

---

*Araştırma Makalesi / Research Article*

---

## **Balıkesir İli Burhaniye İlçesi (İskele Mahallesi) Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi**

Edip AVŞAR<sup>\*1</sup>, Kadir ALP<sup>2</sup>, İsmail TORÖZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Rahva Yerleşkesi, Bitlis  
<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Ayazağa Yerleşkesi Maslak İstanbul

---

### **Özet**

Çalışmanın amacı, Balıkesir İli Burhaniye İlçesi İskele Mahallesi'nde hava kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesidir. Bu kapsamda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait mobil ölçüm aracı kullanılarak hava kalitesine yönelik ölçüm çalışması yapılmıştır. Çalışma 08.03.2012 ile 22.03.2012 tarihleri arasındaki 15 günlük süreyi kapsamakta olup bu süreçte saatlik bazda SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub> ve VOC'ler izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar hava kalitesi indeksine göre değerlendirildiğinde, PM<sub>10</sub> parametresi bakımından 2 (iyi) - 3 (yeterli) - 4 (orta) aralığında, SO<sub>2</sub> parametresi bakımından, 1 (çok iyi) ve 2 (iyi) aralığında, NO<sub>2</sub> parametresi bakımından, 1 (çok iyi), CO parametresi bakımından, 1 (çok iyi), ozon parametresi bakımından, 1 (çok iyi) olduğu anlaşılmıştır. VOC parametreleri bakımından ise her ne kadar indeks olmamakla birlikte, uluslararası yapılmış ölçümlere bakıldığında, ölçülmüş en düşük değerlere yakın sonuçların bulunmuş olduğu, bu itibarla da, indeks şeklinde değerlendirildiğinde 1 (çok iyi) şeklinde nitelendirilebileceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kalitesi, Balıkesir, VOC'ler, PM<sub>10</sub>

---

## **Air Quality Evaluation of the Balıkesir Burhaniye (İskele District)**

---

### **Abstract**

Aim of this study was monitoring and evaluating the air quality of İskele District located in Burhaniye / Balıkesir. In this context air quality measurements were conducted by means of Ministry of Environment and Urbanizations' mobile air quality measurement vehicle. Study was carried on fifteen days time interval between the 08.03.2012-22.03.2012 and SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub> and VOCs parameters were monitored hourly. When the gained results were evaluated according to air quality index, in terms of PM<sub>10</sub> parameter, quality was determined between 2 (high)-3 (enough)-4 (medium), in terms of SO<sub>2</sub> parameter, quality was determined between 1 (very high)-2 (high), in terms of CO and O<sub>3</sub> parameters, quality was determined as 1 (very high). Although there is no quality index for VOCs, when the results were compared with the measurements in literature, it was determined that the measured concentrations were very low and it was evaluated as 1 (very high).

**Keywords:** Air quality, Balıkesir, VOCs, PM<sub>10</sub>

---

## **1. Giriş**

### **1.1. Hava Kirlenmesi ve Kirlenme Parametreleri**

Hava kirlenmesi en genel tanımıyla havanın doğal bileşiminin bozulması ya da havada istenmeyen maddelerin yoğunlaşmasındaki artış olarak tanımlanmaktadır. Hava kirliliğinin oluşmasında doğal kaynaklar (volkanik patlamalar, v.b.) ve antropojenik (insan faaliyetleri) kaynaklar etkilidir. Kentsel alanlarda antropojenik kaynaklar olarak tanımlanan trafik, konutlardaki ısınma faaliyetleri ve sanayi

---

\*Sorumlu Yazar: [eavsar@beu.edu.tr](mailto:eavsar@beu.edu.tr)

tesisleri en önemli hava kirletici kaynaklardır. Bu kaynaklardan ortam havasına verilen başlıca kirleticiler,

- Partiküler maddeler (PM)
- Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>)
- Karbon monoksit (CO)
- Azot oksitleri (NO<sub>x</sub>)
- Hidrokarbonlar (VOC ler)

olarak sayılabilmektedir [1, 2, 3]. Son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalar, insanların atmosferik kirleticilere maruziyetinin solunum ve kalp rahatsızlıklarının artışında etkili olduğunu göstermektedir. Bu durumda kirleticilerin yoğun olarak görüldüğü kentsel alanlarda atmosferik kirleticilerin davranışlarının incelenmesi, hava kirliliğinin azaltılması ve halk sağlığının korunması hususunda etkin politikaların oluşturulması açısından önemlidir [4].

Bu kirleticilerin kaynak ve sağlık etkileri kısaca incelenirse:

Partiküler maddeler (PM) organik ve inorganik maddelerin karmaşık karışımlarıdır. Aerodinamik çapı 2,5 µm'nin altında olan partiküller ince, üstünde olanlar ise kaba partiküller olarak isimlendirilmektedir. Genel kaynakları, yakıt yakılması, endüstriyel faaliyetler (maden ocakları, kırma eleme tesisleri) ve trafik olarak sayılabilmektedir. Partiküller insanlar üzerinde akciğer ve kalp rahatsızlıklarına yol açabilmektedir. İnce partiküller akciğerlerde alveollere kadar ilerleyebilmekte ve partikül madde yapısında bulunabilecek kurşun gibi ağır metaller doğrudan kana karışabilmektedir. Avrupa'da partiküler madde miktarlarının, kırsal alanlarda siyah duman olarak 0-10 µg/m<sup>3</sup>, büyük şehirlerde yıllık ortalama miktarının 10-40 µg/m<sup>3</sup> yoğunlaşmaları arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir [1, 2, 3].

Kükürt Dioksit'in (SO<sub>2</sub>) ana kaynağı ısınma ve enerji amaçlı olarak fosil yakıtların yakılması (kömür, linyit) olarak tanımlanmaktadır. Özellikle yüksek kükürt içerikli kalitesiz kömürlerin yakıldığı bölgelerde SO<sub>2</sub>'nin yoğun şekilde solunması insanlarda astıma neden olmakta, ayrıca havanın nemi ile reaksiyon vererek asit yağmurları şeklinde yeryüzüne düşmekte, bitki, eşya ve binalarda tahribata sebep olmaktadır. Kükürt dioksit, doğal olarak havada 5 µg/m<sup>3</sup> yoğunlaşmasından daha düşük miktarlarda bulunabilmektedir. Avrupa'da kentsel yerleşim alanlarında, kükürt dioksit yıllık ortalama miktarı genelde 100-200 µg/m<sup>3</sup> civarındadır [1, 2, 3]. Karbon Monoksit (CO) yakıtların yapısındaki karbonun tam yanmaması nedeniyle açığa çıkan bir eksik yanma ürünüdür. Genel olarak ısınma amaçlı yakıt kullanımının arttığı kış aylarında havadaki CO yoğunlaşması da artmakta olup, ilaveten bir diğer önemli kaynağı da trafiktir. CO solunum yoluyla kana karışmakta ve kanda oksijen taşıyan hemoglobini bağlayarak oksijen taşımını azaltmaktadır. Yeni doğan bebeklerle kalp ve akciğer rahatsızlığı olanlar CO kirliliğine karşı en riskli gruptur. CO doğal (arka plan) seviyesi 0,001-0,20 ppm'dir. Kentsel alanlardaki yoğunlaşma, hava koşullarına, trafiğe, zamana ve kirletici kaynaklardan uzaklığa göre değişim gösterir. Kentsel alanlarda yapılan ölçümlerde 8 saatlik en fazla yoğunlaşma 53 ppm olarak belirlenmiştir. Garajlar gibi kapalı yerlerde ise 500 ppm civarında yoğunlaşma tespit edilmektedir [1, 2, 3]. Azot Oksitler (NO<sub>x</sub>) troposferik ozon ve nitrat içeren aerosollerin oluşumunda öncü bileşiklerdir. Bu bileşikler, azot oksitler ve VOC'lerin dâhil olduğu doğrusal olmayan tepkime mekanizmaları sonucunda oluşmaktadır. NO<sub>x</sub>'lerin en önemli kaynakları taşıt araçlarıdır. Taşıt araçları dışında, endüstriyel tesislerden de kaynaklanmaktadır. Fosil kökenli yakıtların yanması sonucunda yüksek sıcaklıklarda meydana gelen azot oksitlerin önemli kısmını (% 90 oranında) NO oluşturur. NO<sub>2</sub>, NO'nun ozon veya radikallerle (OH gibi) reaksiyonu sonucunda atmosferde hızla oluşmaktadır. İnsan sağlığını en çok etkileyen azot oksit türü olması itibarıyla, NO<sub>2</sub> kentsel bölgelerdeki en önemli hava kirleticilerinden biridir. NO<sub>2</sub> maruziyeti sonucunda oluşan şikâyetler, normal ve sağlıklı kişilerde 1880 µg/m<sup>3</sup> yoğunlaşmadan itibaren başlarken, astımlı kişilerde aynı şikâyetler 940 µg/m<sup>3</sup> yoğunlaşma seviyesinden itibaren başlamaktadır [1, 2, 3, 5]. Hidrokarbonlar, havadaki diğer kirleticilerin birbirleri arasındaki

tepkimelerde rol oynamaları nedeni ile kirletici olarak önem kazanmaktadır. Kirleticilik etkilerine göre reaktif ve reaktif olmayan hidrokarbonlar olarak adlandırılır. Fotokimyasal tepkimeye girmeyen (reaktif olmayan) hidrokarbonların en önemlisi (CH<sub>4</sub>) metandır. Doğal faaliyetler sonucunda oluşan metan gazının doğal seviyesinin 0,7-1,5 ppm olduğu ve diğer (reaktif) hidrokarbonların her birinin yoğunlaşmanın 0,1 ppm den az olduğu belirlenmiştir. Atmosfere yayılan toplam hidrokarbon kirliliğinin yarısından fazlasını metan oluşturmaktadır. Avrupa'da kentsel alanlarda bir saatlik en fazla hidrokarbon yoğunlaşma 8-10 ppm olarak ölçülmüş olup, tespit edilen bu yoğunlaşmanın yarısını reaktif hidrokarbonların oluşturduğu belirlenmiştir. Reaktif hidrokarbonların çoğunun kaynağını taşıt araçları oluşturmaktadır. VOC'ler ozon oluşumunda öncü bileşiklerdir [1, 2, 3]. Bu kirleticiler dışında yer seviyesinde bir diğer önemli kirletici de ozon gazıdır. Azot oksitlerin ve VOC'lerin, özellikle ilkbahar ve yaz mevsiminde sıcak havalarda güneş ışığı varlığında oluşturduğu ozon, stratosferde güneş ışınlarından gelen zararlı UV dalga boylu ışınların yeryüzüne ulaşmasını engelleyen bir gaz iken, yer seviyesinde, oksitleyici etkisinden dolayı istenmeyen bir kirletici olarak tanımlanmaktadır. Solunum yollarına zarar verdiği gibi ağaçlar ve diğer bitkileri de tahrip etmekte ve şehirlerde görülen fotokimyasal sis olayına katkıda bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından insan sağlığının korunması için maruziyet sürelerine göre aşılmaması gereken sınır değerler, 1 saat için 150 µg/m<sup>3</sup>, 8 saat için 100-120 µg/m<sup>3</sup> olarak önerilmektedir [1, 2, 3].

## 1.2. Ölçüm Altyapısı ve Ölçüm Yöntemleri

Hava kalitesinin belirlenmesine yönelik ölçüm analiz çalışmaları, manuel ve otomatik sistemler ile yapılabilmektedir. Manuel sistemler genel olarak partikül madde ve SO<sub>2</sub> ölçümü için kullanılmaktadır. Bu sistemler ile en erken ölçüme başlandıktan 24 saat sonra sonuç alınabilmekte olup, bu sistemler ile anlık ölçüm yapılması, hava kalitesindeki anlık değişimlerin görülmesi ve bu değişimlere göre insan ve çevre sağlığını koruyucu yönde önlemlerin alınması mümkün olmamaktadır. Ayrıca bu sistemlerle elde edilen ölçüm verilerinin güvenilirliği düşük düzeydedir. Ülkemizde 2005 yılına kadar bu sistemler kullanılmış olup, günümüzde bu sistemler yerini otomatik sistemlere bırakmıştır. 2005 yılından itibaren Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye genelinde Hava Kalitesi İzleme Ağı kurulması için çalışmalar yapılmış, öncelikle hava kirliliğinin yoğun olduğu iller dikkate alınarak 2005 yılında, 36 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonu kurularak Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı oluşturulmuştur. Günümüzde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından toplam 116 noktada hava kalitesi ölçümü yapılmaktadır. Ayrıca Bakanlığın bünyesinde 3 adet mobil hava kirliliği ölçüm aracı da gelen taleplere göre belli bir süre ölçüm yapmak üzere il ve ilçelere sevk edilmektedir. Ölçüm istasyonları ısınmadan kaynaklanan kirliliği ölçmek amacıyla kurulmuştur [6]. Bakanlığın elindeki gezici araçlara ve araç içeriğindeki cihazlara ait görüntüler Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Mobil hava kirliliği ölçüm aracı ve ölçüm cihazları

### 1.3. Limit Değerler ve Hava Kalite İndeksi

Ülkemizde, hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış yöntemleri ve ölçütleri esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak ve diğer durumlarda iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamak amacıyla Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) (R.G tarih ve sayı: 06.06.2008-26898) yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik Ek-1 kapsamında kirleticiler için sınır değerler getirilmiştir. Ölçüm çalışmasının yapıldığı ve değerlendirildiği tarih için geçerli olan sınır değerler **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de özetlenmiştir [7].

**Tablo 1.** HKDYY kapsamında hava kirleticiler için ortam havasında sınır değerler

Kirletici	Ortalama Süre	Limit Değer	Not
SO <sub>2</sub>	24 saatlik (insan sağlığının korunması için)	125 µg/m <sup>3</sup>	(bir yılda 3 defadan fazla aşılmaz)
	Saatlik (insan sağlığının korunması için)	350 µg/m <sup>3</sup>	(bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz)
NO <sub>2</sub>	Saatlik (insan sağlığının korunması için)	200 µg/m <sup>3</sup>	(bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)
PM <sub>10</sub>	24 saatlik (insan sağlığının korunması için)	50 µg/m <sup>3</sup>	(bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz)
Benzen	Yıllık (insan sağlığının korunması için)	5 µg/m <sup>3</sup>	-
CO	Maksimum günlük (saatlik ortalama (insan sağlığının korunması için))	10 mg/m <sup>3</sup>	-
O <sub>3</sub>	Bir yılda maksimum günlük 8 saatlik ortalama	120 µg/m <sup>3</sup>	2022 için hedef değerdir

Özellikle kış aylarında kalitesiz yakıt kullanımı ve yakma sistemlerinin bakımlarının yapılmaması şehirlerde ısınma kaynaklı hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu kirlilik doğrudan kentte yaşayan nüfusun yaşam kalitesini etkilemekte, ayrıca başta meteorolojik koşullar olmak üzere birçok etkene bağlı olarak gün veya saat mertebesinde değişmektedir. Bu kapsamda halkın kirlilikten en az şekilde etkilenmesinin sağlanması ve halkın bu konuda bilinçlendirilmesi amacıyla hava kalitesi indeksi oluşturulmuştur. Hava Kalitesi indeksi (HKİ), hava kalitesinin günlük olarak rapor edilmesi için kullanılan bir indekstir. Bu indeks sayesinde halk, yaşadığı bölgede havanın kirlilik düzeyi ve neden olabileceği sağlık sorunları hakkında bilgi edinebilmektedir. Hava kalitesi indeksi, hava kalitesindeki farklılaşma ile bu farklılaşmanın halk sağlığı üzerine etkisini, hava kirliliği seviyesini ve hava kalitesindeki bozulmaya göre alınması gereken önlem düzeylerini de belirler. 5 temel kirletici için hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. Bunlar, partikül maddeler (PM<sub>10</sub>), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), azot dioksit (NO<sub>2</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>) dur.

Hava kalitesi indeksi,

- 6 kategoriden oluşmaktadır,
- 1 (çok iyi) - 6 (çok kötü) olarak sınıflandırılır,
- Matematiksel hesaplama olmayıp yalnızca sınıflandırmadır,
- En yüksek kirletici için belirlenen değer indeks değeridir. En yüksek iki kirletici sorumlu kirleticiler olarak raporlanır.

Bu kapsamda hava kalitesi indeksi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Hava kalitesi indeksi

Hava Kalitesi İndeksi (HKİ)	Sağlık Seviyesi	Renkler
HKİ aşağıda belirtilen aralıkta olduğunda	Hava Kalitesi	Aşağıda belirtilen renkler ile sembolize edilir
1	Çok iyi	Açık yeşil
2	İyi	Yeşil
3	Yeterli	Koyu Yeşil
4	Orta	Sarı
5	Kötü	Turuncu
6	Çok Kötü	Kırmızı

Hava kalitesi indeksinin değerlendirilebilmesi açısından kirleticilerin indekste belirtilen kategorilere karşılık gelen yoğunlaşma aralıkları Tablo 2’de tanımlanmıştır [8].

**Tablo 2.** Hava kalitesi indeksine karşılık gelen kirletici yoğunlaşma aralıkları

Hava Kalitesi İndeksi	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
1(Çok iyi)	0-50	0-45	0-1,9	0-35	0-25
2 (İyi)	51-199	46-89	2,0-7,9	36-89	26-69
3 (Yeterli)	200-399	90-179	8,0-10,9	90-179	70-109
4 (Orta)	400-899	180-299	11-13,9	180-239	110-139
5(Kötü)	900-1499	300-699	14,0-39,9	240-359	140-599
6 (Çok kötü)	>1500	>7000	>40,0	>360	>600

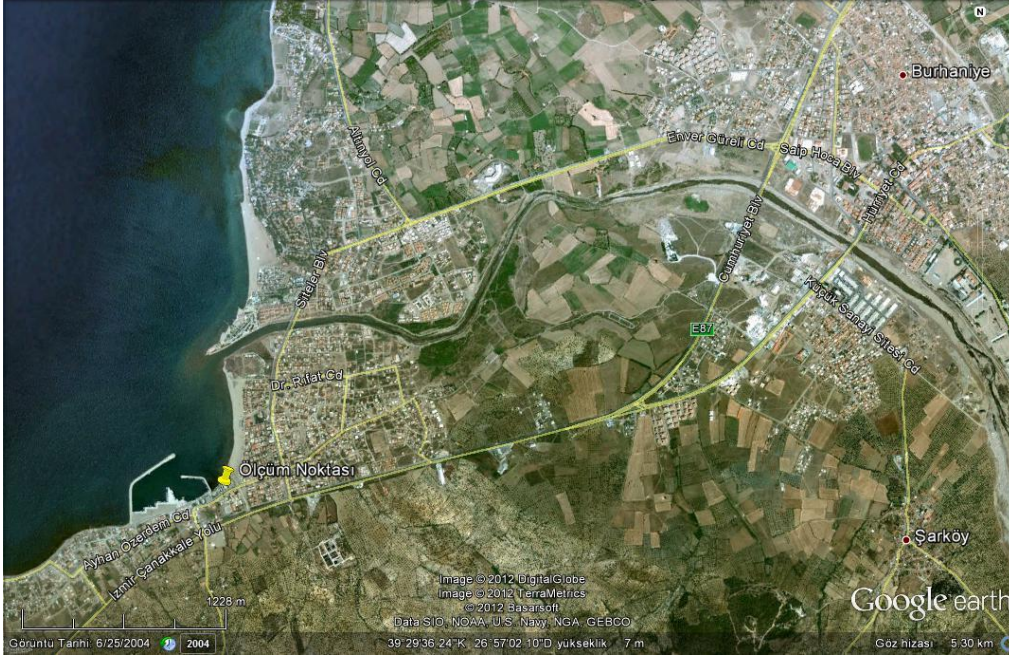
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Ölçüm Yeri ve Süresi

Çalışma kapsamında ölçüm noktasının seçiminde,

- Yıllık hâkim rüzgâr yönü
- Mobil araca elektrik temin edilebilirliği,
- Ölçüm noktası etrafındaki bina konumları,
- Aracın güvenliği,

gibi diğer teknik özellikler dikkate alınarak ölçüm yeri seçilmiş ve araç konumlandırılmıştır. Bölgede uzun süreli ölçüm değerlerine göre, hâkim rüzgâr yönü kuzey doğu (poyraz) ve doğu yönleri olup bu rüzgârlar iç kısımlardan denize doğru esmekte ve havanın nispi nem miktarını düşürmektedir [9]. Aracın konumlandığı yerin koordinatları; 39°29'4.53"K 26°55'48.71"D olup ölçüm noktası Burhaniye İlçesi'nin güney batısında, hâkim rüzgâr yönünde ve bina etkilerinden uzak açık bir arazide konumlandırılmıştır. Seçilen nokta konumu itibariyle Burhaniye’de konutlarda ısınmadan ve İzmir-Çanakkale Karayolu kaynaklı trafik etkisini karakterize edebilecek bir noktadır. İskele mevki olarak da bilinen bölge ağırlıklı olarak yazlık evlerin bulunduğu bir alandır. Aracın konumlandırıldığı nokta **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**’de verilmiştir. Ölçüm aracı 08.03.2012 tarihi saat 18.00’den 22.03.2012 tarihi saat 11.00’e kadar yaklaşık 15 günlük bir süre bölgede ölçüm çalışması yürütmüştür. Genel olarak ölçüm cihazlarının çalışma metotları ve ölçüm standartları **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**’de verilmiştir.



Şekil 2. Ölçüm noktasının konumu

Tablo 4. Parametreler, ölçüm metotları ve standartlar

Parametre	Ölçüm Metodu	Standart Yöntem
SO <sub>2</sub>	UV Floresans Metodu (Otomatik)	EN 14212
NO <sub>x</sub>	Kemüluminessans Metodu (Otomatik)	EN 14211
CO	IR Absorpsiyonu Metodu (Otomatik)	EN 14626
O <sub>3</sub>	UV Fotometri Metodu (Otomatik)	EN 14625
VOC'ler*	Gaz Kromatografi (FID) Metodu (Otomatik)	-
PM <sub>10</sub>	Beta Işını Absorpsiyonu (Beta Gauge) Yöntemi (Otomatik)	EN 12341

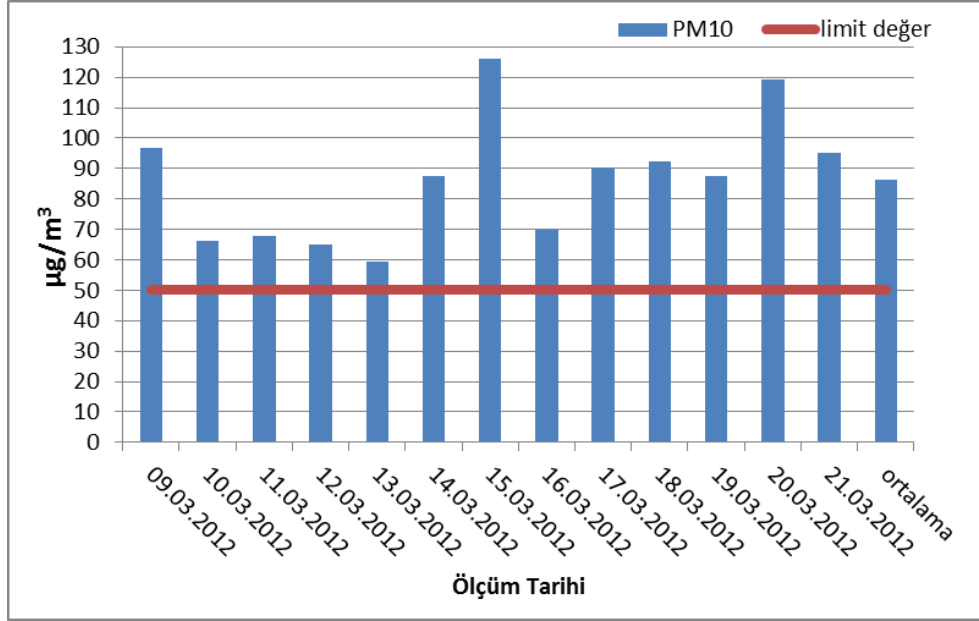
\*VOC'ler ozon öncü bileşikleridir, bu kapsamda benzen, toluen, etilbenzen, para ve orto ksilen ölçülmektedir. AB'de standart bir yöntem tanımlanmamış olmakla birlikte GC-FID metodu ile elde edilen sonuçlar kabul görmektedir.

Ölçüm aracından elde edilen veriler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait kapalı bir ağ üzerinden (VPN), GSM modemler yoluyla Çevre Referans Laboratuvarı'nda kurulan Veri İşletim Merkezine anlık olarak iletilmektedir. Veri işletim merkezinde incelenen ve validasyonu yapılan veriler daha sonra ölçümü talep eden kurumlara iletilmektedir [6].

### 3. Bulgular

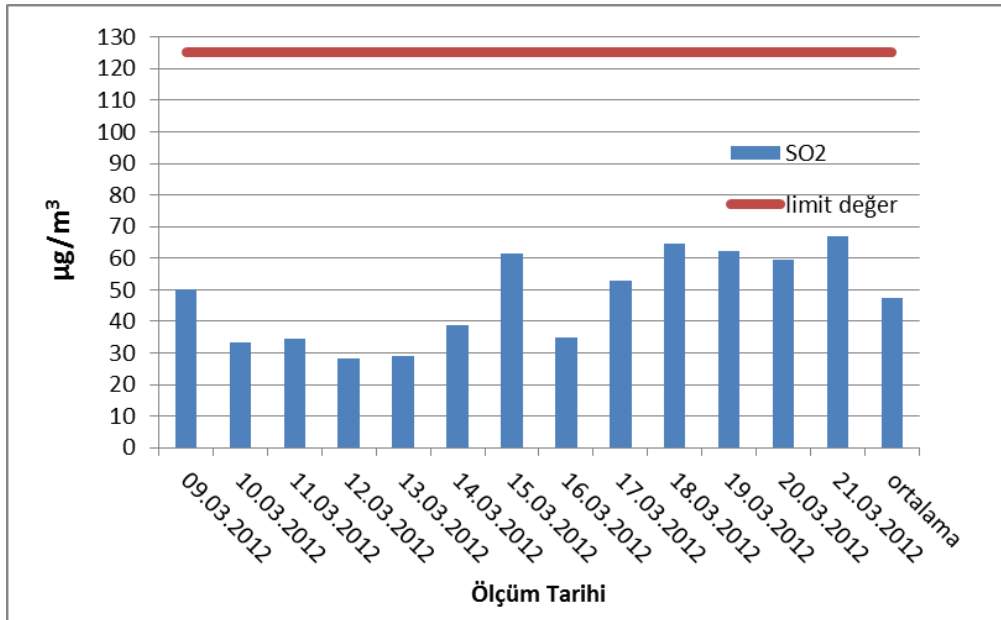
Ölçümler sonucu elde edilen doğrulanmış verilerden parametre bazında elde edilen grafikler ve hava kalitesi sınır değerleri ile karşılaştırmalar takip edilen şekillerde verilmiştir. Partikül maddeler için elde

edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 24 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'te verilmiştir.

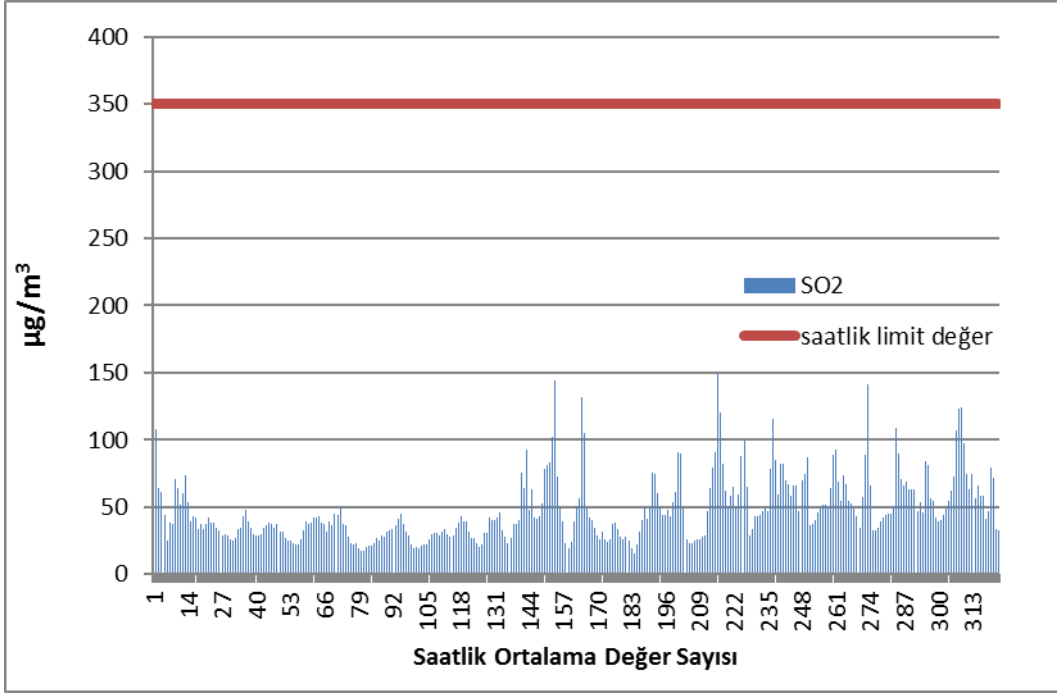


Şekil 3. PM<sub>10</sub> ölçüm sonuçlarından elde edilen 24 saatlik ortalamalar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

SO<sub>2</sub> için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 24 saatlik ortalamalar ve saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** ve **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'te verilmiştir.

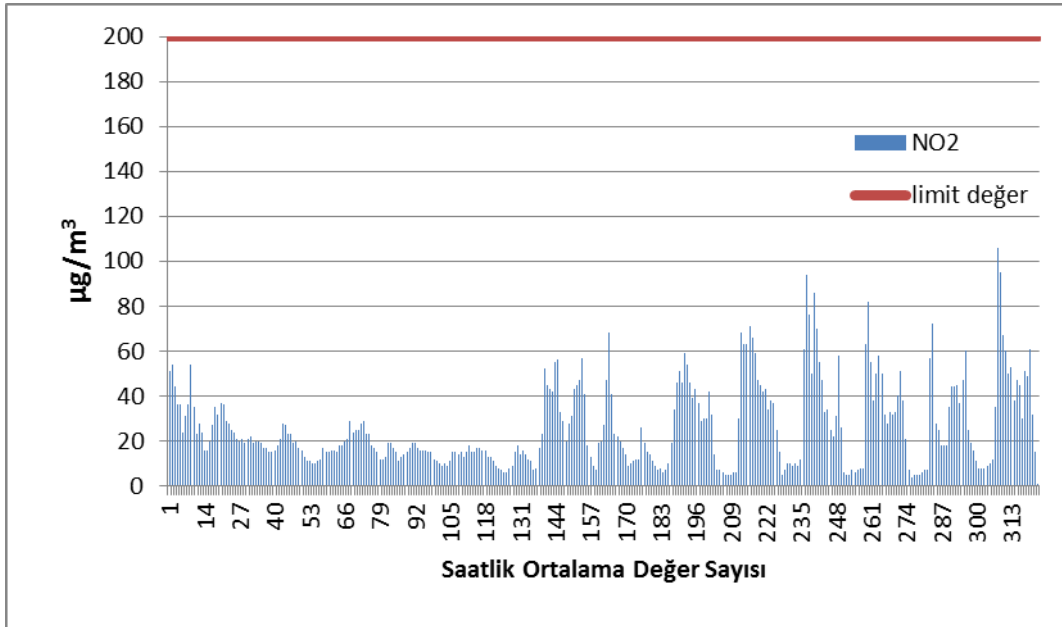


Şekil 4. SO<sub>2</sub> ölçüm sonuçlarından elde edilen 24 saatlik ortalamalar ve sınır değerlerle karşılaştırılması



Şekil 5. SO<sub>2</sub> ölçüm sonuçlarından elde edilen saatlik ortalamalar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

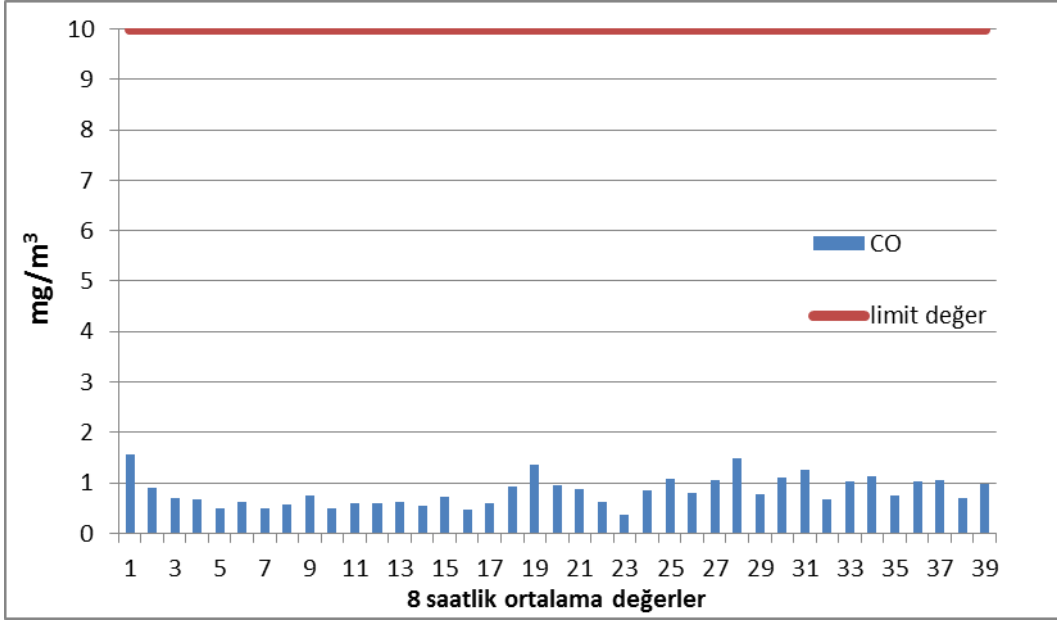
NO<sub>2</sub> için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.



Şekil 6. NO<sub>2</sub> ölçüm sonuçlarından elde edilen saatlik ortalamalar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

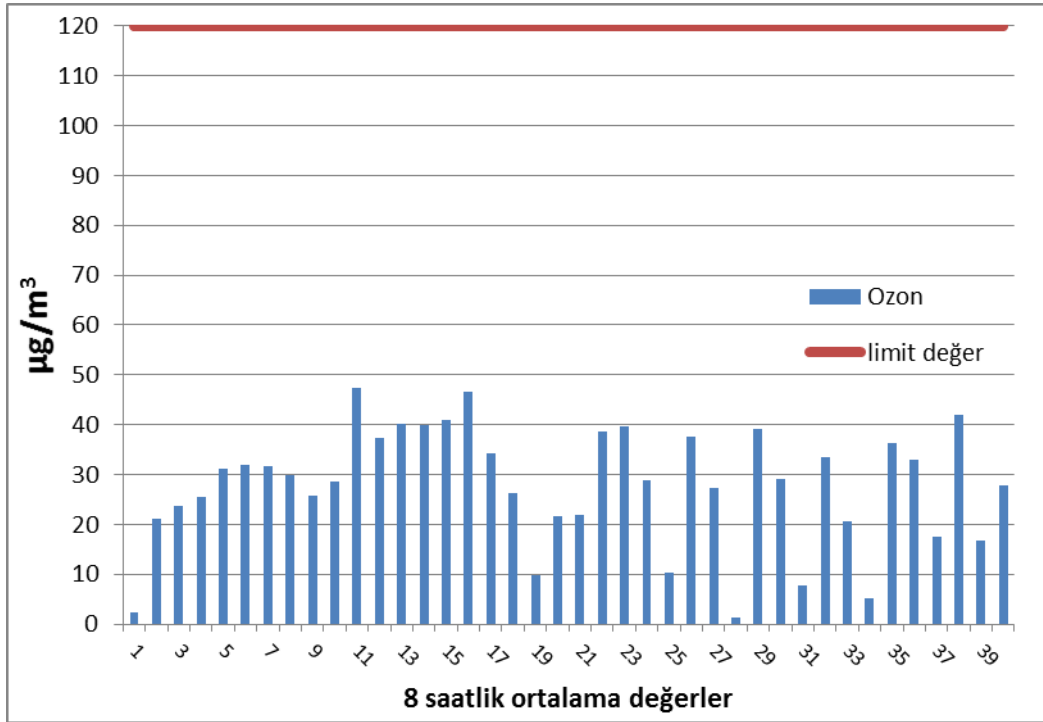
CO için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 8 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.





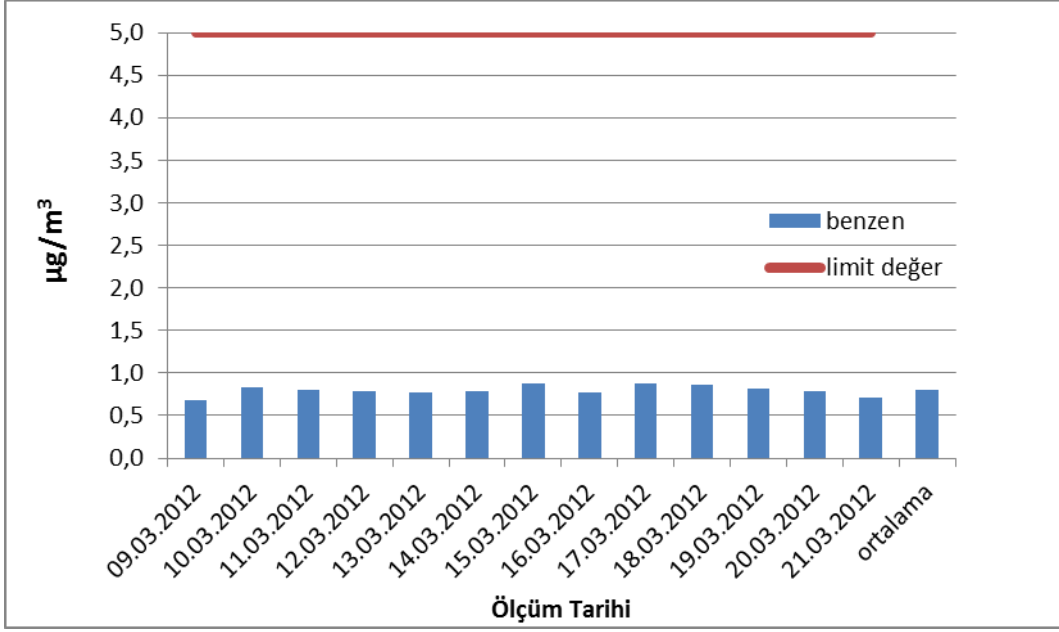
Şekil 7. CO ölçüm sonuçlarından elde edilen 8 saatlik ortalamalar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

Ozon için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 8 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.



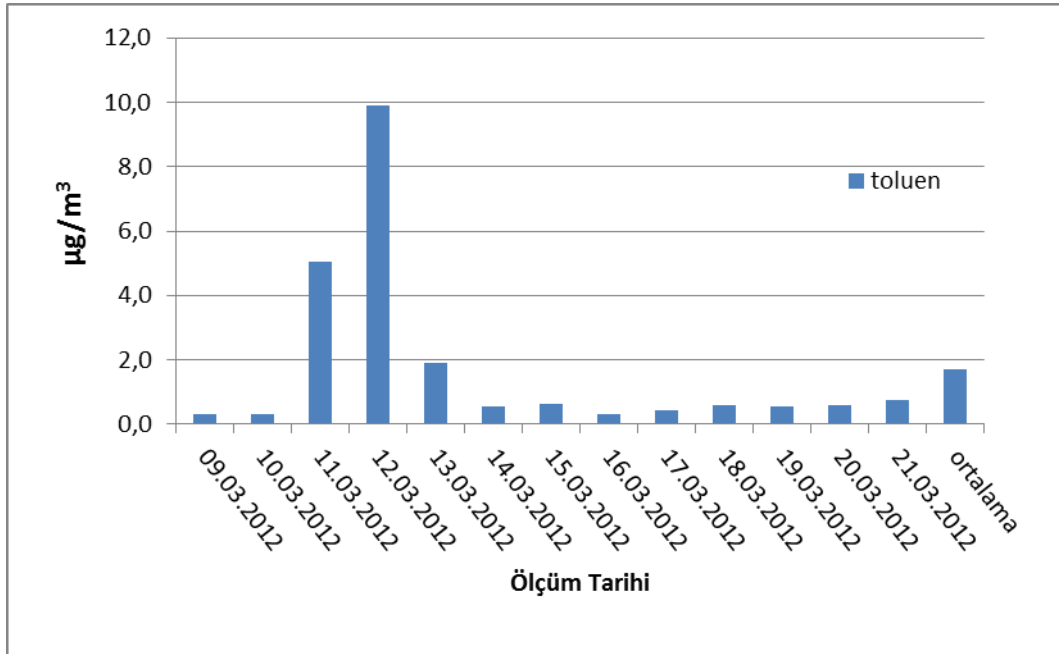
Şekil 8. O<sub>3</sub> ölçüm sonuçlarından elde edilen 8 saatlik ortalamalar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

Çalışma kapsamında ölçülen VOC'lerden benzen için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 24 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'da verilmiştir.



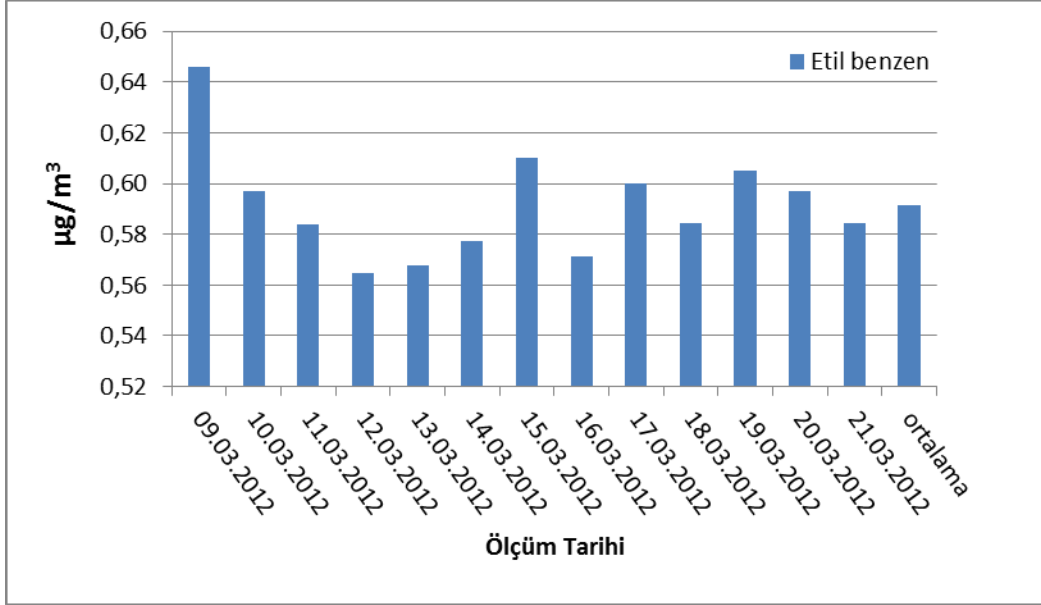
Şekil 9. Benzen ölçüm sonuçlarından elde edilen 24 saatlik ortalamalar ve sınır değerlerle karşılaştırılması

Çalışma kapsamında ölçülen VOC'lerden toluen için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 24 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'da verilmiştir.



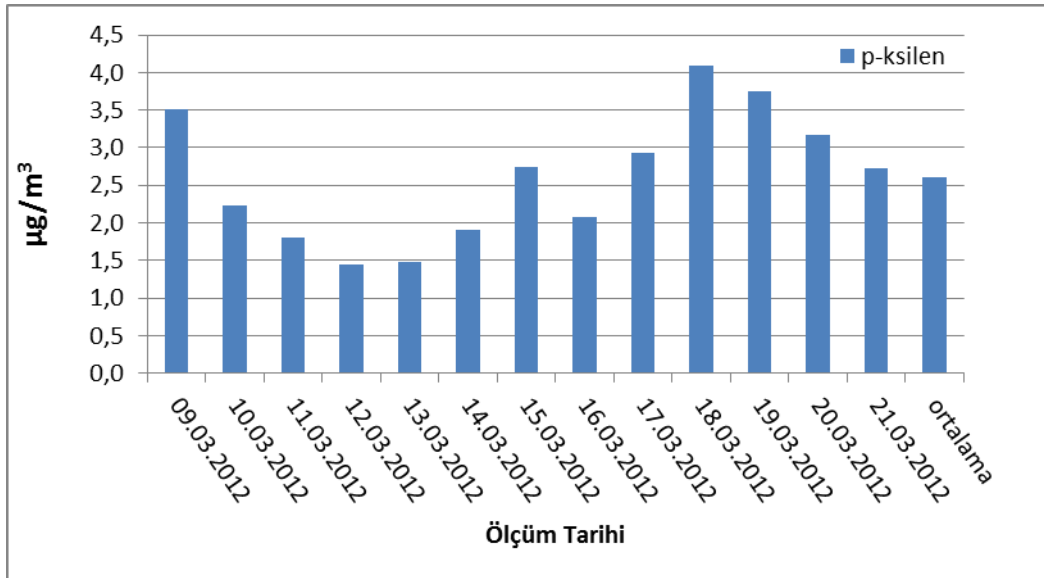
Şekil 10. Toluene ölçüm sonuçlarından elde edilen 24 saatlik ortalamalar

Çalışma kapsamında ölçülen VOC'lerden etil benzen için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 24 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.



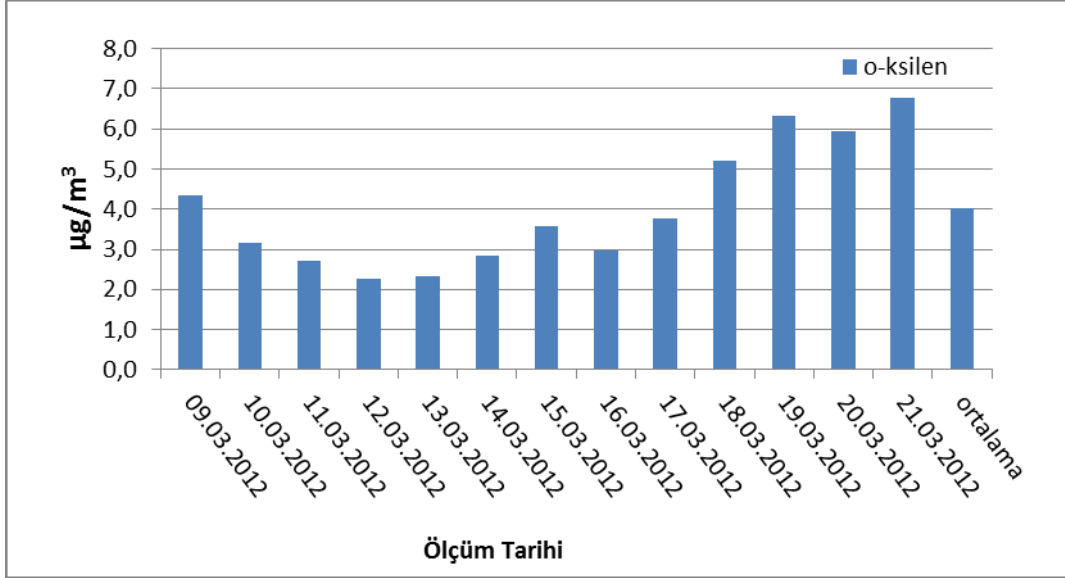
Şekil 11. Etil benzen ölçüm sonuçlarından elde edilen 24 saatlik ortalamalar

Çalışma kapsamında ölçülen VOC'lerden p-ksilen için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 24 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.



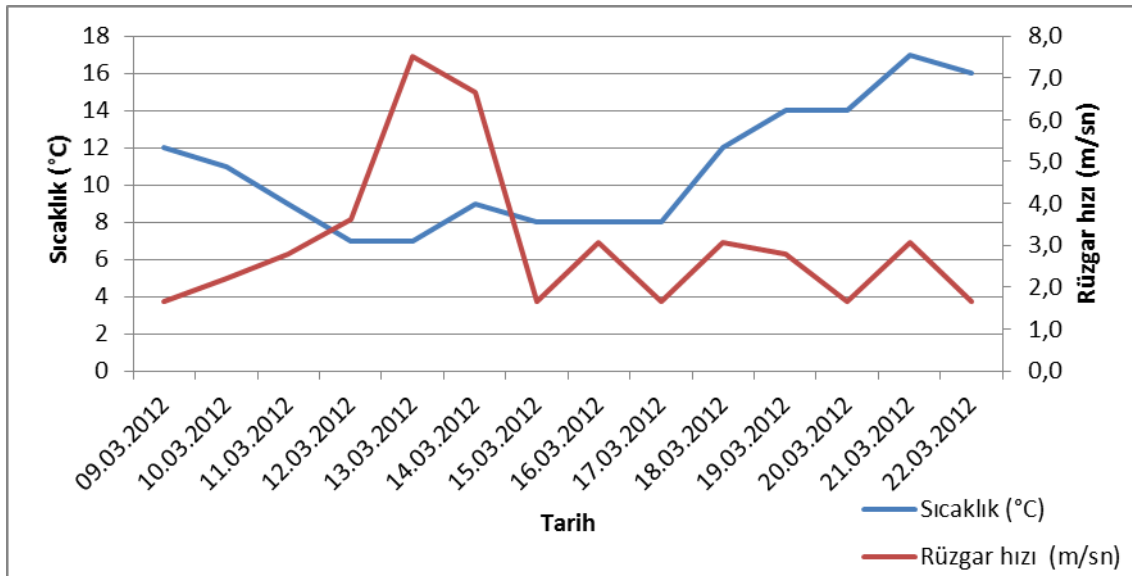
Şekil 12. p-ksilen ölçüm sonuçlarından elde edilen 24 saatlik ortalamalar

Çalışma kapsamında ölçülen VOC'lerden o-kislen için elde edilen ölçüm sonuçlarının ölçüm tarihi aralığında 24 saatlik ortalamalar bazında değişimi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.



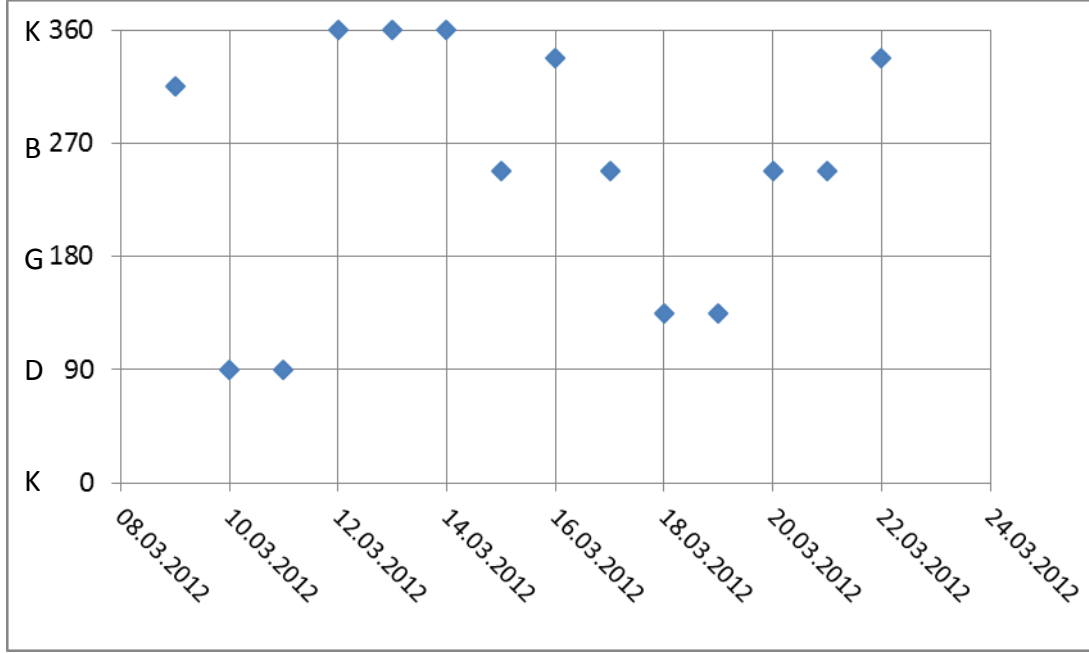
Şekil 13. o-ksilen ölçüm sonuçlarından elde edilen 24 saatlik ortalamalar

Ölçüm sonuçlarının yorumlanmasında önemli olan hava sıcaklığı, yağış, rüzgâr yönü ve rüzgâr hızı ile ilgili veriler, ölçümü yapan kurum tarafından tarafımıza verilmediği için, internette, meteorolojik veriler sunan yabancı sitelerden, Burhaniye'ye olabilecek en yakın istasyonun verileri elde edilmiş ve değerlendirmede bu veriler kullanılmıştır. Bu kapsamda ölçüm sırasında bölgedeki günlük bazda sıcaklık ve rüzgâr hızı ortalamalarındaki değişim **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.



**Şekil 14.** Ölçüm süresince yöredeki günlük sıcaklık ve rüzgâr hızı ortalamaları

Ölçüm sürecinde rüzgâr yönündeki değişimde günlük hâkim rüzgâr yönü olarak Şekil 2' de verilmiştir.



**Şekil 2.** Günlük bazda hâkim rüzgâr yönleri

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Ölçüm sonuçlarına bakıldığında  $PM_{10}$  parametresi bakımından sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Ancak  $PM_{10}$  parametresi sadece ölçüm yapılan bölgede değil Türkiye'nin hemen hemen her yöresinde 24 saatlik ortalama sınır değer olan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sınır değerinin üzerinde kalmaktadır. Ölçüm sürecinde en yüksek saatlik değer  $258 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile 09.03.2012 tarihinde en yüksek günlük değer ise  $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile 15.03.2012'de gerçekleşmiştir.

Meteorolojik verilere de bakıldığında, 15.03.2012 tarihinde, sıcaklık ve rüzgâr hızının düşük olduğu görülmektedir. Havanın soğuması, ısınma kaynaklı yakıt yakılmasını beraberinde getirmekte, rüzgâr hızının düşük olması da kirliliğin dağılmasını önlemektedir. Hâkim rüzgâr yönünün de *Kuzey Doğu-Doğu* olduğu düşünüldüğünde, bu yöndeki yerleşimlerden kaynaklanan ısınma kaynaklı kirliliğin etkisinin ölçüm noktasında tespit edildiği düşünülmektedir. Isınma kaynaklı kirlenmenin yanı sıra, ölçüm noktasına yakın olan Bursa İzmir Karayolu da,  $PM_{10}$  parametresinin yükselmesinde, diğer bir etken olarak görülmektedir. Bu parametre yönünden hava kalitesi, ölçüm sürecinde 2 (iyi) - 3 (yeterli) - 4 (orta) indeks değerleri arasında değişmiştir.  $SO_2$  parametresi ise ölçüm döneminde saatlik ve 24 saatlik bazda sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. 24 saatlik bazda en yüksek değer  $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile 21.03.2012'de saatlik bazda en yüksek değer ise  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile 17.03.2012'de gerçekleşmiştir. Bu parametre yönünden hava kalitesi, ölçüm sürecinde 1 (çok iyi) ve 2 (iyi) indeks değerleri arasında değişmiştir.

NO<sub>2</sub> parametresi de ölçüm döneminde saatlik ve 24 saatlik bazda sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. 24 saatlik bazda en yüksek değer 37 µg/m<sup>3</sup> ile 18.03.2012'de saatlik bazda en yüksek değer ise 106 µg/m<sup>3</sup> ile 21.03.2012'de gerçekleşmiştir. Bu parametre yönünden hava kalitesi, ölçüm sürecinde 1 (çok iyi) indeks değerindedir. CO parametresi de ölçüm döneminde 8 saatlik bazda sınır değerinin altında tespit edilmiştir. 8 saatlik bazda en yüksek değer 1,6 mg/m<sup>3</sup> ile 09.03.2012'de 24 saatlik bazda en yüksek değer ise 1,1 mg/m<sup>3</sup> ile 18.03.2012'de gerçekleşmiştir. Bu parametre yönünden hava kalitesi, ölçüm sürecinde 1 (çok iyi) indeks değerindedir.

Ozon parametresi ile ilgili olarak 8 saatlik bazda hali hazırda sınır değeri olmamakla birlikte 120 µg/m<sup>3</sup> değeri 2022 hedef değeridir. Ozon parametresi de ölçüm döneminde 8 saatlik bazda bu sınır değerinin altında tespit edilmiştir. 8 saatlik bazda en yüksek değer 47 µg/m<sup>3</sup> ile 14.03.2012'de saatlik bazda en yüksek değer ise 75 µg/m<sup>3</sup> ile 18.03.2012'de gerçekleşmiştir. Bu parametre yönünden hava kalitesi, ölçüm sürecinde 1 (çok iyi) indeks değerindedir. Bununla birlikte ozon oluşumunda hava sıcaklığının önemli olduğu, ozon oluşumunun, Mayıs-Eylül ayları aralığındaki sıcak mevsimlerde daha yüksek değerlere ulaşabileceği unutulmamalıdır. Ölçüm sürecinde ölçülen diğer parametreler olan VOC'ler içinde benzen hariç diğerleri için herhangi bir sınır değeri yoktur. Benzen için 5 µg/m<sup>3</sup> sınır değeri olmakla birlikte bu sınır değeri yıllık bazda olduğundan ölçüm verileri ile karşılaştırılması pek anlamlı değildir. VOC'ler ölçüm sürecinde oldukça düşük değerlerde tespit edilmiş olup ozon değerlerinin düşük olması da ortamda troposferik ozon oluşumunda öncü bileşik olan bu VOC'lerin düşük değerlerde olduğunu doğrulamaktadır. VOC'lerin doğal ve antropojenik kaynakları bulunmaktadır. Doğal kaynakların en önemlisi bitkilerden kaynaklanan biyogenik emisyonlar olurken antropojenik kaynaklı olarak ise biyokütle yakılması, trafik, endüstriyel emisyonlar (özellikle solvent kullanımları) sayılabilir [10]. Bu kapsamda bakıldığında;

- Benzen yönünden ölçüm ortalaması 0,8 µg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiş olup, literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Dünya'nın değişik ülkelerinde bu değerlerin 0,2 µg/m<sup>3</sup> (Shizuoka - Japonya) değerlerinden, 87,2 ± 10 µg/m<sup>3</sup> (Kahire - Mısır) değerlerine kadar değişim gösterdiği görülmektedir [10].
- Toluen ölçüm ortalaması, 2 µg/m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmekte olup, literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Dünya'nın değişik ülkelerinde bu değerlerin 1,5 µg/m<sup>3</sup> (Shizuoka - Japonya) değerlerinden, 213,8 ± 34,8 µg/m<sup>3</sup> (Kahire - Mısır) değerlerine kadar değişim gösterdiği görülmektedir [10].
- Etil benzen yönünden ölçüm ortalaması 2 µg/m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmekte olup, literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Dünya'nın değişik ülkelerinde bu değerlerin 0,2 µg/m<sup>3</sup> (Shizuoka - Japonya) değerlerinden, 43,3 ± 7,4 µg/m<sup>3</sup> (Kahire - Mısır) değerlerine kadar değişim gösterdiği görülmektedir [10].
- Etil benzen yönünden ölçüm ortalaması 2 µg/m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmekte olup, literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Dünya'nın değişik ülkelerinde bu değerlerin 0,2 µg/m<sup>3</sup> (Shizuoka - Japonya) değerlerinden, 43,3 ± 7,4 µg/m<sup>3</sup> (Kahire - Mısır) değerlerine kadar değişim gösterdiği görülmektedir [10].
- p-ksilen yönünden ölçüm ortalaması 3 µg/m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmekte olup, literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Dünya'nın değişik ülkelerinde bu m&p-ksilen değerlerinin 0,3 µg/m<sup>3</sup> (Shizuoka - Japonya) değerlerinden, 140,8 ± 21,8 µg/m<sup>3</sup> (Kahire - Mısır) değerlerine kadar değişim gösterdiği görülmektedir [10].
- o-ksilen yönünden ölçüm ortalaması 4 µg/m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmekte olup literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Dünya'nın değişik ülkelerinde bu m&p-ksilen değerlerinin 0,1 µg/m<sup>3</sup> (Shizuoka - Japonya) değerlerinden, 73,8 ± 12,5 µg/m<sup>3</sup> (Kahire - Mısır) değerlerine kadar değişim gösterdiği görülmektedir [10].

Bu karşılaştırmalar bölgede VOC yoğunlaşmalarının oldukça düşük olduğu konusunda fikir vermektedir.

Sonuç olarak, Balıkesir ili, Burhaniye ilçesi, Taylhelı mevkiinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mobil Ölçüm Cihazı ile yapılan hava kalitesi ölçümlerine ait sonuçlar, hava kalitesi indeksine göre değerlendirildiğinde;

PM <sub>10</sub> parametresi bakımından	2 (iyi) - 3 (yeterli) – 4 (orta) arasında
SO <sub>2</sub> parametresi bakımından	1 (çok iyi) ve 2 (iyi) arasında
NO <sub>2</sub> parametresi bakımından	1 (çok iyi)
CO parametresi bakımından	1 (çok iyi)
Ozon parametresi bakımından	1 (çok iyi)

olduğu anlaşılmıştır. VOC parametreleri bakımından ise, indeks olmamakla birlikte, uluslararası yapılmış ölçümlere bakıldığında, ölçülmüş en düşük değerlere yakın sonuçların bulunmuş olduğu, bu itibarla da, indeks şeklinde değerlendirildiğinde 1 (çok iyi) şeklinde nitelendirilebileceği görülmüştür.

## Kaynaklar

1. Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi, 2015. Hava Kirliliğine Genel Bakış. <http://www.rshm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava.pdf> (Erişim tarihi: 06.04.2015).
2. Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2015. Sıkça Sorulan Sorular. [http://hava.cob.gov.tr/hava/Files/s%C4%B1kca\\_sorulan\\_sorular.pdf](http://hava.cob.gov.tr/hava/Files/s%C4%B1kca_sorulan_sorular.pdf) (Erişim tarihi: 06.04.2015).
3. Amerikan Çevre Ajansı (USEPA), 2015. Air Quality Planning and Standards. <http://www.epa.gov/oar/oaqps/gooduphigh/good.html#1> (Erişim tarihi: 06.04.2015)
4. Mavroidis I., Iliı M. 2012. Trends of NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> concentrations at three different types of air quality monitoring stations in Athens, Greece, Atmospheric Environment, 63: 135-147.
5. Goliff W.S., Luria M., Blake D.R., Zielinska B., Gannet H., Ralph J.V., Charlene V.L., William R.S. 2015. Nighttime air quality under desert conditions, Atmospheric Environment, 114: 102-111.
6. Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2015. Hava Kalite Laboratuvarı. [http://www.lab-cevreorman.gov.tr/sayfa\\_detay.asp?turid=20](http://www.lab-cevreorman.gov.tr/sayfa_detay.asp?turid=20) (Erişim tarihi: 06.04.2015)
7. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) 2008. (R.G tarih ve sayı: 06.06.2008-26898)
8. Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2015. Hava Kalitesi İzleme. <http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html> (Erişim tarihi: 06.04.2015)
9. Sönmez S. 1998. Burhaniye (Balıkesir) Yakınlarındaki Boylu ve Kokar Ardıç (*Juniperus-Excelsa-Juniperus Foetidissima*) Topluluđunun Ekolojisi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1 (1): 52-64.
10. Demir S. 2011. İstanbul Atmosferinde Uçucu Organik Bileşik Kirliliğinin Kaynaklarının Belirlenmesi, YTÜ Davutpaşa Kampüsü Örneđi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Geliş Tarihi: 06/04/2015

Kabul Tarihi: 13/06/2015