

## Bitkilere Zararlı Olan Ozon, Azot Dioksit ve Kükürt Dioksit'in Erzurum Atmosferindeki Değişimleri

Fatma Sezer TURALIOĞLU

Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 25240 Erzurum

**Özet:** Bitkilere zararlı olan ozon ( $O_3$ ), azot dioksit ( $NO_2$ ) ve kükürt dioksit ( $SO_2$ ) konsantrasyonları kış ve yaz dönemlerinde 8 hafta süresince belirlendi. Örnekler Erzurum'da 10 farklı noktada pasif örnekleme ile haftalık olarak yapıldı.  $O_3$ ,  $NO_2$  ve  $SO_2$  konsantrasyonları kış ayında sırasıyla  $55.4 \pm 11.3$ ,  $14.0 \pm 7.7$  ve  $17.8 \pm 14.2 \mu g/m^3$  olarak bulunurken yaz aylarında bu değerler  $63.1 \pm 11.5$ ,  $10.7 \pm 6.3$  ve  $3.4 \pm 2.5 \mu g/m^3$  olmuştur. Bu değerler büyük oranda sınırların altında kalmıştır. Bu kirleticilerin mevsimsel değişimleri,  $O_3$ 'ün yaz ayında diğerlerinin kış ayında maksimum değere ulaştığını göstermiştir. Ayrıca, en yüksek ozon ve en düşük azot ve kükürt dioksit seviyelerinin trafik etkisinin az olduğu kırsal alanlarda bulunduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ozon, Azot dioksit, Kükürt Dioksit, Hava kalitesi, Erzurum

## The Variations of Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide Being Harmful on Plants in Atmosphere of Erzurum

**Abstract:** Ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide concentrations which are harmful on plants were determined during 8 weeks covering winter and summer seasons. The measurements were weekly performed at 10 sampling points located in Erzurum city by using passive samplers. While the mean  $O_3$ ,  $NO_2$  and  $SO_2$  concentrations during winter period were found  $55.4 \pm 11.3$ ,  $14.0 \pm 7.7$  and  $17.8 \pm 14.2 \mu g/m^3$ , respectively: These concentrations in summer were  $63.1 \pm 11.5$ ,  $10.7 \pm 6.3$  and  $3.4 \pm 2.5 \mu g/m^3$ , respectively. These values generally lie below the air quality standards recommended by the national and international ambient air quality regulation. The seasonal variations have shown a maximum  $O_3$  concentration during summer while  $NO_2$  and  $SO_2$  levels have maxima in winter. However, the highest value of ozone and the lowest value of nitrogen and sulphur dioxide were obtained from rural areas where vehicular traffic is lower.

**Keywords:** Ozone, Nitrogen dioxide, sulphur dioxide, Air quality, Erzurum

### 1.Giriş

Şehir atmosferleri ısınmadan, araçlardan ve çevre endüstrilerden atılan hava kirleticilerle değişik oranlarda kirletilmektedir. Kent atmosferinde bulunan en önemli kirleticiler kükürt dioksit ( $SO_2$ ), partikül madde (PM), azot oksitler ( $NO_x$ ), uçucu organik bileşikler (UOB) gibi birincil hava kirleticiler ile fotokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan ve ikincil bir kirletici olan ozon ( $O_3$ ) dur.

Son yirmi yılda giderek konsantrasyonu artan troposferik ozon, insan sağlığına, bitki ve malzemelere olan olumsuz etkilerinden dolayı bu yüzyılın en önemli kirleticilerinden biri olarak değerlendirilmektedir (İm ve ark. 2008). Troposferik ozonun en önemli kaynakları, fotokimyasal zincir reaksiyonları ile  $NO_x$  gazları yardımıyla yere yakın tabakalarda oluşması ve stratosferdeki ozonun aşağılara doğru yayılmasıdır (Müezzinoğlu, 2003). Atmosferde  $NO_2$ 'nin parçalanarak  $NO$ 'ya dönüşümünde önemli miktarda oluşan ozon sadece gündüzleri oluşmakta fakat ozonun  $NO_x$  ve hidrokarbonlar tarafından tüketildiği reaksiyonlar ise geceleri de devam etmektedir.

Yakıt içeriğindeki kükürt miktarına bağlı olarak oluşan kükürt dioksit ( $SO_2$ ), şehirlerde ısınmada kömür kullanımının artmasıyla oluşan en önemli hava kirleticidir. Azot oksitler ( $NO_x$ ) ise, yüksek sıcaklık ve yüksek hava fazlalığındaki yanma koşullarında oluşan bir kirletici olup şehir alanlarındaki en önemli kaynağı taşıtlardır. Azot oksitler, kaynaklardan büyük oranda azot monoksit ( $NO$ ) formunda çıkmakta ve bir kısmı atmosferde fotokimyasal reaksiyonlar ile azot dioksit ( $NO_2$ ) formuna dönüşmektedir.

Hava kirleticiler bitkilere çeşitli zarar vermektedirler. Bitkilerin bu gazlara en hassas olan ve etkilenen organı yapraklarıdır. Yapraklardaki stomalar vasıtasıyla yaprak bünyesine giren bu gazlar yapraktaki klorofillerin yapısını bozmaktadırlar. Ayrıca yanık etkisi, serbest asit halinde yüzeysel olarak da ortaya çıkabilmektedir. Bitkiler üzerinde kirletici etkisiyle ortaya çıkan zararlar üç ayrı boyutta görülebilmektedir. Bunlar akut, kronik ve gizli zararlardır. Akut zararlaşmaya uğrayan bitkiler derhal ölmekte, kronik zararlaşma öldürücü olmamakla birlikte bitki kalitesini

büyük oranda bozmaktadır. Görünmeyen (gizli) zarar ise zaman içinde ortaya çıkmaktadır. Hava kirliliği, bahçe bitkilerinde de vejetatif aksamaların gelişmesini, dölleme biyolojisini, meyve tutumunu, verim ve kalitelerini önemli ölçüde etkilemektedir (Dursun ve ark. 1998).

Hava kalitesinin belirlenmesinde çeşitli örnekleme ve ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. En yaygın yöntemler; anlık ölçümlerin yapıldığı sürekli ölçüm ağıları, bir hava pompası yardımıyla hava çekilerek örnekleme yapıldığı aktif örnekleme sistemleri ve hava pompası gibi güçler kullanılmadan gaz difüzyonuna bağlı hava hareketi ile kirleticilerin tutulduğu pasif örnekleme yöntemleridir. Birden fazla noktada ölçümün gerekmesi durumunda anlık ölçüm ve aktif örnekleme yöntemleri çok masraflı olmakta ve pasif örnekleme yönteminin kullanılması oldukça önem kazanmaktadır. Pasif örnekleme yöntemleri, basit, kolay taşınabilir ve daha ucuz olmalarının yanı sıra, elektrik gücüne ihtiyaç duyulmadan örnekleme imkânı sağlamaları nedeniyle bölgesel ölçekli hava kalitesi ölçümlerinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tür örnekleme yöntemlerinin kullanımıyla birkaç saatten birkaç haftaya kadar değişen zaman dilimleri için ortalama konsantrasyon değerlerini belirlemek mümkün olmaktadır (Özden ve ark. 2008).

Hızlı ve yanlış kentleşme ve motorlu araç sayısındaki artış, Erzurum'da 1978 yılından itibaren hava kirliliği sorununu giderek önemli boyutlara çıkarmıştır. Erzurum kentindeki hava kirliliğinde, yakılan yakıtın kalitesizliği yanında, yakma yöntemi, meteorolojik faktörler, topoğrafik özellikler ve kentin konumu da etkili olmuştur (Turalıoğlu, 2005). 1980-2006 yılları arasında şehirde yarı otomatik sistemle sadece SO<sub>2</sub> ve duman ölçümü yapılabilmiş, O<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub> ölçümü ise yalnızca 1995-1996 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından geçici gönderilen gezici araçtaki online sistem tarafından tek noktada ölçülebilmştir.

Bu çalışma, Erzurum kent atmosferinde O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub>'nin çok noktada eş zamanlı ölçümünün yapıldığı ilk çalışmadır. Erzurum kent atmosferinde bu kirleticiler iki farklı mevsimde şehrin 10 farklı noktasında ölçülerek bunların şehirdeki alansal ve mevsimsel değişimleri ortaya koyulmaktadır.

## 2. Materyal Ve Metot

### 2.1. Örnekleme Noktaları

Merkez nüfusu 403000, merkez alan büyüklüğü 52,8 km<sup>2</sup> olan Erzurum'da şehir merkezi 1800-2000m yükseltide kurulmuş olup çevresi 3200m yüksekliğinde dağlarla çevrilmiştir. Şehrin coğrafik ve topoğrafik yapısı burada sert karasal iklim oluşmasına neden olmaktadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 6°C ve günlük ortalama sıcaklığın 5°C den düşük olduğu gün sayısının 165 olması ile Erzurum ülkemizin en soğuk illerinden birisidir. Ayrıca yaz aylarında ortalama rüzgar hızı 3 m/sn iken, ısınmaya ihtiyaç duyulan kış aylarında bu değer 2 m/sn ye düşmektedir. Tüm bu durumlar, Erzurum'da kış aylarında hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

Çalışmada belirlenen amacı gerçekleştirmek için, 1 kırsal, 4 yarı kırsal ve 5 şehir merkezi olmak üzere toplam 10 noktada hava kalitesi örnekleme Radiello pasif örnekleme yöntemleri yapılmıştır. Örnekleme noktaları belirlenirken bazı noktalar göz önünde bulundurulmuştur. Ağaç veya çalılardan en az 1 metre uzağa konulmasına, taşıt yolundan en az 5 metre uzağına konulmasına, havalandırma çıkışlarından en az 5 metre uzağına yerleştirilmesine ve örnekleme noktalarının yerden 1,5-2 metre yüksekliğe asılmasına dikkat edilmiştir.

### 2.2. Örnekleme Prosedürü

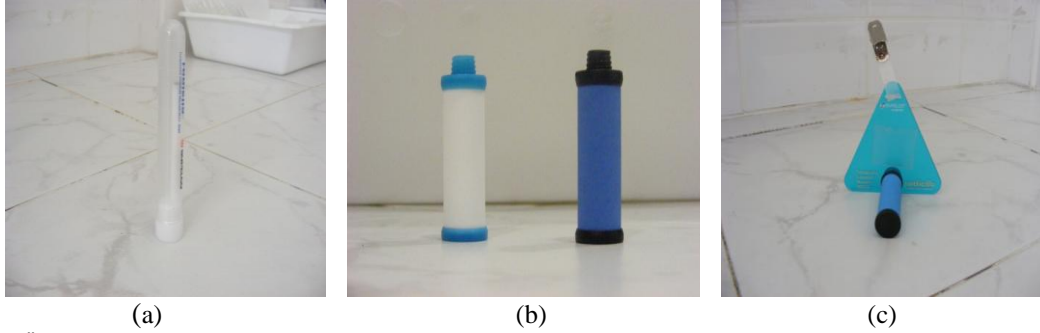
Ozon (O<sub>3</sub>) örnekleme yönteminde, mavi difüzyon tüpü içerisine yerleştirilen bir absorplayıcı kartuş bulunmakta ve bu kartuş 1,2-di(4-pyridyl) ethylene (DPE) ile kaplanmış silika jel (Şekil 1a) ile doldurulmuştur. Örnekleme süresince ozon, membrandaki porlar boyunca absorplayıcı kartuşa doğru difüze olmakta ve buradaki DPE ile reaksiyona girerek tutulmaktadır. Mavi renkli difüzyon tüpü örnekleme boyunca kartuşu ışıklardan korumaktadır. DPE ile reaksiyona giren O<sub>3</sub>, ozonure oluşturur ve bunun hidroliz ürünleri pyridine-4-aldehyde (PA) dir ([www.radiello.com](http://www.radiello.com)).

SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> örnekleme yönteminde kullanılan beyaz difüzyon tüpü içerisine triethanolamine (TEA) ile kaplanan kartuş konulmuştur. Azot dioksit (NO<sub>2</sub>) ve kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) TEA üzerine sırasıyla nitrit ve sülfat/sülfat iyonları olarak kimyasal adsorplanmaktadır.

O<sub>3</sub> ve SO<sub>2</sub>/NO<sub>2</sub> örnekleme için kullanılan pasif tüpler yine aynı markanın üçgen plakasına

vidalanarak (Şekil 1c) örnekleme yerlerine asıldı ve 1 hafta sonra bu noktalardan kartuşlar toplanarak kendi tüplerine konuldu, etiketlendi ve laboratuara getirildi ve tüplerin içerisine 2.

hafta örnekleme için yeni kartuşlar konularak tekrar yerlerine asıldı. Örnekleme 2009 kış ve yaz aylarında birer ay her noktada yapıldı.



Şekil 1. Örneklemede kullanılan pasif örnekleme (a) absorplayıcı kartuş, (b) difüzyon tüpü, (c) üçgen plakaya bağlanmış difüzyon tüpü

### 2.3. Ekstraksiyon ve Analiz

1 hafta örnekleme yerlerinde kalan kartuşlar toplanıp laboratuara getirildi ve ekstraksiyona kadar buzdolabında saklandı. Ozon ekstraksiyonu için, kartuş içindeki silika jel aynı tüpe boşaltılarak üzerine 5 ml MBTH (3-Methyl-2-benzothiazolinonhidrazon Hydrochlorid Hydrat) çözeltisi eklendi ve kapağı kapatılıp 1 saat aralıklı olarak hızlı karıştırıcıda karıştırıldı. Sıvı, filtre uçlu şırıngadan geçirilerek UV-VIS (Shimadzu 160A) spektrofotometre ile 430 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçüldü. Ölçülen absorbans değerleri kalibrasyon eğrisi kullanılarak ozon ( $\mu\text{g}$ ) değerlerine çevrildi ve bunlar konsantrasyon değerlerine dönüştürüldü ([www.radiello.com](http://www.radiello.com)).

$\text{NO}_2/\text{SO}_2$  kartuşu üzerine ise 5 ml ultra saf su eklendi ve kapağı kapatılıp 5 dakika hızlı karıştırıcıda karıştırıldı. Sıvı örneği, filtre uçlu şırıngadan geçirildi. Bu örnekler iyon kromatografide (IC) kalibrasyon eğrisi kullanılarak azot dioksit ( $\text{NO}_2$ ) nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) formatına, kükürt dioksit ( $\text{SO}_2$ ) sülfat ( $\text{SO}_4^-$ ) formatına çevrilerek okundu ve bunlar  $\text{NO}_2$  ve  $\text{SO}_2$  konsantrasyon değerlerine çevrildi ([www.radiello.com](http://www.radiello.com)).

Her örnekleme haftasında 1 alan kör örneği ve 1 laboratuvar kör örneği alındı ve diğer örneklerle beraber aynı koşullar altında analiz edildi. Değerlendirmede kullanılan veriler, ölçülen değerlerden kör değerlerin çıkartılmasıyla elde edilen konsantrasyonlardır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Örnekleme periyodu (4 hafta kış, 4 hafta yaz) boyunca 10 örnekleme noktasında yapılan  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$  ve  $\text{NO}_2$  ölçümlerinin ortalama değerleri Çizelge 1 de verilmiştir. Çizelge 1'den görüleceği gibi, en yüksek ozon konsantrasyonu kırsal alandaki örnekleme noktasında (N4) gözlenmiş olup, bu değeri sırasıyla yarı kırsal bölgedeki noktalar (N3, N5, N6, N2) takip etmiştir. En düşük ozon ortalaması ise trafiğin yoğun olduğu şehir merkezindeki noktalarda (N10, N9, N8, N7 ve N1) görülmüştür. Azot dioksit konsantrasyonu ise ozon değerinin tersine, şehir merkezindeki noktalarda daha yüksek kırsal bölgeye doğru gidildikçe azaldığı gözlenmiştir. Şehir atmosferlerinde genellikle  $\text{O}_3$  ile  $\text{NO}_2$  oluşumu arasında ters ilişki gözlenmektedir. Yani birinin konsantrasyonu artarken diğerinki azalmaktadır. Bu durum oluşum reaksiyonlarına bağlanmaktadır.  $\text{O}_3$  şehir atmosferinde trafikten kaynaklanan azot monoksiti ( $\text{NO}$ ) oksitleyerek azot dioksit ( $\text{NO}_2$ ) çevirmekte ve kendisi oksijene dönüşmektedir. Oluşan  $\text{NO}_2$  de fotolizle parçalanarak  $\text{O}_3$  üretimine katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle şehir atmosferinde kırsala göre daha fazla  $\text{NO}_2$  ve daha az  $\text{O}_3$  bulunmaktadır. Ölçüm noktalarındaki kükürt dioksit değerleri karşılaştırıldığında ise, şehir merkezinde  $\text{SO}_2$ 'in kırsal kesimlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum,  $\text{SO}_2$ 'in birincil kirletici olarak şehir merkezlerinden kaynaklandığını göstermektedir.

**Çizelge 1.** O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının (µg/m<sup>3</sup>) kış ve yaz döneminde ki ortalama ve standart sapma değerleri

| Ölçüm Noktaları         | Ozon        |             | Azot dioksit |            | Kükürt dioksit |           |
|-------------------------|-------------|-------------|--------------|------------|----------------|-----------|
|                         | Kış         | Yaz         | Kış          | Yaz        | Kış            | Yaz       |
| Hıfzısıhha.(N1) (ŞM)    | 48.7 ± 2.9  | 61.6 ± 7.3  | 19.5 ± 2.9   | 13.9 ± 4.2 | 17.1 ± 1.3     | 1.7 ± 0.6 |
| Kayak Yolu (N2) (YK)    | 66.2 ± 2.5  | 65.7 ± 5.9  | 13.0 ± 1.4   | 18.8 ± 1.4 | 16.8 ± 2.6     | 2.6 ± 0.7 |
| Dadaşkent (N3) (YK)     | 70.7 ± 8.1  | 75.3 ± 9.1  | 7.0 ± 2.9    | 3.5 ± 2.1  | 4.0 ± 1.9      | 0.8 ± 0.3 |
| Balık.Çiftliği (N4) (K) | 66.8 ± 4.1  | 80.2 ± 7.4  | 1.2 ± 0.7    | 1.7 ± 0.7  | 2.2 ± 0.9      | 1.0 ± 0.6 |
| Bölge.Hast.(N5) (YK)    | 67.5 ± 6.1  | 71.3 ± 6.1  | 9.3 ± 2.6    | 9.2 ± 1.7  | 5.8 ± 1.7      | 1.5 ± 0.3 |
| TCDDGar (N6)(YK)        | 54.2 ± 8.2  | 69.5 ± 5.8  | 11.7 ± 1.0   | 7.0 ± 2.0  | 27.4 ± 8.7     | 7.0 ± 3.7 |
| Üniv.Kavş. (N7) (ŞM)    | 49.9 ± 6.7  | 50.9 ± 11.5 | 15.5 ± 5.9   | 14.4 ± 3.9 | 9.2 ± 2.1      | 5.4 ± 2.3 |
| İlköğ.Okulu (N8) (ŞM)   | 42.6 ± 6.7  | 57.9 ± 3.9  | 18.2 ± 2.5   | 14.3 ± 3.1 | 34.4 ± 6.7     | 3.0 ± 1.1 |
| Sanayi (N9) (ŞM)        | 46.2 ± 13.3 | 55.8 ± 3.5  | 14.7 ± 5.0   | 11.6 ± 2.4 | 15.2 ± 5.0     | 3.5 ± 0.9 |
| Çaykara (N10) (ŞM)      | 41.4 ± 10.3 | 43.0 ± 9.1  | 29.6 ± 8.4   | 22.4 ± 7.7 | 45.7 ± 6.4     | 7.8 ± 4.7 |

N: Örnekleme nokta numarası, ŞM: Şehir merkezi, YK: Yarı kırsal, K: Kırsal

Ölçülen O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonları ülkemiz, dünya sağlık örgütü (WHO), Avrupa birliği (AB) ve Amerika Çevre Koruma derneği (USEPA) sınır değerleri ile Çizelge 2'de karşılaştırılmaktadır. Çizelge 2'den görüldüğü gibi bu çalışmada bulunan değerler büyük oranda sınır değerlerin altındadır. Yalnızca, ozon konsantrasyonu, AB'nin ekosistemi

koruma amacıyla önerdiği yıllık sınır değer olan 40 µg/m<sup>3</sup>'ü aşmıştır. Özellikle Erzurum'da tarımın yapıldığı yaz mevsiminde ve kırsal alanda ozon değerlerinin ölçülenden daha da yüksek bulunabileceği ve bu durumda bitki sağlığı açısından riskler oluşturabileceği düşünülmektedir.

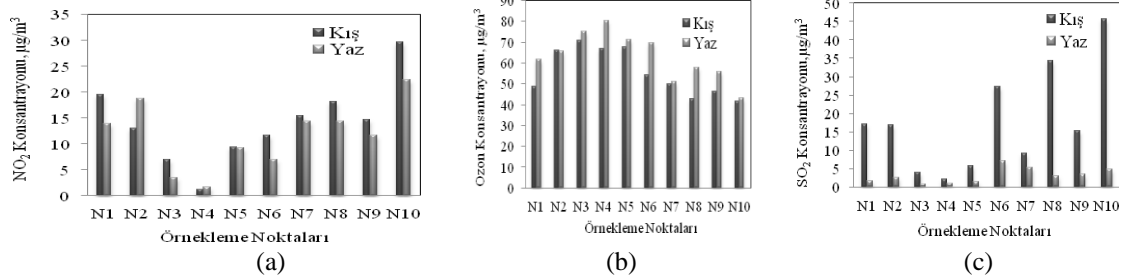
**Çizelge 2.** Ölçülen O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının (µg/m<sup>3</sup>) ulusal ve uluslararası sınır değerlerle kıyaslanması

| Kirleticiler    | Ölçülen Değerler     | Türkiye (HKDYY) geçiş sınır değerleri |        | WHO kriterleri                     | AB kriterleri                       | USEPA kriterleri       |
|-----------------|----------------------|---------------------------------------|--------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
|                 |                      | Günlük                                | Yıllık |                                    |                                     |                        |
| O <sub>3</sub>  | 55 (Kış)<br>63 (Yaz) | 240 (1h)                              | -      | 120 (8h)                           | 180 (1h)<br>120 (8h)<br>40*(yıllık) | 235 (1h)<br>157 (8h)   |
| NO <sub>2</sub> | 14 (Kış)<br>12 (Yaz) | 300                                   | 100    | 200 (1h)<br>40 (yıllık)            | 200 (1h)<br>30 (yıllık)             | 30 (yıllık)            |
| SO <sub>2</sub> | 18 (Kış)<br>4 (Yaz)  | 400                                   | 150    | 500 (1h)<br>125 (1gün)<br>50 (yıl) | 350 (1h)<br>25 (1gün)<br>20 (yıl)   | 365 (1gün)<br>80 (yıl) |

\* Ekosistemin korunması için.

Ölçülen parametrelerin mevsimsel değişimi Şekil 2 de sunulmuştur. Şekil 2' den görüleceği gibi O<sub>3</sub> konsantrasyonu yaz aylarında kıştan daha büyük ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonu ise kışın yazdan daha büyük değerlerde bulunmuştur. Bu durum ozonun yaz aylarında güneş radyasyonunun artması ile

miktarının artması ve NO<sub>2</sub> ile oluşumlarının ters olmasına bağlanmaktadır. SO<sub>2</sub> konsantrasyonuna bakılırsa kış aylarında yazaya göre daha büyük değerler bulunmuştur. Bu SO<sub>2</sub>'nin büyük oranda ısınma kaynaklı bir kirlenici olduğunu göstermektedir.



**Şekil 2.** (a) NO<sub>2</sub>, (b) O<sub>3</sub> ve (c) SO<sub>2</sub>'nin kış ve yaz konsantrasyonları

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Erzurum'da 10 farklı noktada kış ve yaz mevsimlerinde O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının ölçüldüğü bu çalışmada, bulunan değerlerin büyük oranda ulusal ve uluslararası sınır değerleri aşmadığı fakat ozon konsantrasyonunun ekosistemin korunması için önerilen AB sınır değerini aştığı gözlenmiştir. Bu çalışmada, kirletici konsantrasyonlarının şehir alanındaki değişimleri incelenmiş ve yüksek O<sub>3</sub> ve düşük NO<sub>2</sub>'nin kırsal alanda, düşük O<sub>3</sub> ve yüksek NO<sub>2</sub> değerlerinin de trafiğin yoğun olduğu şehir merkezlerinde bulunduğu görülmüştür. Ayrıca, bu kirleticilerin mevsimsel değişimlerine bakıldığında, ikincil bir kirletici olan O<sub>3</sub>'nun yaz aylarında daha yüksek, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub>'nin ise kışın yaza göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Ekosisteme zarar verecek miktara ulaşabilen ozon miktarını azaltmak için bunun oluşumuna sebep olan azot oksitlerin (NO<sub>x</sub>) ve uçucu organiklerin (VOC) azaltılması gerekmektedir. Bu kirleticilerin şehir atmosferindeki en önemli kaynağı trafiktir. Ulaşımda eksoz kirliliği oluşturan otobüs ve minibüslerin yerine elektrikle çalışan hafif raylı sistemlerin ve katalitik konvertörlü araçların kullanılması ile bu kirletici miktarları önemli ölçüde azaltılabilecektir.

#### Kaynaklar

- AB (Avrupa Birliği). Council Directive, 2002. 2002/3/EC relating to ozone in ambient air. Of J Eur Communities; L 67:14-30.
- AB (Avrupa Birliği). Council Directive, 1999. 1999/30/EC relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and lead in ambient air. Of J Eur Communities; L 163:14-30.
- Dursun, A., Aslantaş, R., Pırlak, L., 1998 Hava kirliliğinin bahçe yetiştiriciliği üzerine etkiler. Ekoloji. 7-27, 11-14.
- HKDYY (Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği). 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete.
- İm U., Kındap T., Ünal A., Tek A., Topçu, S., Yenigün O., İncecik S., 2008. İstanbul'da Şehirsel, Yarı-Şehirsel ve Kırsal Bölgelerdeki Ozon Seviyelerinin Değişimi. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 22-25 Ekim 2008, Hatay, 375-383.
- Müezzinoğlu, A., 2003. Atmosfer Kimyası, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Özden, Ö., Döğeroğlu, T., Kara, S., 2008. Assessment of ambient air quality in Eskişehir, Turkey. Environment. International. 34, 678-687.
- Turalioğlu, F.S. , 2005. An Assessment on variation of sulphur dioxide and particulate matter in Erzurum (Turkey), Environmental Monitoring and Assessment, 104, 119-130.

- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) , 2006. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). WHO (World Health Organization), 2000. Guidelines for Air Quality., Geneva, 190 pp.<http://www.radiello.com>