır. Ancak ABD ve AB gibi ülkelerde geçerli olan 8 saatlik ortalamalar($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dikkate alındığında durum değişebilmektedir. Ülkemizde kısa süreli olarak özellikle yaz mevsiminde zaman zaman ani yükselmeler (10-11/Ağustos/2001 de 24 saatlik ortalama ozon konsantrasyonları 164 ve $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 10/08/2001 tarihinde 8 saatlik bazda $214 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve saatlik bazda ise $310 \mu\text{g}/\text{m}^3$) göstermektedir. Yapılan incelemelerde bu sıçramaların lokal kaynaklardan ziyade bölgesel kaynakların katkılarından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. İstanbul'da ozon kirleticisi bakımından geleceğe yönelik hava kalitesi planlamalarında bu durumun göz önüne alınması büyük önem taşımaktadır.

İstanbul, gerek nüfuzu, gerek motorlu araç sayısı, gerek endüstriyel tesisleri ve ticari potansiyeli bakımından Türkiye'nin en gelişmiş şehridir. Diğer taraftan sınırları itibarı ile bulunduğu coğrafyada komşu illerle birleşmesi söz konusudur. Dolayısı ile bu şehre yönelik hava kalitesi planlamalarında şehrin kendisi kadar bölgesel ölçekli diğer hava kirleticisi kaynakların da dikkate alınması gerekmektedir.

Hava kalitesi planlamalarında ilk adım daima emisyon envanterlerinin çıkarılmasıdır. Günümüze kadar bu alanda yürütülen çabalar oldukça yetersiz kalmıştır. Şehirler bazında envanterler kadar

ülke bazında biyogenik kaynaklar da dahil ayrıntılı çalışmaların vakit kaybedilmeden başlatılması gerekmektedir.

Envanter çalışmaları ile birlikte lokal ve bölgesel ölçekli hava kalitesi modelleme çalışmalarının da başlatılması şarttır. Bu amaçla hava kalitesi izleme şebekesi ve ölçüm istasyonlarının gerek sayısal gerekse ölçülen parametreler bakımından zenginleştirilmesi kaçınılmazdır. Bütün bu işlerin yapılabilmesi için ülkede hava kalitesinin yönetimine ilişkin düzenlemelerde köklü yeniliklerin yapılması gerekmektedir. Yakın zamanda girmeye çalıştığımız Avrupa Birliği ülkeleri hava kalitesi politikaları bakımından bu yeniliklerin yapılması uyumun sağlanabilmesi için kaçınılmazdır.

İstanbul'da son on yıl içinde yakıt kalitesinde yapılan değişiklikler şehrin hava kalitesi üzerinde SO₂, PM₁₀ gibi bazı kirletici parametreler bakımından önemli düzelmeler sağlamıştır. Ancak NO_x kaynaklarının artması NO_x emisyonlarının da artması ile sonuçlanmıştır. Bu nedenle önceki yıllardan farklı olarak başta ozon olmak üzere fotokimyasal kirleticilerin oluşum potansiyeli yükselmiştir. Bu olay benzer yakıt kaynağı değişiminin söz konusu olduğu diğer bölgelerde de beklenmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan ilçe bazında doğalgaz kullanımına ilişkin bilgilerin temininde İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı İstanbul Gaz Dağıtım AŞ, İGDAŞ, Genel Müdürlüğü'nden Sayın Mithat Özaydın'a, Sayın Hakan Özkan'a ve yoğun emekleri dolayısı ile Sayın Ahmet Akın'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Lynette J. Clapp and Michael E. Jenkin, Analysis of the relationship between ambient levels of O₃, NO₂ and NO as a function of NO_x in the UK, *Atmospheric Environment*, 35 (36), 6391-6405, 2001.

M. Coyle, R. I. Smith, J. R. Stedman, K. J. Weston and D. Fowler, Quantifying the spatial distribution of surface ozone concentration in the UK, *Atmospheric Environment*, 36 (6) 1013-1024, 2002

Jenkin, M.E. and Clemitshaw, K.C., Ozone and other secondary photochemical pollutants: chemical processes governing their formation in the planetary boundary layer, *Atmospheric Environment*, 34, 2499-2527, 2000.

Libiseller C., Grimvall A., Model selection for local and regional meteorological normalisation of background concentrations of tropospheric ozone, *Atmospheric Environment*, 37 (28), 3923-3931, 2003

Moussiopoulos, N., Sahm P., Turlou M., Friedrich R., Simpson D. and Lutz M., Assessing ozone abatement strategies in terms of their effectiveness on the regional and urban scales, *Atmospheric Environment*, 34 (27), 4691-4699, 2000.

Pont V.,Fontan J., Local and regional contributions to photochemical atmospheric pollution in southern France, *Atmospheric Environment*, 34 (29-30) 5209-5223, 2000.

Schichtel B. A., Husar R. B., Eastern North American transport climatology during high- and low-ozone days, *Atmospheric Environment* 35 (6)1029-1038, 2001.

Trefffeisen R., Grunow K., Möller D.,Hainsch A., Quantification of source region influences on the ozone burden, *Atmospheric Environment*, 36 (22), 3565-3582, 2002.