

**TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ VE
JEOFİZİK BİRLİĞİ (TUJJB)**

**TURKISH NATIONAL UNION OF
GEODESY AND GEOPHYICS
(TNUGG)**

**İSTANBUL-KAĞITHANE PİLOT BÖLGESİNDE
UÇUCU ORGANİK BİLEŞENLERİNİN (VOC)
ARAŞTIRILMASI**

**TUJJB Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler
Programı**

**Turkish National Meteorological and Hydrological Disasters
Program of TNUGG**

**İSTANBUL-KAĞITHANE PİLOT BÖLGESİNDE UÇUCU
ORGANİK BİLEŞENLERİNİN (VOC) ARAŞTIRILMASI**

PROJE NO: TUJJB-TUMEHAP-01-10

DOÇ. DR. HÜSEYİN TOROS
DOÇ. DR. ALİ DENİZ
YARD. DOÇ. DR. MUSTAFA COŞKUN
KİM.YÜK. MÜH. ALİ ÖZTÜRK

NİSAN 2013
İSTANBUL

Önsöz

İstanbul; nüfus, kara, deniz ve hava ulaşımı ve endüstri bakımından Türkiye’de ve dünyada önemli bir konuma sahiptir. Türkiye’de her 6 kişiden birinin İstanbul’da yaşadığı düşünüldüğünde, şehrin hava kalitesinin de çok iyi araştırılması ve sonuçlarının kamuoyuna duyurulması önem arz etmektedir. Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliği’nin katkıları ile İstanbul Kâğıthane Bölgesi’nde Uçucu Organik Bileşenler (VOC) Araştırılmaktadır. Araştırma projesi 01.10.2010 tarihinde başlamış olup 01.04.2013 tarihinde sonuçlanmıştır. Proje ile VOC ölçüm cihazı alınmıştır. VOC ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve değerlendirilmeye devam edilmektedir. Çalışma sonuçları, şehirlerin hava kalitesini arttırmaya yönelik çalışmalara ve şehirlerin yeniden yapılandırılmalarına “temiz hava” adına katkılar sağlayacaktır. İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü tarafından ölçümler ve araştırmalar devam ettirilecektir. Ülkemiz ve İstanbul hava kalitesinin araştırılmasında son derece önemli olan bu projeye katkılarından dolayı Türkiye Ulusal Jeodezi- Jeofizik Birliği (TUJJB)’ne teşekkür ederiz. “İstanbul-Kâğıthane Bölgesinde Hava Kalitesinin Araştırılması” isimli bu proje, belirlenen bölgede kurulan bir mobil hava kalitesi izleme istasyonu ve bir meteoroloji istasyonu kullanılarak Kâğıthane vadisinde hava kalitesinin genel durumunu ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Proje 15.09.2009 – 15.09.2012 tarihleri arasında 109Y132 proje numarasıyla TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Proje kapsamında hava kalitesi ölçüm parametreleri, meteorolojik elemanlar ve uçucu organik bileşenler yer almaktadır. Verilerin zaman serileri, istatistiksel analizleri, meteorolojik elemanlarla kıyaslamaları, günlük-aylık-mevsimlik-yıllık değişimleri ve atmosferik model ile kirlilik model araştırmaları bitirme tezlerinde veya sempozyum bildirimlerinde sunulmuştur. Proje süresince 2 adet Lisans tezi, 5 adet sempozyum ve konferans bildirisi üretilmiştir. SCI yayın ve Yüksek lisans tez çalışmaları devam etmektedir. Tamamlandıklarında TUJJB’ye teşekkür edilecektir.

Çalışmalarımıza katkılarından dolayı TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ-JEOFİZİK BİRLİĞİ (TUJJB)’ye teşekkür ederiz.

İçindekiler

Tablo listeleri	5
Şekil listeleri.....	5
Özet	6
Abstract	6
1. GİRİŞ	7
2. VERİ VE YÖNTEM	8
2.1. Ölçüm İstasyonunun ve Çevresinin Özellikleri	8
2.2. Uçucu Organik Bileşikler (VOC)	9
2.3. Günlük Hayatımızda Uçucu Organik Bileşikler	10
2.4. VOC Ölçüm Cihazı	11
2.5. Synspec Spectras Analyser GC 955 Marka VOC Ölçüm Cihazı Cihazın Teknik Özellikleri;.....	11
3. SONUÇLAR.....	12
3.1. Şehirde Hava Kirliliğine Sebep Olan Meteorolojik Etkenler	12
3.2. Meteorolojik Analiz	13
3.3. VOC Grafikler	19
3.3.1 Aylık Değişimler	19
3.3.2 Günlere Göre Değişimler	25
3.3.3 Günlük Değişimler	30
3.3.4 Saatlik Değişimler	35
3.3.5 Hava Kalitesi Modeli Değerlendirilmesi.....	40
4. ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR	43
EKLER	45

Tablo listeleri

Tablo 1. Bazı çok bilinen uçucu organik bileşikler ve kaynakları (Lance ve ark., <i>Exposure to Volatile Organic Compounds</i>)	9
Tablo 2. Kapalı ortamlarda en sık tespit edilen VOC'ler ve tipik örnekleri	10
Tablo 3. Synspec Spectras Analyser GC 955 VOC Ölçüm Cihazı ile Ölçülen Parametreler	12
Tablo 4. BTEK-meteorolojik parametreler ve korelasyon katsayıları (R).....	14
Tablo 5. 18.10.2011 ve 15.02.2012 tarihleri arasında ölçülen VOC parametrelerinin 30 dakikalık ortalama, azami, asgari ve standart sapma değerleri.....	15
Tablo 6. Kasım 2011 ve Şubat 2013 tarihleri arasında ölçülen VOC parametrelerinin saatlik bazı istatistik değerleri	16
Tablo 7. VOC parametreleri uzun süreli günlük ortalama, azami, asgari ve standart sapma değerler. 17	
Tablo 8. İzmir, Seoul, ABD şehirleri, Atina, Roma, Taipei, Paris'te VOC konsantrasyonları.....	18
Tablo 9. 2001 yılında İzmir ilinde yapılan VOC ölçümleri.	18

Şekil listeleri

Şekil 1. İstanbul Haliç ve Kağıthane Bölgesi Genel Haritası	8
Şekil 2. Kağıthane Hava Kalitesi İstasyonunun Konumu.....	8
Şekil 3. Kağıthane Bölgesinin Diyagram Kesiti (Elif Gürbüz, 2009)	9
Şekil 4. Kağıthane Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu ve Cihaza Ait Görüntü.....	11
Şekil 5. Synspec Spectras Analyser GC 955 Marka VOC Ölçüm Cihazı, Kuru hava sağlayan kompresör ve Azot ve hidrojen tüpleri.....	12
Şekil 6. 2011 yılı Ocak-2013 yılı Mart dönemindeki günlük ortalama sıcaklık değişimi	13
Şekil 7. 2011 yılı Ocak-2013 yılı Mart dönemindeki günlük ortalama basınç değişimi	14
Şekil 8. 10 m'de ölçülen rüzgar şiddeti ve yönü ile oluşturulmuş rüzgar frekansı ve ortalama rüzgar şiddetini gösteren rüzgar gülleri. (TÜBİTAK 109Y132)	14
Şekil 9. 2011 yılı Ocak-2013 yılı Mart dönemindeki günlük ortalama nem değişimi	15
Şekil 10: VOC'lerden 2-methylpentane, 3-methylpentane, n-hexane, 2,4-dimethylpentane, benzene, cyclohexane'in aylık değişimlerini göstermektedir.	19
Şekil 11. VOC'lerden 2,3-dimethylpentane, 3-methylhexane, 2,2,4-trimethylpentane, n-heptane, 2,3,4-trimethylpentane, methylcyclohexane'in aylık değişimlerini göstermektedir.	20
Şekil 12. VOC'lerden toluene, 2-methylheptane, 3-methylheptane, n-octane, ethylbenzene, m.p-xylene'in aylık değişimlerini göstermektedir.	20
Şekil 13. VOC'lerden styrene, o-xylene, n-nonane, isopropylbenzene, n-propylbenzene, m-ethyltoluene'in aylık değişimlerini göstermektedir.	21
Şekil 14. VOC'lerden p-ethyltoluene, 1,3,5-trimethylbenzene, o-ethyltoluene, 1,2,4-trimethylbenzene, n-decane, 1,2,3-trimethylbenzene'in aylık değişimlerini göstermektedir.	21
Şekil 15. VOC'lerden Ethane (FID), Ethene, Propane (FID), Propene, Ethyn (FID), i-Butane (FID)'in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.	22
Şekil 16. VOC'lerden n-Butane (FID), trans-2-butene, 1-butene, isobutene, cis-2-butene cyclopentane (FID)'in aylık değişimlerini göstermektedir.....	23
Şekil 17. VOC'lerden isopentane (FID), n-pentane (FID), 1-3 butadiene, trans-2-pentene, 1-pentene, cis-2-pentene'in aylık değişimlerini göstermektedir.....	23
Şekil 18. VOC'lerden 2,2-dimethylbutane, 2,3-dimethylbutane, isoprene, methylcyclopentane'in aylık değişimlerini göstermektedir.	24
Şekil 19. 7.11.2010 tarihli günlük ortalama PM10 konsantrasyonu.....	41
Şekil 20. 8.11.2010 tarihli günlük ortalama PM10 konsantrasyonu.....	41
Şekil 21. 9.11.2010 tarihli günlük ortalama PM10 konsantrasyonu.....	41

Özet

Sanayileşmeye ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak dünya genelinde büyük şehirlerin nüfusları hızla artmaktadır. Büyük şehirlerin önemli sorunlarından birisi ise hava kirliliğidir. Bu sebeple son yıllarda hava kalitesinin araştırılması için bilim insanları daha fazla çalışmalar yapmakta ve kurumlar destek vermektedir. Büyük şehirlerde ve sanayi bölgelerinde klasik hava kalitesi ölçüm cihazları yanında Uçucu Organik Bileşenlerin (VOC) ölçümünü yapacak modern cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. TUMEHAP'ın araştırma konularında yer alan hava kirliliği nedeniyle Uçucu Organik Bileşenleri (VOC) ölçüm cihazının alımı TUJJB tarafından desteklenmiştir. Böylelikle sanayi ve şehirleşmenin olduğu bir İstanbul'da hem yerel ve hemde bölgesel kaynaklardan gelen VOC değerleri elde edilmiş, değerlendirilmiş ve değerlendirilmeye devam edilecektir. Proje sonuçları İstanbul'da hava kalitesinin araştırılmasına, bilim insanları ve kanun koyucular tarafından çözüm üretilmesine ve halkın bilinçlendirilmesine büyük katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Hava Kalitesi, Uçucu Organik Bileşenleri (VOC), İstanbul.

Abstract

Investigation of Volatile Organic Compounds (VOC) in the Region of Istanbul-Kağıthane

Depending on the technological developments and industrialization of major cities in the entire world population is increasing rapidly. One of the major problems of large cities is air pollution. Therefore, investigations of air quality by scientists are increasing and supported by institutions in recent years. In addition to the classical air quality measuring device measurements are needed and will be made with modern equipment like Volatile Organic Compounds (VOC) in megacities and industrial zones. There is air pollution section in research program of TUMEHAP. Therefore this project supported to get Volatile Organic Compounds (VOC) measurement device by the TUJJB. In this project VOC values are determined and a database are created for solution of air pollution in an area of industry and urbanization as well as local and regional sources. The outputs of this project will be a major contribution for public awareness in the Istanbul.

Keywords: Air Quality, Volatile Organic Compounds (VOC), Istanbul.

1. GİRİŞ

Günümüz İstanbul'a ait hava kirliliği çalışmaları Tebbens (1969) tarafından yapılmıştır. Daha sonraları Ayalp and Babcock, (1976) İstanbul'un çeşitli bölgelerinde ölçümler yaparak hava kalitesi seviyelerini analiz etmiş, meteorolojik faktörlerin etkisini araştırmıştır. İstanbul'un Haliç bölgesinde dispersiyon özelliklerini belirlemek amacıyla İncecik (1986) tarafından yapılmıştır. İncecik çalışmasında İstanbul – Haliç'te özel ölçümler yapılarak bölgenin mikrometeorolojik yapısı belirlenmiş ve karmaşık topoğrafya nedeniyle hava kirlleticilerin dispersiyonunu engelleyen, düşük ventilasyon özelliklerine sahip olduğu vurgulanmıştır. Ertürk (1986) Ayalp'ın ölçümlerine dispersiyon modeli uygulamıştır. 1995 yılına kadar İstanbul'da hava kalitesi ölçümleri, yalnızca İstanbul Bölge Hıfzıssıhha Müdürlüğü tarafından SO₂ ve parçacık madde olarak yapılmıştır. 1995 yılından itibaren hava kalitesi ölçümlerini İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve 2013 yılından itibaren Çevre ve Şehircilik Bakanlığı nezdinde ölçüm ağı genişletilmiştir. İstanbul'da oluşan episodlar ile ilgili İncecik (1996) tarafından yapılan çalışmada meteorolojik parametrelerin etkinliği araştırılmıştır. Ünal ve diğ. (2000) ve Topçu ve diğ. (2001) İstanbul'da SO₂ ve TSP değişiminin meteorolojik koşullarla olan ilişkisini analiz etmiştir. Türkiye'ye gelen orta ve uzun mesafe kirleticili taşınımları için bir çok farklı şehir ve bölgelerde model çalışmaları yapılmıştır (Karaca ve diğ., 1995; Bozyazı ve diğ., 2000; Tayanç, 2002; Anteplioglu ve diğ., 2003, Topcu ve diğ., 2003; Koçak ve diğ. 2004, Kindap ve diğ., 2005a,b; Kindap ve diğ., 2006; Tırıs ve diğ., 1995; İm ve Yenigün, 2005; Erçelebi ve Toros, 2009; Saylan ve diğ., 2009). Ayrıca sinoptik sistemler ve hava kirliliği arasındaki ilişkiler detaylı bir şekilde araştırılmıştır (Deniz ve diğ., 1997; Deniz, 2001; Deniz ve Toros, 2005; Toros ve diğ., 2005). Haliç gibi İstanbul'un en zayıf ventilasyona sahip olan bölgesinde ise vadi tabanında ölçüm istasyonu sadece Alibeyköy'de bulunan bir istasyon ölçülmektedir. Bu sebeple İstanbul gibi büyük şehirlerde hava kalitesinin artırılması için VOC ölçümleri ve elde edilen sonuçlar önem arz etmektedir, (Molina and Molina, 2004; Agostini et 2004; Cuveliera et al, 2007). İstanbul'da daha önceleri İncecik (1989 ve 1990) tarafından İstanbul'da enverziyon ve sınır tabaka yüksekliği monostatik ve bistatik akustik radar kullanılarak ölçülmüştür. Dünyanın bir çok bölgesinde yapılan çalışmalarda küresel ölçekten, bölgesel ve mikro ölçeğe uygulanan modeller mevcuttur ve bunlar arasında bilgi alış verişi mümkün olmaktadır, (Hahmann et al., 2008; Robert et al, 2007; Feldmann, 2005).

Bunlara ilave olarak Türkiye'de hava kirliliği ile ilgili en son yapılan uzun mesafeli taşınımı belirlemeyi hedefleyen model çalışmalardan ikisi Kindap (2005) ve Frewian (2005)'a aittir. Fakat genelde yukarıdaki çalışmalarda kirleticili kaynaklarının Türkiye dışında olduğu kabulü yapılmıştır. İstanbul'da özellikle kalitesiz kömür kullanımı sonucu kış aylarında kirlilik seviyelerinin önemli seviyelere ulaştığı görülmüştür.

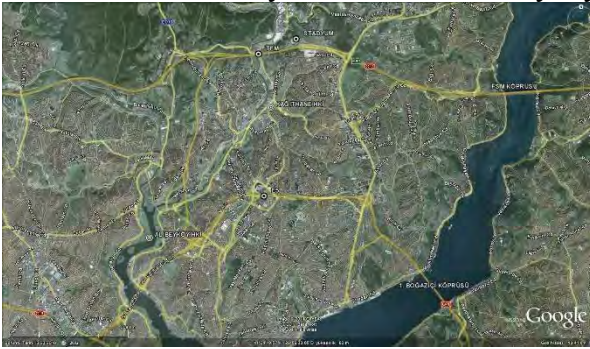
Özellikle büyükşehir alanlarda meydana gelen hava kirliliği olaylarının araştırılması, hava kalitesinin yükseltilmesi, bu amaçla stratejiler belirlemek üzere model çalışmaları son 10 yılın en önemli araştırma konuları arasındadır. Avrupa Birliği çerçevesinde özellikle şehirlerde hava kalitesini arttırmak üzere son yıllarda önemli çabalar sarf edilmektedir. 2005 yılında tamamlanan City Delta projesi bu konudaki en iyi örneği oluşturur.

TUJJB tarafından desteklenen bu projede karmaşık bir arazi yapısına, sanayi fabrikalarına ve yoğun şehirleşmeye sahip sınırlı bir bölge olan Kâğıthane'deki Uçucu Organik Bileşikler, VOC, ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

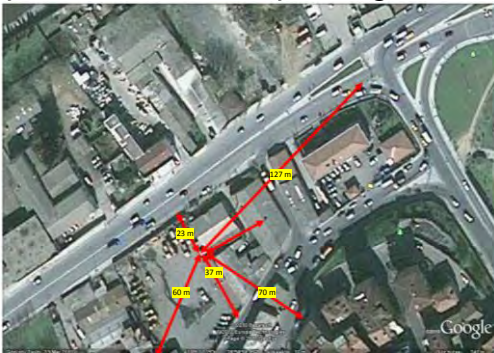
2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. Ölçüm İstasyonunun ve Çevresinin Özellikleri

Proje kapsamında Kağıthane bölgesinde hava kalitesini araştırmak amacıyla Cendere Caddesi, Kağıthane Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü bahçesine kurulan hava kalitesi ölçüm istasyonuna ait bölge ve istasyonun konumu Şekil 1 ve 2’de gösterilmiştir. Şekil 1’den de görüleceği üzere istasyonun 3 tarafı bölgedeki trafik akışının sağlandığı yollarla çevrilidir. İstasyonun 23 metre batısında yer alan yol bölünmüş yol olup özellikle sabah ve akşam saatlerinde yoğun bir trafik yaşanmaktadır. İstasyonun 150 metre batısında ise Belgrad ormanlarında doğan ve Haliç’in devamı olan “Cendere Deresi” yer almaktadır. Cendere deresi hem Ayazağa ve hem de Kemerburgaz yönünden yıl boyu “atık su” taşımaktadır. Proje kapsamında kurulan Kağıthane Hava Kalitesi İstasyonu (KHKİ veya Kağıthane HKİ) çevresinde pek çok küçük ve orta boy üretim tesisi, fabrika ve atölye yer almaktadır. İstasyonun Güneydoğusunda trafik yoğunluğu çok yüksek olduğu Cendere Caddesi bulunmakta, Doğu yönünde 37 m uzaklıkta Sanayi caddesi, güneydoğu yönünde ise 70 m uzaklıkta konutların yoğun şekilde yer aldığı yerleşim alanları başlamaktadır. İstasyonun Güneybatı yönünde 60 m uzaklıkta bir plastik fabrikası bulunmaktadır. Ayrıca İstasyonun 2 km kuzey yönünde TEM otoyolu, 3 km güneyinden ise E5 karayolu geçmektedir. Kağıthane HKİ’nun 5 km Güney Batısında ise Alibeyköy HKİ bulunmaktadır.



Şekil 1. İstanbul Haliç ve Kağıthane Bölgesi Genel Haritası.



Şekil 2. Kağıthane Hava Kalitesi İstasyonunun Konumu.

Kağıthane deresinde Cendere caddesinin bulunduğu yükseklik Kağıthane vadisinin en alt kısmını temsil etmektedir. Bölgenin şematik resmi Şekil 3’de verilmiştir. Bölgede topografik yapıdan dolayı meteorolojik olarak aktif yatay ve düşey hareketler etkili olmamaktadır. Bu durum bölgede sık sık enversiyon oluşumuna neden olmakta ve böylece hava kirliliğini olumsuz yönde tetiklemektedir.



Şekil 3. Kağıthane Bölgesinin Diyagram Kesiti (Elif Gürbüz, 2009)

Kağıthane bölgesi konut ve sanayinin iç içe girdiği bir bölgedir. TÜBİTAK 109Y132 nolu projede Kağıthane İstanbul'un hava kirliliği yönünden en kirli bölgesi çıkmıştır. Bölgede irili ufaklı birçok tesis bulunmaktadır. Kağıthane'de bulunan bazı fabrikalar aşağıdadır.

- EGE KİMYA Sanayi ve Ticaret A.S., Cendere Yolu No. 16-18 Kağıthane.
- Adil Işık Hazır Giyim San. ve Tic. Ltd. Şti., Cendere Yolu No:23 Kağıthane.
- Birleşik Akrilik Sanayi Ticaret Limited Şirketi, Yahya Kemal Mah. Mithatpaşa Cd. No : 33 Kağıthane.
- Coşkun Et ve Mamul. San. ve Tic. A.Ş., Kemberburgaz Cad. No:160 Kağıthane.
- Plastifay Kimya Endüstrisi A.Ş., Cendere Caddesi No.9 Kağıthane. 34408
- YILMAZ KİMYA İnşaat San. Tic. A.Ş., Yahya Kemal Mah. Yeni Ayazma Cad. Turin İş Merkezi Yanı No:7 Kağıthane.
- Evyap Sabun, Yağ, Gliserin Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ayazağa Mah. Kemberburgaz Cad. No:1 Şişli 34396

2.2.Uçucu Organik Bileşikler (VOC)

Uçucu organik bileşikler (Volatile Organic Compounds - VOC), atmosferde fotokimyasal tepkime ile ortaya çıkan ve hava kirliliğine neden olan karbon içerikli maddelerdir. Fosil yakıtlı motor egzozları, solventler ve benzinin buharlaşması, kimyasal madde üretimi, petrol arıtımı, atık giderme alanları ve atık su arıtma tesislerinden kaynaklanan salınımlar ve buharlaşma yolu ile atmosfere karışır.

VOC'ler, benzin, benzen, ksilen, formaldehit ve metan gibi maddeleri içerir. Buradaki 'uçucu' terimi, bu maddelerin görece düşük sıcaklıklarda bile buharlaşma eğiliminde olduklarını anlatır. Buradaki 'organik' sözcüğü ise, kimyasal bir terim olarak kullanılır ve bu maddenin karbon içerdiğini işaret eder. VOC'ler doğrudan (benzene) veya azot oksitleri, ısı ve güneş ışığı ile tepkimeye girmesiyle ozon oluşumunu artırarak dolaylı olarak insan sağlığını tehdit etmektedirler. VOC'lerin birçoğu, doğal süreçlerle ortaya çıkar. Bazı çok bilinen uçucu organik bileşenler ve başlıca kaynakları Tablo 1'de verilmiştir. Bazı VOC parametrelerinin teknik özellikleri Ek 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Bazı çok bilinen uçucu organik bileşikler ve kaynakları (Lance ve ark., *Exposure to Volatile Organic Compounds*)

Kimyasallar:	Başlıca Kaynaklar:
Aseton	Kozmetikler
Alkoller (etanol, izopropanol)	Alkollü içkiler, temizleyiciler
Aromatik Hidrokarbonlar (tolüen, ksilenler, etilbenzen, trimetilbenzenler)	Boyalar, yapıştırıcılar, benzin, yanma kaynakları
Alifatik hidrokarbonlar (oktan, dekan, andekan)	Boyalar, yapıştırıcılar, benzin, yanma kaynakları
Benzen	Sigara, otomobil eksozu, pasif içicilik, sürücülük, benzin doldurma, otoparklar
Butillenmiş hidroksi toluen (BHT)	Üreten tabanlı halı yastıklar

Karbon tetraklorür	Mantarlar, küresel arka plan
Kloroform	Duş, çamaşır yıkama, ye ekler
p-Diklorobenzen	Oda deodorantları, güve kovucular
Etilen glikol, teksanol	Boyalarda
Formaldehit	Sıkıştırılmış ahşap ürünleri imalatı (Sunta, MDF..)
Furfural	Mantar parke döşeme
Metilen klorid	Boya sıyırma, solvent kullanımı
Metil-tert-büti eter (MTBE)	Benzin, yeraltı suyu kirletici
Fenol	Vinil döşeme, mantar parke döşeme
Stiren	Sigara
Terpenler (limonen, α -pinen)	Kokulu deodorantlar, cila, sigara, içecekler, kumaş, kumaş yumuşatıcı
Tetrakloretilen	Giyim / kuru-temizleme yapılan elbiselerin saklandığı yerler
Tetrahidrofuran	Vinil zeminler için sızdırmazlar
1,1,1-trikloroetan	Aerosol spreylere, çözücüler, birçok tüketici ürünleri
Trikloretilen	Kozmetik ürünleri, elektronik parçalar, düzeltme sıvısı

2.3. Günlük Hayatımızda Uçucu Organik Bileşikler

VOC kısaltmasının açılımı “Volatile Organic Compound” (Uçucu Organik Bileşenlerdir). Normal şartlar altında havaya buharlaşan uçucu organik kimyasal bileşenler. VOC'nin kaynağı özellikle boyalarda kullanılan tinerler ve bazı petrol türevi ürünlerdir. VOC çevreye özellikle toprağa, yer altı sularına ve hava kirliliğine neden olur. VOC'nin insan sağlığına etkisi de kapalı ortamlarda kendini gösterir. Boyanan bir iç mekânda dış mekana göre 1000 kat daha fazla VOC değeri ölçülebilir. Bu nedendir ki VOC değeri çok düşük olan su bazlı boyalar hem sağlık hem de çevre açısından son derece önemlidir.

Küresel ısınmanın ana sebebi olan ozon tabakasındaki delinmenin sebebinin sadece yasaklanan Freon gazının değil, asıl sebebin petrol ürünleri ve özellikle solventler olduğu yönündedir. Birçok ülkede bazı solventler yasaklanmış, bazılarının da kullanım miktarları sınırlandırılmış durumdadır.

Avrupa Birliği 2004 yılında, 2005 de uygulamaya geçilmek üzere özellikle boya ve verniklerde VOC limitleri belirlemiştir. Daha sonra bu limitler yeniden revize edilerek 2007-2010 aralığı ve 2010 dan sonrası için yeniden belirlenmiştir. 2010 yılından sonrası için ise limitler iyice düşürülmüştür.

Genel olarak kapalı ortamlarda bulunan VOC'ler, çoğunlukla Tablo 2'de gösterildiği gibi 9 adet bileşik grubun içinde yer alırlar. Birçok bileşik, çözücü olarak kullanılmaktadır. Formaldehit ve asetaldehit, VOC sınıfına dahil olmamalarına ve farklı bir yöntemle analiz edilmelerine rağmen, önemli birer organik kapalı ortam hava kirleticileri olmaları nedeniyle bu gruba dahil edilmişlerdir.

Tablo 2. Kapalı ortamlarda en sık tespit edilen VOC'ler ve tipik örnekleri

Kimyasal Yapı	Sıklıkla Tespit Edilen Bileşikler
Alkanlar	<i>n</i> -hekzan, <i>n</i> -dekan
Siklo Alkanlar ve Alkenler	Siklo hekzan, methyl-cyclohexane
Aromatik Hidrokarbonlar	Benzen, toluen, ksilenler, 1,2,4-trimethylbenzene
Halojenli Hidrokarbonlar	Dichloromethane, 1,1,1-tricholoroethane, tricholoroethane, tetracholoroethane, 1,4-dichlorobenzene

Terpenler	Limonene, alpha-pinane, 3-carene
Aldehidler	Formaldehid*, acetaldehid*, hexanal
Ketonlar	Aseton, metil etil keton (MEK)
Alkoller	İsobütanol,ethoxyetanol
Esterler	Etil asetat, butil asetat, etoxy etil asetat

*Formaldehid ve acetaldehid VOC değildir.

2.4.VOC Ölçüm Cihazı

TUJJB-TUMEHAP-01-10 projesi kapsamında VOC ölçüm cihazı 2010 yılı sonunda alınmıştır. Cihaz Kağıthane hava kalitesi araştırmaları çerçevesinde TÜBİTAK 109Y132 projesi ile alınan karavan içinde tasarlanan bölüme yerleştirilmiştir. Kağıthane hava kalitesi ölçüm istasyonu ve cihaza ait görüntüler Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Kağıthane Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu ve Cihaza Ait Görüntü.

2.5.Synspec Spectras Analyser GC 955 Marka VOC Ölçüm Cihazı Cihazın Teknik Özellikleri;

Cihaz iki ayrı gaz kromotograftan oluşmaktadır. Birinci ünite kaynama noktası 0 ile 80 °C olan C2-C5 hidrokarbonların analizi için ve kolay deteksiyonu için **PID** ve **FID** detektöre sahiptir. Ölçülen en düşük değer (Butadien) için : 0,04 µ/m³, Diğer hidrokarbonlar için : ≤1 µ/m³. İkinci ünite kaynama noktası 70 ile 225 °C olan C6-C12 hidrokarbonların dedeksiyonu için **PID** detektöre sahiptir. Ölçülen en düşük değer (Benzen) : ≤ 0,4 µ/m³. Sonuçlar ppb biriminde alınmaktadır.

Synspec Spectras Analyser GC 955 marka VOC ölçüm cihazının görüntüsü, kuru hava temininde kullanılan kompresör ve yanma ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan azot ve hidrojen tüpleri Şekil 5’de verilmiştir.

Synspec Spectras Analyser GC 955 marka VOC ölçüm cihazımız ile ölçülen parametreler Tablo 3’de verilmiştir.

18.10.2011 ve 15.02.2012 tarihleri arasında ölçülen VOC parametrelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri Tablo 4’de, BTEX olarak isimlendirilen parametrelerin, minimum, maksimum ve ortalama değerleri Tablo 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Synspec Spectras Analyser GC 955 Marka VOC Ölçüm Cihazı, Kuru hava sağlayan kompresör ve Azot ve hidrojen tüpleri

Tablo 3. Synspec Spectras Analyser GC 955 VOC Ölçüm Cihazı ile Ölçülen Parametreler

1-	acetylene	29-	isopropylbenzene
2-	benzene	30	methylcyclohexane
3-	<i>n</i> -butane	31-	methylcyclopentane
4-	1-butene	32-	2-methylheptane
5-	<i>cis</i> -2-butene	33-	3-methylheptane
6-	<i>trans</i> -2-butene	34-	2-methylhexane
7-	cyclohexane	35-	3-methylhexane
8-	cyclopentane	36-	2-methylpentane
9-	<i>n</i> -decane	37-	3-methylpentane
10-	<i>m</i> -diethylbenzene	38-	<i>n</i> -nonane
11-	<i>p</i> -diethylbenzene	39-	<i>n</i> -octane
12	2,2-dimethylbutane	40-	<i>n</i> -pentane
13-	2,3-dimethylbutane	41-	<i>cis</i> -2-pentene
14-	2,3-dimethylpentane	42-	<i>trans</i> -2-pentene
15-	2,4-dimethylpentane	43	propane
16-	<i>n</i> -dodecane	44-	<i>n</i> -propylbenzene
17-	ethane	45-	propylene
18-	ethylbenzene	46-	styrene
19-	ethylene	47-	toluene
20-	<i>m</i> -ethyltoluene	48-	1,2,3-trimethylbenzene
21-	<i>o</i> -ethyltoluene	49-	1,2,4-trimethylbenzene
22-	<i>p</i> -ethyltoluene	50-	1,3,5-trimethylbenzene
23-	<i>n</i> -heptane	51-	2,2,4-trimethylpentane
24-	<i>n</i> -hexane	52-	2,3,4-trimethylpentane
25-	1-hexene	53-	<i>n</i> -undecane
26-	isobutane	54-	<i>o</i> -xylene
27-	isopentane	55-	<i>m</i> -xylene
28-	isoprene	56-	<i>p</i> -xylene

3. SONUÇLAR

3.1.Şehirde Hava Kirliliğine Sebep Olan Meteorolojik Etkenler

Yüksek göç oranı, sanayileşme, şehrin plansız gelişimi, ulaşım altyapısının eksikliği, kalitesiz yakıt kullanımı ve şehirde hakim olan meteorolojik koşullar İstanbul'da önemli hava kirliliği olaylarının yaşanmasına neden olmaktadır (Özçomak, 2013).

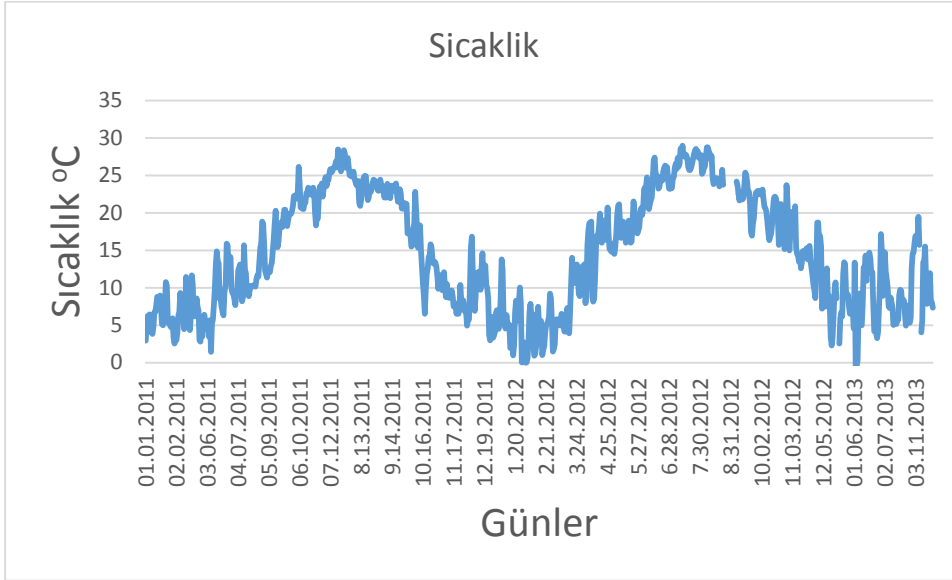
Hava kirliliği açısından en önemli meteorolojik değişkenler; basınç, rüzgar, sıcaklık, güneş radyasyonu ve nemdir. Bunlara ek olarak atmosferik kararlılık, enverziyon, karışma yüksekliği de hava kirliliğinde en çok göz önüne alınan parametrelerdir. Sıcaklığın yükseklikle değişmesi durumu aşağı atmosferin en önemli özelliklerindedir. Örneğin, türbülanslı hareketlerin söz konusu olmadığı durumlar kirliticilerin yayılmasına engel olacaktır. Kararlı atmosfer bu açıdan tehlikeli görülebilecek bir durumdur. Enverziyon, kararlı atmosferik yapıyı tanımlamaktadır (Holton, 1979). Enverziyon durumunda ise atmosfer

oldukça kararlı olacağından ve kirleticilerin yayılması için gerekli düşey hareketler önlenecektir (Daylan, 2002).

3.2.Meteorolojik Analiz

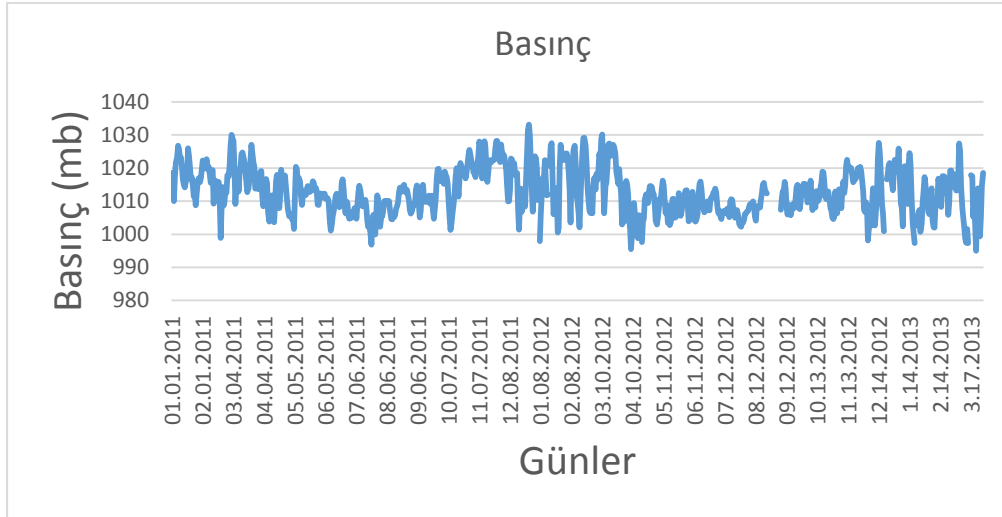
TÜBİTAK 109Y132 projesi kapsamında alınması planlanmış olan akustik radar proje süresi içinde alınmadığı için Haliç bölgesinin düşey atmosfer profili incelenememiştir. Fakat, sonraki çalışmalarda incelenmesi planlanmaktadır.

Bölgenin sıcaklık ve hakim rüzgar yönü belirli bir dönem için grafiklerle sunulmuştur. 2011 yılı Ocak-2013 yılı Mart ayları dönemindeki sıcaklık ölçümleri esas alınarak çizdirilen günlük ortalama saatlik sıcaklık değişimleri grafiği Şekil 6 ' deki gibidir. Günlük ortalama sıcaklık değerleri mevsimsel olarak değerlendirildiğinde, Şekil 6'de de görüldüğü gibi yaz mevsiminde günlük ortalama sıcaklıklar 28 -29 °C civarında olduğu, kış mevsiminde ise 0 °C civarında olduğu görülmektedir.



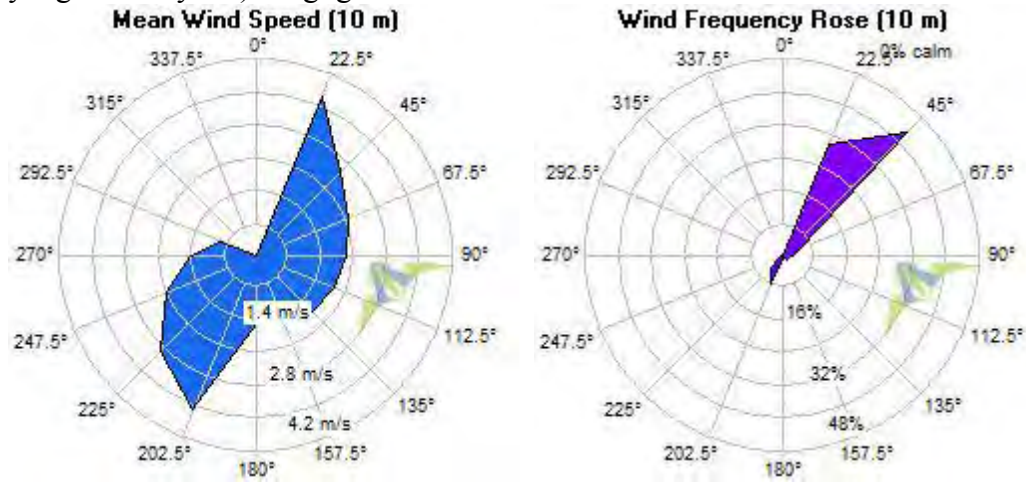
Şekil 6. 2011 yılı Ocak-2013 yılı Mart dönemindeki günlük ortalama sıcaklık değişimi

Ölçülen basınç değerlerine (Şekil 7) bakıldığında yaz aylarında daha düşük seviyelerde seyrederken, kış aylarında daha yüksek seviyelerde seyretmektedir. Yüksek basınçların varlığı genel bölgedeki basınç değişimleri vadi yapısının da etkisiyle düşey ve yatay hareketleri engellemiştir. Buradan kış aylarında hava kirliliğinin artmasını bekleyebiliriz. Ayrıca yüksek basınçla beraber ortaya çıkan diverjans etkisi kirletici konsantrasyonlarının artmasına sebep olmuştur. Basınç parametresinin her ne kadar diğer meteorolojik şartlara bağlı olarak etkisi gözleniyor olsa dahi konsantrasyon değişimlerinde çökücü hareketlerin önemi büyüktür (Özçomak,2013).



Şekil 7. 2011 yılı Ocak-2013 yılı Mart dönemindeki günlük ortalama basınç değişimi

Ocak 2011 – Ocak 2012 arası 10 m’de ölçülen rüzgâr verileri ile oluşturulmuş rüzgâr frekansını ve ortalama rüzgâr şiddetini gösteren rüzgâr gülleri Şekil 8’ de verilmiştir. Rüzgâr frekans gülüne göre bu dönemde hakim rüzgâr yönü kuzeydoğu olmuştur. Yine ortalama rüzgâr şiddetini gösteren şekilde rüzgârın genellikle vadinin uzandığı doğrultu boyunca (Kuzeydoğu- Güneybatı) estiği görülmektedir.



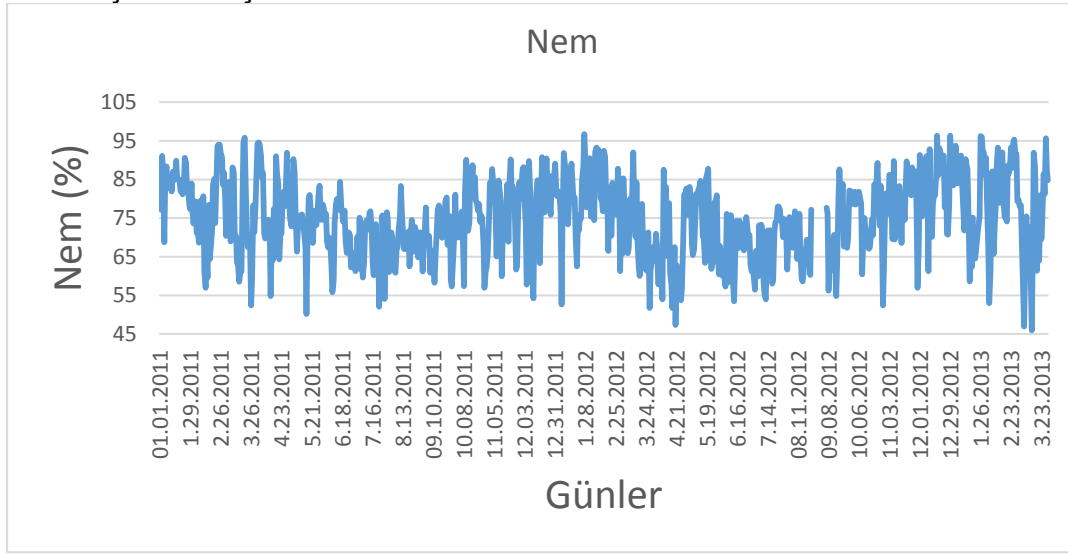
Şekil 8. 10 m’de ölçülen rüzgâr şiddeti ve yönü ile oluşturulmuş rüzgâr frekansı ve ortalama rüzgâr şiddetini gösteren rüzgâr gülleri. (TÜBİTAK 109Y132)

KHKI’nda ölçülen bağıl nem değerlerinin yüksek olduğu tarihlerde konsantrasyon miktarlarının da genel olarak düşük olduğu gözlenmiştir. Bağıl nem ve bileşikler arasındaki ilişki Tablo 4’de verilmiştir. Değerlere bakıldığında bağıl nemle kirleticilerin konsantrasyonları arasındaki ilişki çok düşüktür ($R \sim 0$). İlçede bağıl nem değerleri ölçüm yapılan dönem içerisinde %80’nin üzerinde %50 oranında görülmüştür (Özçomak, 2013). Bağıl nem değerleri sadece BTEX (benzene, toluen, etilbenzen, ksilen) bileşenleri üzerinde değerlendirilmiştir.

Tablo 4. BTEX-meteorolojik parametreler ve korelasyon katsayıları (R).

	Benzen	Toluen	Etilbenzen	Ksilen
Basınç	-0,12	-0,04	-0,028	-0,05
Sıcaklık	0,25	0,30	0,05	0,40
Bağıl Nem	-0,20	-0,24	-0,16	-0,24

Şekil 9'e baktığımızda, yıl boyunca nemin %45 ile %96 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında düşük değerlerde iken kış aylarında ise yüksek değerlerdedir. VOC Ölçüm Sonuçları



Şekil 9. 2011 yılı Ocak-2013 yılı Mart dönemindeki günlük ortalama nem değişimi

Tablo 5. 18.10.2011 ve 15.02.2012 tarihleri arasında ölçülen VOC parametrelerinin 30 dakikalık ortalama, azami, asgari ve standart sapma değerleri.

İstatistik Bilgiler	Ortalama	Azami	Asgari	Std.sapma
2-methylpentane	1,85	17,31	0,01	2,08
3-methylpentane	54,69	178,22	3,16	0,24
n-hexane	0,61	17,92	0,01	1,14
2,4-dimethylpentane	2,44	32,47	0,01	2,44
benzene	1,94	45,75	0,01	6,89
cyclohexane	10,27	109,14	0,02	19,51
2,3-dimethylpentane	15,27	61,26	0,01	16,03
3-methylhexane	0,67	35,41	0,01	3,50
2,2,4-trimethylpentane	0,90	84,23	0,07	7,17
n-heptane	0,15	32,58	0,01	1,20
2,3,4-trimethylpentane	11,83	38,19	0,01	8,34
methylcyclohexane	1,30	42,36	0,01	3,75
toluene	0,64	23,55	0,01	2,29
2-methylheptane	0,65	3,07	0,01	0,65
3-methylheptane	0,28	3,90	0,01	0,50
n-octane	0,10	1,06	0,02	0,08
ethylbenzene	0,11	3,80	0,03	0,21
m,p-xylene	0,02	1,92	0,01	0,10
styrene	0,44	12,70	0,01	0,47
o-xylene	0,16	4,01	0,01	0,22
n-nonane	0,13	18,07	0,01	0,64
isopropylbenzene	0,34	9,93	0,01	0,42
n-propylbenzene	2,23	5,26	0,01	1,61
m-ethyltoluene	4,23	27,61	0,02	2,53

p-ethyltoluene	0,74	5,81	0,01	1,57
1,3,5-trimethylbenzene	0,11	5,83	0,02	0,29
o-ethyltoluene	0,02	0,30	0,01	0,03
1,2,4-trimethylbenzene	0,01	1,29	0,01	0,03
n-decane	0,16	7,77	0,02	0,47
1,2,3-trimethylbenzene	0,10	0,26	0,04	0,04

Tablo 6. Kasım 2011 ve Şubat 2013 tarihleri arasında ölçülen VOC parametrelerinin saatlik bazı istatistik değerleri

Sno	VOC	Saat sayısı	Ortalama	Azami	Asgari	Standart sapması
1	2-methylpentane	3008	1,06	13,31	0,01	1,47
2	3-methylpentane	3347	40,98	159,47	2,95	25,88
3	n-hexane	4938	2,14	17,20	0,01	2,41
4	2.4-dimethylpentane	7449	1,95	28,13	0,01	1,57
5	benzene	12220	1,30	43,49	0,01	4,50
6	cyclohexane	11293	2,71	97,80	0,02	8,95
7	2.3-dimethylpentane	4233	8,42	61,26	0,01	8,11
8	3-methylhexane	11297	0,52	34,38	0,01	2,40
9	2.2.4-trimethylpentane	11293	0,20	79,99	0,07	2,67
10	n-heptane	11297	0,04	32,52	0,01	0,47
11	2.3.4-trimethylpentane	5867	2,27	34,65	0,01	3,76
12	methylcyclohexane	2921	1,08	43,07	0,01	3,27
13	toluene	5524	0,35	21,67	0,00	1,07
14	2-methylheptane	3242	1,16	9,00	0,01	0,94
15	3-methylheptane	4420	1,23	3,68	0,01	0,93
16	n-octane	3268	0,64	9,00	0,02	0,88
17	ethylbenzene	11300	0,06	3,59	0,03	0,09
18	m.p-xylene	2509	0,02	1,75	0,00	0,05
19	styrene	8105	0,53	3,60	0,01	0,54
20	o-xylene	11297	0,09	3,63	0,01	0,20
21	n-nonane	2720	0,50	10,16	0,00	1,42
22	isopropylbenzene	5968	3,70	9,93	0,01	3,87
23	n-propylbenzene	3054	3,69	6,50	0,01	1,00
24	m-ethyltoluene	2972	8,51	9,00	0,02	1,65
25	p-ethyltoluene	247	0,20	5,52	0,01	0,55
26	1.3.5-trimethylbenzene	1784	0,08	5,60	0,02	0,20
27	o-ethyltoluene	11291	0,01	0,20	0,01	0,01
28	1.2.4-trimethylbenzene	11291	0,01	0,73	0,01	0,01
29	n-decane	680	0,10	7,10	0,00	0,37
30	1.2.3-trimethylbenzene	52	0,10	0,26	0,04	0,05
31	Ethane (FID)	7895	1,98	9,14	0,00	1,49
32	Ethene	8000	43,78	416,50	0,00	39,09
33	Propane (FID)	7979	4,76	47,57	0,00	4,45

34	Propene	7908	0,97	5,25	0,00	0,70
35	Ethyn (FID)	7681	3,50	90,09	0,06	5,58
36	i-Butane (FID)	6010	1,90	25,12	0,00	2,44
37	n-Butane (FID)	7823	2,79	23,16	0,00	2,54
38	trans-2-butene	5049	12,56	186,65	0,00	19,71
39	1-butene	5736	0,39	2,86	0,00	0,33
40	isobutene	7200	0,70	2,89	0,00	0,52
41	cis-2-butene	6169	1,84	11,86	0,00	1,98
42	cyclopentane (FID)	7783	5,50	99,54	0,00	10,15
43	isopentane (FID)	6923	51,22	793,30	0,01	87,13
44	n-pentane (FID)	5735	5,92	66,55	0,00	9,06
45	1-3 butadiene	7131	1,09	22,40	0,00	1,53
46	trans-2-pentene	7678	0,28	0,90	0,07	0,22
47	1-pentene	4970	0,32	3,78	0,00	0,29
48	cis-2-pentene	7346	2,22	29,10	0,00	2,30
49	2,2-dimethylbutane	6334	2,21	43,50	0,00	3,44
50	2,3-dimethylbutane	2545	0,40	4,80	0,00	0,39
51	isoprene	4032	0,24	9,77	0,00	0,63
52	methylcyclopentane	2301	0,31	32,88	0,00	1,66

Tablo 7. VOC parametreleri uzun süreli günlük ortalama, azami, asgari ve standart sapma değerler.

istatistiki Bilgiler	Ortalama	Azami	Asgari	Stdsapma
2-methylpentane	1,62	5 45	0,02	1,45
3-methylpentane	55,32	129,93	11,51	26,54
n-hexane	0,69	4,09	0,03	0,97
2,4-dimethylpentane	2,38	5,32	0,02	1,35
benzene	1,90	37,11	0,05	6,78
cyclohexane	9,99	50,69	0,02	12,08
2,3-dimethylpentane	13,28	51,01	1,31	14,21
3-methylhexane	0,90	23,23	0,01	3,07
2,2,4-trimethylpentane	1,09	36,36	0,07	5,70
n-heptane	0,17	2,98	0,01	0,40
2,3,4-trimethylpentane	10,50	30,38	0,03	7,79
methylcyclohexane	2,49	42,36	0,01	7,71
toluene	0,70	11,38	0,01	1,93
2-methylheptane	0,69	2,72	0,01	0,70
3-methylheptane	0,28	2,26	0,02	0,44
n-octane	0,09	0,30	0,02	0,07
ethylbenzene	0,13	1,22	0,04	0,20
m,p-xylene	0,03	0,80	0,01	0,12
styrene	0,44	1,49	0,07	0,32
o-xylene	0,17	1,26	0,01	0,21
n-nonane	0,17	4,66	0,01	0,62
isopropylbenzene	0,35	2,45	0,02	0,43

n-propylbenzene	1,55	4,49	0,01	1,66
m-ethyltoluene	3,88	7,59	0,12	2,29
p-ethyltoluene	0,77	3,32	0,01	1,23
1,3,5-trimethylbenzene	0,14	2,74	0,03	0,38
o-ethyltoluene	0,03	0,14	0,01	0,02
1,2,4-trimethylbenzene	0,01	0,20	0,01	0,02
n-decane	0,18	3,02	0,03	0,47
1,2,3-trimethylbenzene	0,09	0,26	0,04	0,06

Dokuz Eylül Üniversitesinden Ayşen Müezzinoğlu, Mustafa Odabaşı, Levent Onat gurubunun Atmospheric Environment dergisinde 2001 yılında İzmir ilçesinde yapılan ölçümler ile ilgili bir makale yayınlanmıştır. Bu makale de izmir de yapılan ölçümler tablo olarak aşağıda verilmiştir.

Tablo 5’de 18.10.2011 ve 15.02.2012 tarihleri arasında Kâğıthane istasyonumuzda ölçülen VOC parametrelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile karşılaştırıldığında daha önce yapılan çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir. (Aysen Muezzinoglu, Mustafa Odabasi, Levent Onat, 2001. Volatile organic compounds in the air of Izmir, Turkey, Atmospheric Environment 35,4, 753-760)

Tablo 8. İzmir, Seoul, ABD şehirleri, Atina, Roma, Taipei, Paris’te VOC konsantrasyonları.

Table 1
Measured VOC concentrations (ppb) in air, Izmir and other cities

VOCs	Seoul ^a	US cities ^a	Athens ^a	Rome ^a	Taipei ^b	Paris ^c	Izmir ^d	Izmir ^e	Izmir ^f
Benzene	2.0	1.6	5.0	11.1	3.4	1.9–5.0 6.6–12.2 ^h	0.3–11.1	11.6 ± 3.2	17.5 ± 2.6
Toluene	10.0	2.3	14.3	15.6	7.2	6.4–15.2 19.2–33.6 ^h	0.1–26.9	26.7 ± 2.9	27.8 ± 2.9
<i>m,p</i> -Xylene	2.6 ^g	2.5 ^g	15.8 ^g	10.3 ^g	3.9 ^g	2.8–7.1 9.9–16.1 ^h	0.1–28.2	21.1 ± 5.4	19.1 ± 5.1
<i>o</i> -Xylene						0.9–2.3 3.2–5.7 ^h	1.3–6.6	21.9 ± 4.1	19.5 ± 7.5
Hexane	2.1	1.1	1.6	4.5				8.1 ± 3.4	14.5 ± 1.5
Heptane								14.4 ± 3.7	8.7 ± 3.6
Ethylbenzene	0.9	0.3	2.8	3.7	1.0	1.1–2.3 3.4–5.5 ^h		4.9 ± 2.5	8.6 ± 1.2
1,3,5-Trimethylbenzene								9.4 ± 1.8	8.6 ± 4.0
1,2,4-Trimethylbenzene								7.9 ± 2.2	7.1 ± 3.2

^aKim et al. (1997).

^bPen-Chi et al. (1995).

^cCoursimault et al. (1994).

^dEryigit (2000).

^eThis study (Bornova, daytime), average ± SD.

^fThis study (Basmane, daytime), average ± SD.

^g*m, p, o*-Xylene.

^hMeasured in an underground parking place.

Dokuz Eylül Üniversitesinden Ayşen Müezzinoğlu, Mustafa Odabaşı, Levent Onat gurubunun Atmospheric Environment dergisinde 2001 yılında İzmir ilinde yapılan ölçümler ile ilgili bir makale yayınlanmıştır. Tablo 8’de bu makalede yayınlanan tablo verilmiştir.

Tablo 9. 2001 yılında İzmir ilinde yapılan VOC ölçümleri.

VOC	İzmir (1)	İzmir (2) Bornova	İzmir (3) Basmane
Benzene	0.3 – 11.1	11.6 ± 3.2	17.5 ± 2.6
Toluene	0.1 – 26.9	26.7 ± 2.9	27.8 ± 2.9
<i>m,p</i> -Xylene	0.1 – 28.2	21.1 ± 5.4	19.1 ± 5.1
<i>o</i> -Xylene	1.3 – 6.6	21.9 ± 4.1	19.5 ± 7.5

Hexane	-	8.1 ± 3.4	14.5 ± 1.5
Heptane	-	14.4 ± 3.7	8.7 ± 3.6
Ethylbenzene	-	4.9 ± 2.5	8.6 ± 1.2
1,3,5-trimethylbenzene	-	9.4 ± 1.8	8.6 ± 4.0
1,2,4-trimethylbenzene	-	7.9 ± 2.2	7.1 ± 3.2

(1,2,3 Farklı ölçüm noktaları)

Kağıthane istasyonumuzda ölçülen ve Tablo 6’da verilen, VOC parametrelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile karşılaştırdığımızda değerlerin yakın değerler olduğunu gözlemliyoruz.

Ölçülen parametrelerin değeri; istasyonların konumu, meteorolojik veriler, sanayi ve trafik yoğunluğu gibi parametrelere bağlıdır.

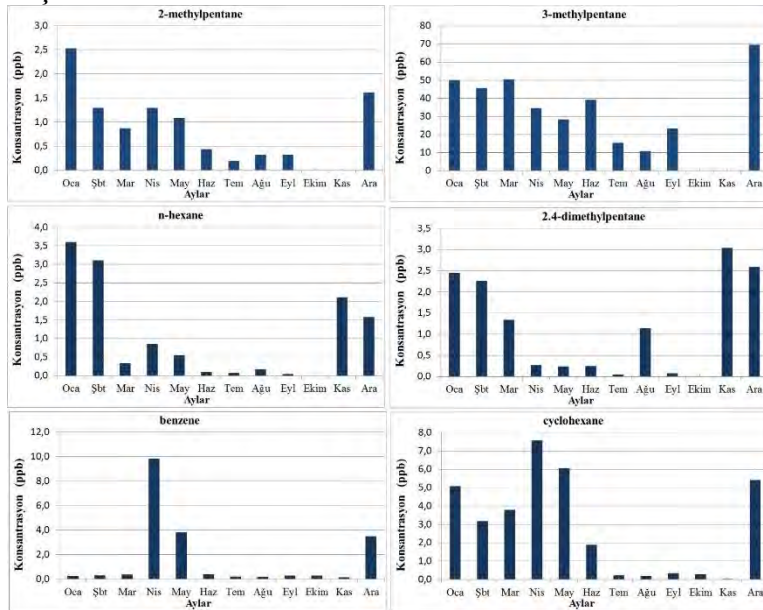
3.3. VOC Grafikler

İstasyonumuzda ölçülen VOC değerlerinin aylık, günlere ve gün içinde saatlere göre değişimleri aşağıda verilmiştir.

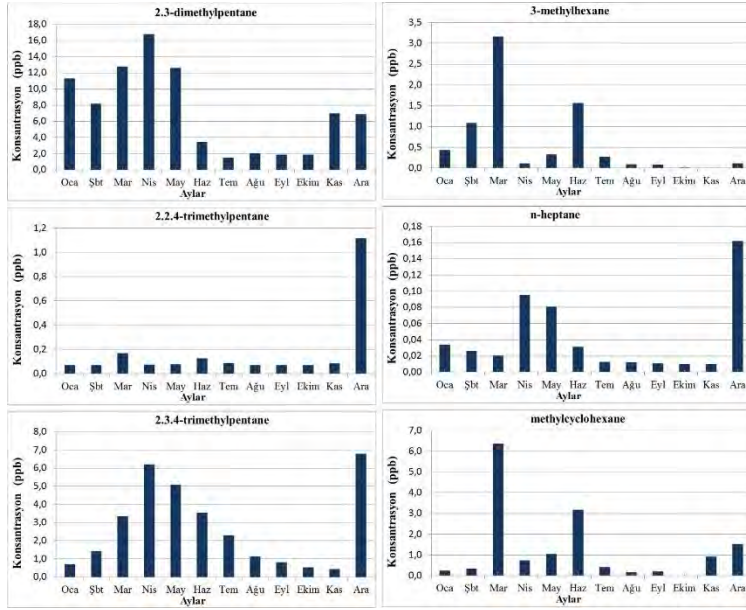
3.3.1 Aylık Değişimler

2-methylpentane ve 3-methylpentane için konsantrasyonlarının kış aylarında en yüksek değerlere sahip olduğunu, ekim ve kasım aylarında ise en düşük değerlere ulaştığını görüyoruz.

N-hexane ve 2.4dimethylpentane VOC bileşenleri için de aynı durum söz konusu iken, benzene kadar önemli olan cyclohexane’in ise ilkbahar aylarında en yüksek (Nisan) değerlere ulaştığını, kış aylarında da yüksek konsantrasyonlarda seyir ettiğini yaz aylarında ise en düşük değerlerinde olduğunu söyleyebiliriz. En önemli VOC bileşenlerinden biri olan benzene ise Nisan ayında en yüksek değerine ulaşmış, diğer aylarda düşük değerlerde seyretmiştir. Genellikle kış aylarında zirve değerlerine ulaşan bileşenlerde ısınma kaynaklarının etkisi düşünülebilir.

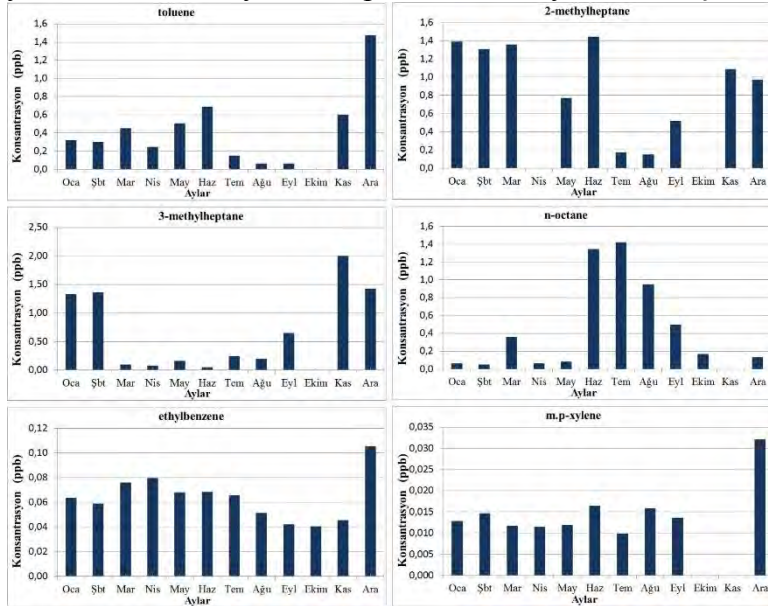


Şekil 10: VOC’lerden 2-methylpentane,3-methylpentane, n-hexane, 2.4dimethylpentane, benzene, cyclohexane’in aylık değişimlerini göstermektedir.



Şekil 11. VOC'lerden 2,3-dimethylpentane, 3-methylhexane, 2,2,4-trimethylpentane, n-heptane, 2,3,4-trimethylpentane, methylcyclohexane'in aylık değişimlerini göstermektedir.

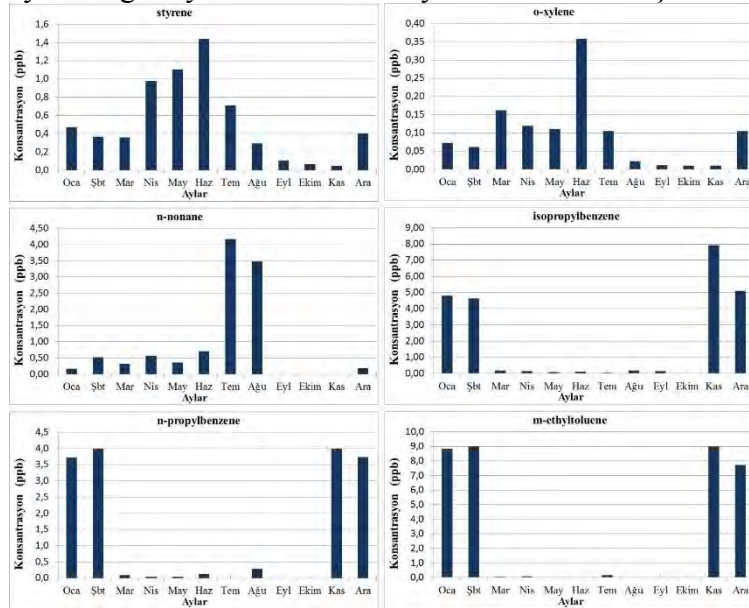
2,3-dimethylpentane Nisan ayında en yüksek konsantrasyonuna ulaşırken, en düşük konsantrasyona sahip olduğu Temmuz ayıdır. 3-methylhexane Mart ayında en yüksek konsantrasyonda olur iken, kasım ve ekim aylarında en düşük değerindedir. 2,2,4-trimethylpentane, n-heptane ve 2,3,4-trimethylpentane Aralık ayında en yüksek konsantrasyon değerlerinde iken, 2,3,4-trimethylpentane kış aylarına oranla bahar ve yaz aylarında daha yüksek konsantrasyonlara sahip olmuştur. Methylcyclohexane Mart ayında en yüksek konsantrasyona sahip iken, Ekim ayında en düşük konsantrasyona sahiptir.



Şekil 12. VOC'lerden toluene, 2-methylheptane, 3-methylheptane, n-octane, ethylbenzene, m,p-xylene'in aylık değişimlerini göstermektedir.

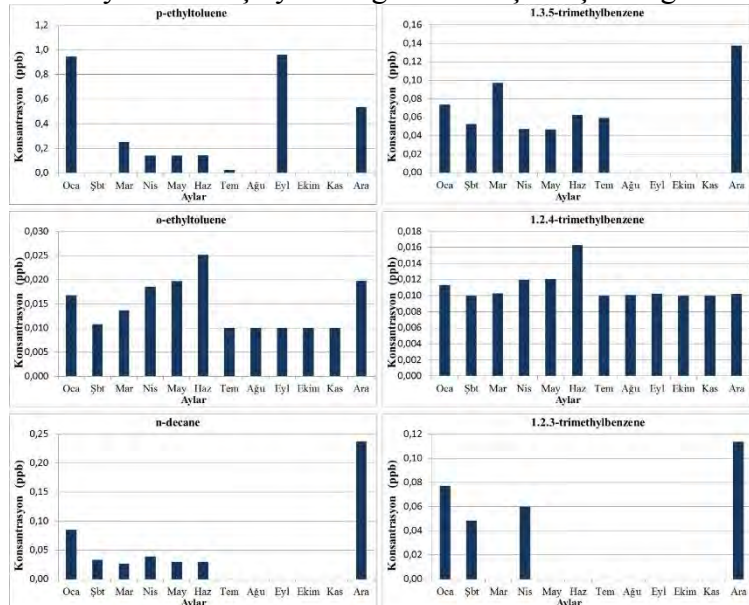
Toulen, ethylbenzene ve m,p-xylene Aralık ayında en yüksek konsantrasyonlarına ulaşırken, toulen'in en düşük konsantrasyonu Ekim ayında gözlemlenmiştir. Ethylbenzene ve m,p-xylene ise diğer aylarda da birbirine yakın değerlerde seyretmiştir. 2-methylheptane'in en yüksek konsantrasyonu Haziran ayında gözlemlenmiş olup, kış aylarında da yüksek konsantrasyonlara sahip olmuştur. N-octane ise kış aylarında en düşük değerlerinde seyir

ederken, en yüksek konsantrasyonu Temmuz ayında gözlemlenmiş olup, yaz aylarında kış aylarına göre yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur.



Şekil 13. VOC'lerden styrene, o-xylene, n-nonane, isopropylbenzene, n-propylbenzene, m-ethyltoluene'in aylık değişimlerini göstermektedir.

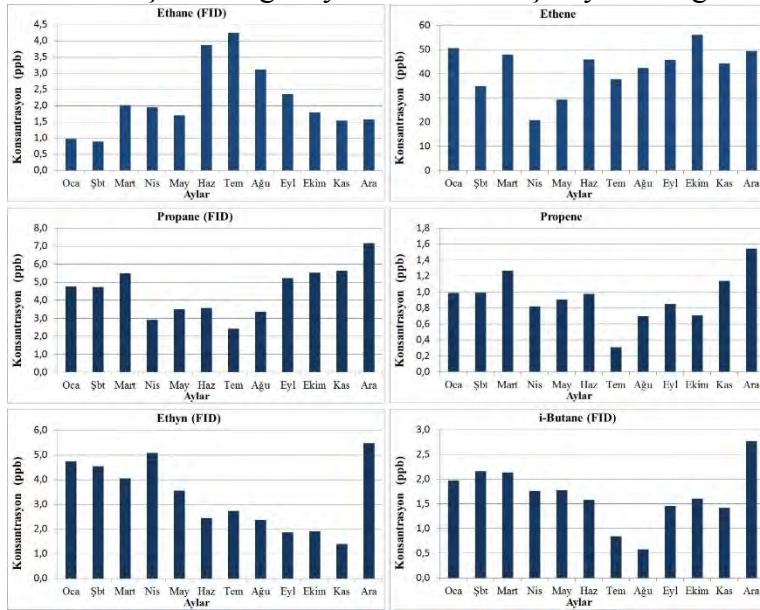
Styrene ve o-xylene'in en yüksek konsantrasyonları Haziran ayında gözlenmiş olup, her iki bileşen de Kasım ayında en düşük konsantrasyonda seyir etmiştir. Styrene'in o-xylene'e göre bahar aylarında daha yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu görülmektedir. N-nonane en yüksek konsantrasyonunu Temmuz ayında gösterir iken, isopropylbenzene, n-propylbenzene ve m-ethyltoluene bileşenleri Kasım ayında en yüksek değerlere sahip olup, genellikle kış aylarında da yüksek değerlerde seyretmeye devam etmektedir. Ayrıca bu üç bileşenin yaz ve bahar aylarında kış aylarına göre oldukça düşük değerlerde olduğunu görüyoruz.



Şekil 14. VOC'lerden p-ethyltoluene, 1.3.5-trimethylbenzene, o-ethyltoluene, 1.2.4-trimethylbenzene, n-decane, 1.2.3-trimethylbenzene'in aylık değişimlerini göstermektedir.

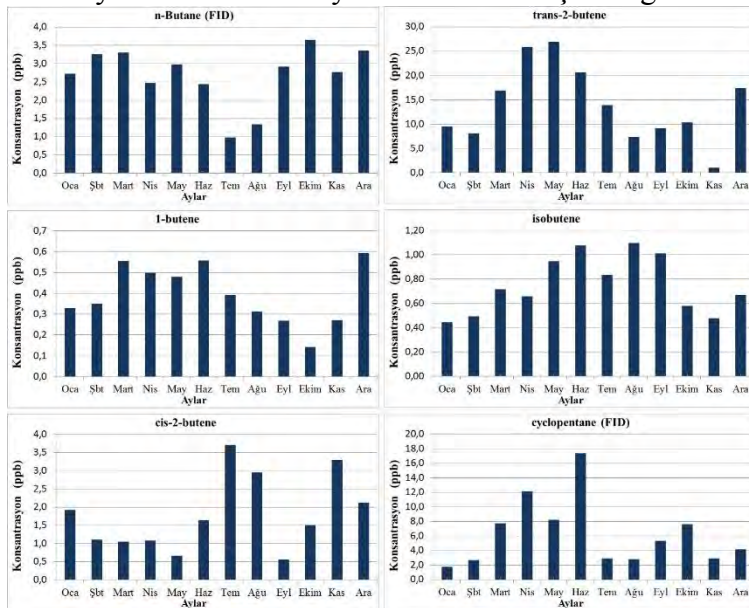
P-ethyltoluene en yüksek konsantrasyonuna Eylül ayında sahip olurken, en düşük ise Temmuz ayında sahiptir. 1.3.5-trimethylbenzene, n-decane, ve 1.2.3-trimethylbenzene'in en yüksek konsantrasyonları Aralık ayında gözlenmiş olup, bu üç bileşenin de en düşük

konsantrasyonlarında seyrettiği aylar yaz ve sonbahar ayları olmuştur. O-ethyltoluene, ve 1.2.4-trimethylbenzene'in en yüksek konsantrasyon değerleri Haziran ayında gözlenmiş olup, her iki bileşen de diğer aylarda birbirine çok yakın değerlerde gözlemlenmiştir.



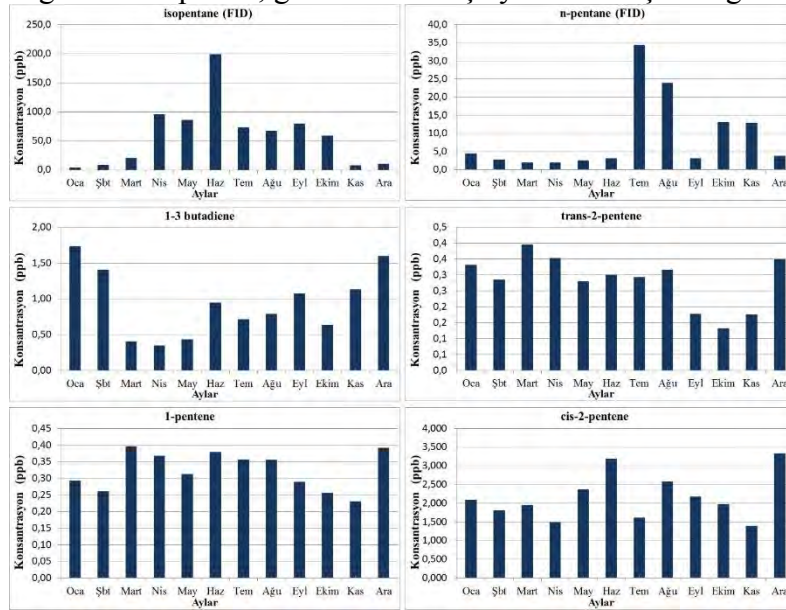
Şekil 15. VOC'lerden Ethane (FID), Ethene, Propane (FID), Propene, Ethyn (FID), i-Butane (FID)'in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

Ethane (FID), en yüksek konsantrasyonlarını yaz aylarında gösterirken Temmuz ayında en yüksek konsantrasyon değerine sahip olmuştur. En düşük konsantrasyonu ise şubat ayında gözlenmiş olup, kış aylarında daha düşük konsantrasyon değerlerindedir. Ethene en yüksek konsantrasyonunu Ekim ayında gösterirken, Nisan ayında en düşük değerini göstermiş olup diğer tüm aylar birbirine oldukça yakın konsantrasyon değerlerinde bulunmuştur. Propane (FID) ve Propene bileşenlerinin her ikisi de en yüksek konsantrasyonlarına Aralık ayında sahip olurken, en düşük konsantrasyonları Temmuz ayında göstermişlerdir, her ikisi de diğer aylar da benzer ve yüksek değerlerde gözlemlenmişlerdir. Ethyn (FID) ve i-Butane (FID) için konsantrasyonlarının kış aylarında en yüksek değerlere sahip olduğunu görür iken, genel olarak yaz ve son bahar aylarında ise en düşük değerlerde olduğunu görüyoruz.



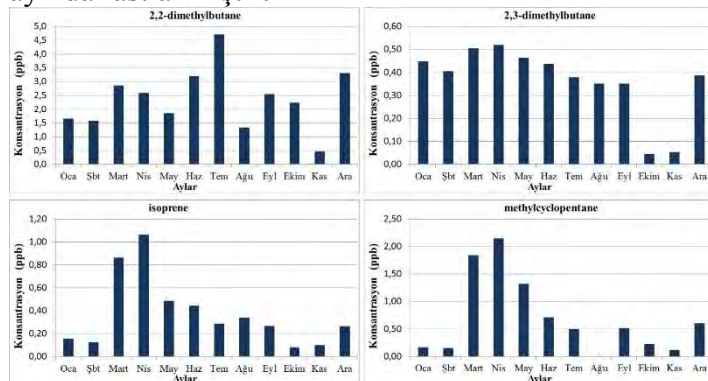
Şekil 16. VOC'lerden n-Butane (FID), trans-2-butene, 1-butene, isobutene, cis-2-butene cyclopentane (FID)'in aylık değişimlerini göstermektedir.

N-Butane (FID)'in, en yüksek konsantrasyonu Ekim ayında, en düşük konsantrasyonu ise Temmuz ayında gözlemlenmiş olup diğer aylarda ise birbirine oldukça yakın ve yüksek değerlerde bulunmuştur. Trans-2-butene, Mayıs ayında en yüksek konsantrasyon değerine sahip olup, en düşük değerini ise Kasım ayı içerisinde göstermiştir. 1-butene ve isobutene genel anlamda her ay birbirine yakın değerlerde bulunup, 1-butene'in en yüksek konsantrasyonu Aralık ayında gözlemlenirken, en düşük Ekim ayında gözlemlenmiş, isobutene ise en yüksek konsantrasyonuna Ağustos ayında sahip olup, en düşük Ocak ayında gözlemlenmiştir. Cis-2-butene'in en yüksek konsantrasyonu Temmuz ayında en düşük konsantrasyonu ise Eylül'de gözlemlenmiştir. Cyclopentane (FID), Haziran ayında en yüksek değerine sahip iken, genel olarak kış aylarında düşük değerlerde olduğunu görüyoruz.



Şekil 17. VOC'lerden isopentane (FID), n-pentane (FID), 1-3 butadiene, trans-2-pentene, 1-pentene, cis-2-pentene'in aylık değişimlerini göstermektedir.

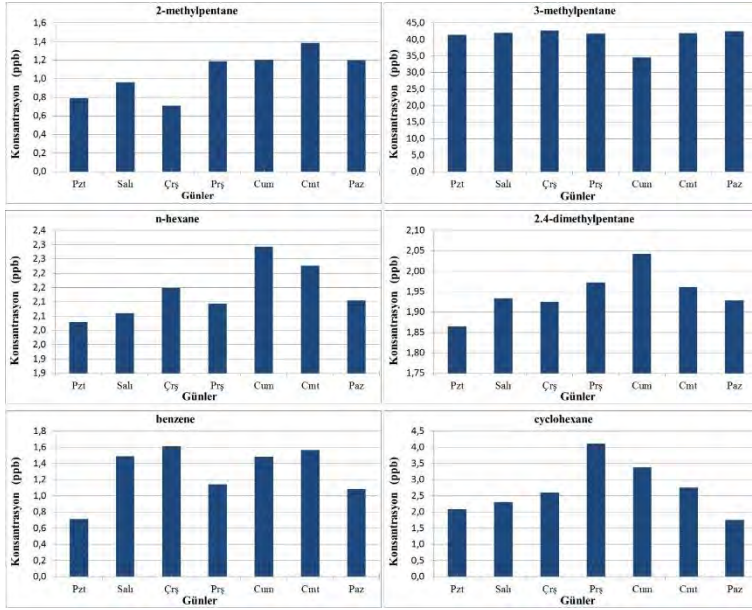
Isopentane (FID)'in en yüksek konsantrasyonu Haziran ayında gözlemlenirken, en düşük değeri Ocak ayında gözlemlenmiştir. N-pentane (FID)'in en yüksek konsantrasyonu Temmuz ayında gözlemlenirken, en düşük değeri Nisan ayında gözlemlenmiştir. 1-3 butadiene'in en yüksek konsantrasyonu Ocak ayında gözlemlenirken, en düşük değeri Nisan ayında gözlemlenmiştir. Trans-2-pentene ve 1-pentene en yüksek değerleri Mart ayında gözlemlenirken, iki bileşen de diğer aylarda birbirine yakın ve yüksek değerlerde seyretmiştir. Cis-2-pentene de en yüksek değerini Aralık ayında gösterirken, en düşük değerine Nisan ayında rastlanmıştır.



Şekil 18. VOC'lerden 2,2-dimethylbutane, 2,3-dimethylbutane, isoprene, methylcyclopentane'in aylık değişimlerini göstermektedir.

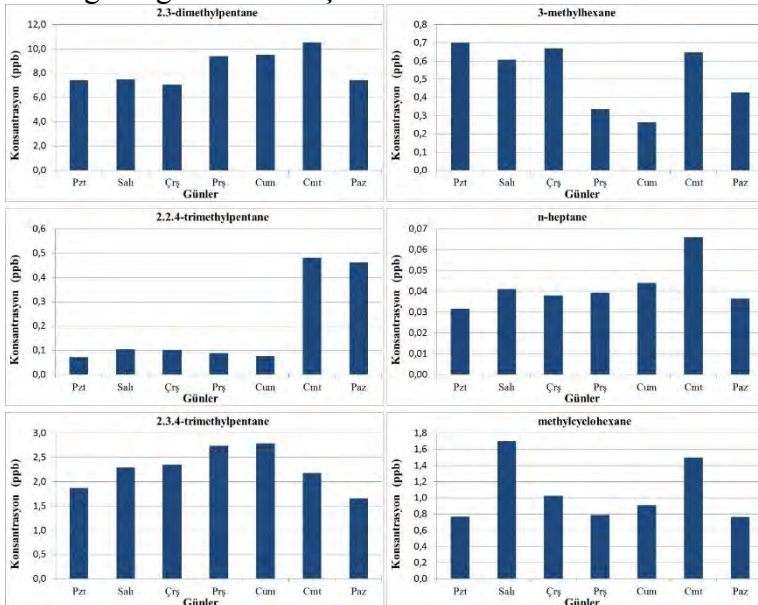
2,2-dimethylbutane'in en yüksek konsantrasyonu Temmuz ayında gözlemlenirken, en düşük değeri Kasım ayında gözlemlenmiştir. 2,3-dimethylbutane'in en yüksek konsantrasyonu Nisan ayında gözlenmiş olup, en düşük konsantrasyon değeri Ekin ayı içerinden gözlemlenmiştir. Isoprene ve methylcyclopentane en yüksek konsantrasyonlarına Nisan ayı içerisinde sahip olurken, en düşük konsantrasyonları kış aylarında gözlemlenmiştir.

3.3.2 Günlere Göre Değişimler



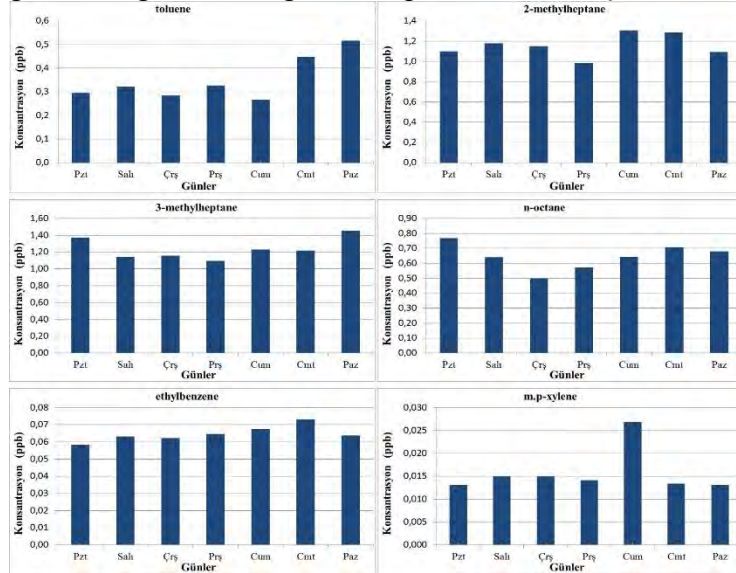
Şekil 16: VOC lerden 2-methylpentane,3-methylpentane, n-hexane, 2,4dimethylpentane, benzene, cyclohexane'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

2-methylpentane için haftanın günlerine göre değişimine baktığımızda ölçülen değerlerin birbirine yakın olduğunu gözlemliyoruz. Günlük ortalama değerler birbirine yakındır. 3-methylpentane için haftalık değişime günlük değerlere baktığımızda ölçülen değerlerin birbirine yakın olduğunu gözlemliyoruz. Değerler 2-methylpentane değerine göre 25 kat daha fazladır bu sebeple kaynağının araştırılması gerekir. Günlük ortalama değerler birbirine yakındır. N-hexane ve 2,4dimethylpentane en yüksek günlük ortalama değerine Cuma günü sahip iken, en düşük Pazartesi günü gözlemlenmiştir. En önemli parametrelerden biri olan benzen için haftalık ortalama değişime bakıldığında ölçülen değerlerin 0.6 - 1.4 ppb değerleri arasında olduğunu görüyoruz. Değerler 2-methylpentane değerleri ile karşılaştırdığımızda yakın değerler olduğunu gözlemliyoruz. Benzen kadar önemli parametrelerden biri olan cyclohexane için haftalık ortalama değişime baktığımızda ölçülen değerlerin 2 - 4 ppb değerleri arasında olduğunu görüyoruz. En yüksek Perşembe günü gözlemlenirken, en düşük Pazar günü gözlemlenmiştir.



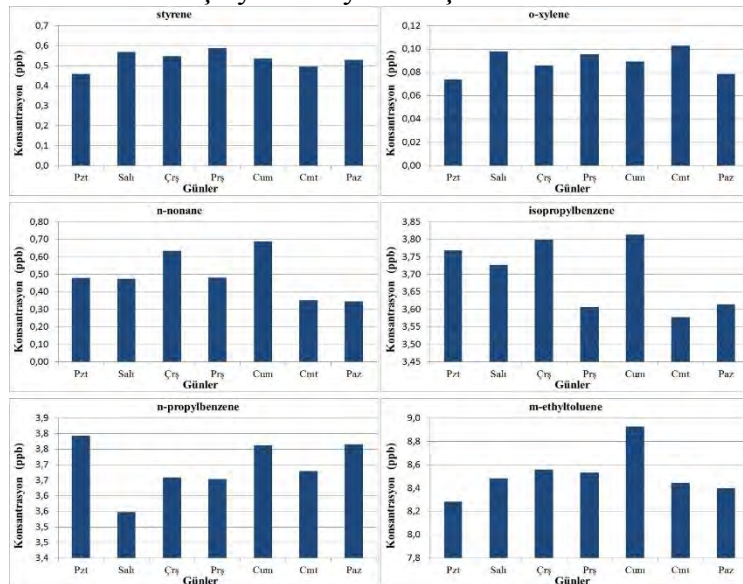
Şekil 17: VOC lerden 2,3-dimethylpentane, 3-methylhexane, 2,2,4-trimethylpentane, n-heptane, 2,3,4-trimethylpentane, methylcyclohexane'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

2,3-dimethylpentane için haftalık değişime bakıldığında ölçülen ortalama değerlerin 7 - 10 ppb değerleri arasında olduğunu görülmektedir. 2,3,4 -trimethylpentane için haftalık değişime bakıldığında ölçülen ortalama değerlerin 2 - 3 ppb değerleri arasında olduğunu görülmekte ve her gün birbirine yakın değerde bulunmaktadır. 2,2,4-trimethylpentane'in ise günlük ortalama en yüksek değerleri hafta sonu gözlemlenmektedir. Methylcyclohexane en yüksek ortalama günlük değerine Salı günü sahip olurken en düşük ortalama günlük değeri Pazartesi olmuştur.



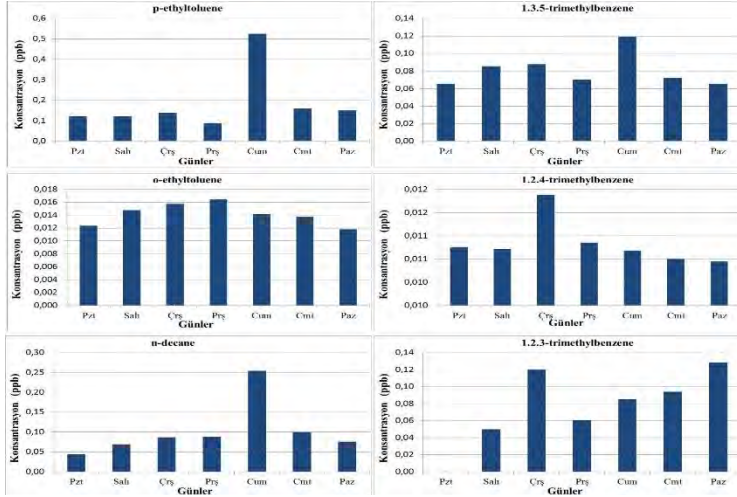
Şekil 18: VOC lerden toluene, 2-methylheptane, 3-methylheptane, n-octane, ethylbenzene, m.p-xylene'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

Toluene için haftalık değerlere bakıldığında 0.3 ile 0.5 arasında değiştiğini görüyoruz. 2-methylheptane ve 3-methylheptane'in günlük ortalama değerlerinin birbirine yakın ve hafta sonu daha yüksek olduğunu görüyoruz. N-octane en yüksek ortalama günlük değerine Pazartesi günü sahip olurken en düşük ortalama günlük değeri Çarşamba olmuştur. M.p-xylene'in günlük ortalama en yüksek değeri Cuma günü gözlemlenirken diğer günler birbirine oldukça yakın seyir etmiştir.



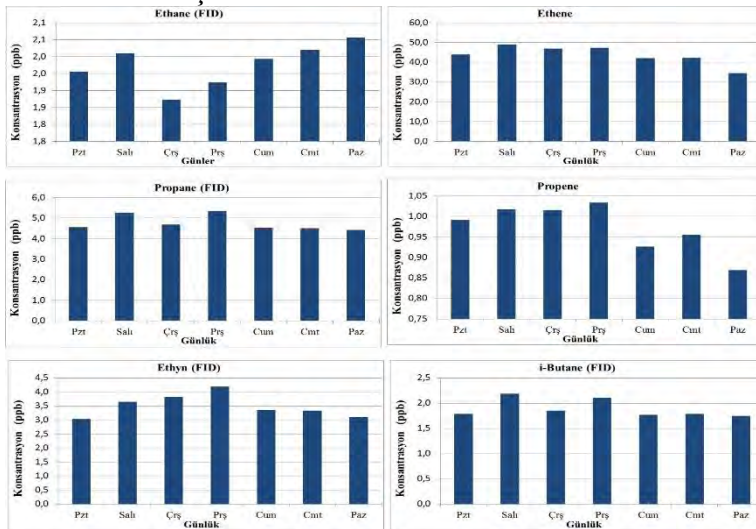
Şekil 19: VOC lerden styrene, o-xylene, n-nonane, isopropylbenzene, n-propylbenzene, m-ethyltoluene'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

Styrene için haftanın günlerine göre değişimine baktığımızda ölçülen değerlerin birbirine yakın olduğunu gözlemliyoruz. Günlük ortalama değerler birbirine yakındır. O-xylene için haftalık değişime günlük değerlere baktığımızda ölçülen değerlerin birbirine yakın olduğunu gözlemliyoruz. Günlük ortalama değerler birbirine yakındır. N-nonane ve isopropylbenzene en yüksek günlük ortalama değerine Cuma günü sahip iken, en düşük ortalama değerleri Cumartesi ve Pazar günü gözlemlenmiştir. Trafik ve sanayideki kaynağın hafta sonu azalması düşünülebilir. N-propylbenzene için haftalık değerlere bakıldığında 3.6 ile 3.8 arasında değiştiğini görüyoruz. En yüksek pazartesi günü gözlemlenmiştir. M-ethyltoluene için ise günlük en yüksek ortalama Cuma günü gözlemlenmiştir, diğer günler birbirine yakındır.



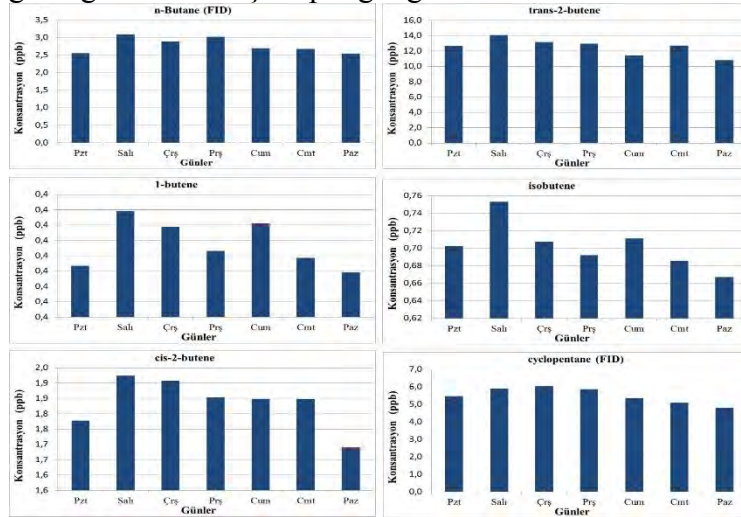
Şekil 20: VOC lerden p-ethyltoluene, 1.3.5-trimethylbenzene, o-ethyltoluene, 1.2.4-trimethylbenzene, n-decane, 1.2.3-trimethylbenzene'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

P-ethyltoluene ve 1.3.5-trimethylbenzene'in günlük en yüksek ortalama değerleri Cuma günü gözlemlenmiş olup, diğer günlerin ortalamaları birbirine yakındır. o-ethyltoluene için tüm günlerin ortalama değerleri birbirine yakın olup Çarşamba günü en yüksek değerindedir. 1.2.4-trimethylbenzene için ise günlük ortalama en yüksek değer Çarşamba günü gözlemlenmiş olup haftasonuna doğru düşüş gözlemlenmiştir. N-decane için en yüksek ortalama günlük değer Cuma günü olup, en düşük Pazartesi günü olmuştur. 1.2.3-trimethylbenzene için ise en yüksek ortalama günlük değer Pazar günü olurken en düşük Pazartesi olmuştur.



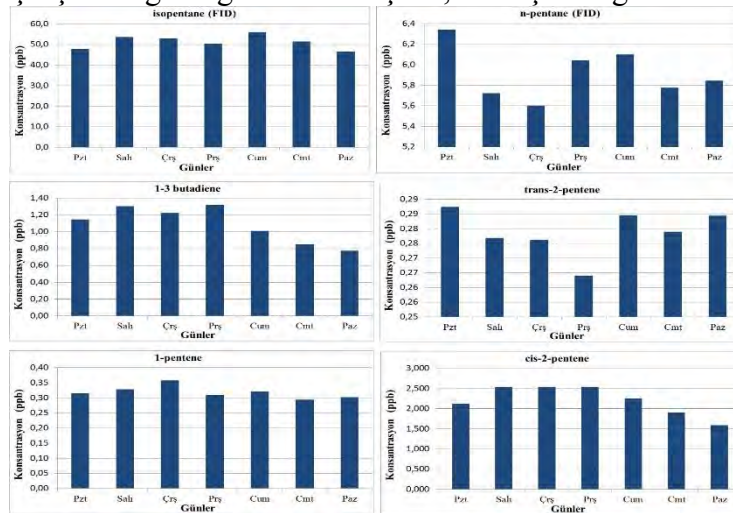
Şekil 21: VOC lerden Ethane (FID), Ethene, Propane (FID), Propene, Ethyn (FID), i-Butane (FID)'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

Ethane (FID) için en yüksek ortalama günlük değer Pazar günü olup, en düşük Çarşamba günü olmuştur. Ethene için en yüksek ortalama günlük değer Salı günü gözlemlenmiş olup, diğer günlerin ortalaması birbirine oldukça yakındır. Propane (FID), Propene ve Ethyn (FID) 'in en yüksek günlük ortalama değerleri Perşembe günü gözlemlenmiş olup, diğer günlerin ortalamaları birbirine yakındır. I-Butane (FID) için ise en yüksek ortalama günlük değer Salı günü gözlemlenmiş olup diğer günlerin ortalaması birbirine oldukça yakındır.



Şekil 22: VOC lerden n-Butane (FID), trans-2-butene, 1-butene, isobutene, cis-2-butene cyclopentane (FID)'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

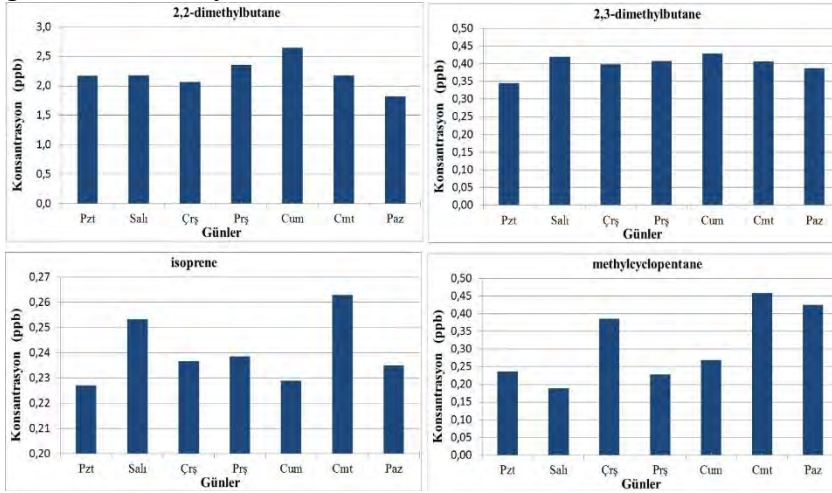
N-Butane (FID) için en yüksek ortalama günlük değer Salı günü olup, diğer günler için ortalama değerler birbirine yakın olup konsantrasyonlar 2,5-3 ppb arasında değişmektedir. Trans-2-butene 1-butene ve isobutene için en yüksek ortalama günlük değerler Salı günü gözlemlenmiş olup, Trans-2-butene' in diğer günlerinin ortalama değerleri birbirine yakın bulunmuştur. 1-butene ve isobutene'in en düşük değerleri Pazar günü gözlemlenmiştir. Cis-2-butene için en yüksek ortalama günlük değer Salı günü olup, en düşük ortalama günlük değeri Pazar günü gözlemlenmiştir. Cyclopentane (FID) için en yüksek ortalama günlük değer Çarşamba günü gözlemlenmişken, en düşük değer Pazar günü gözlemlenmiştir.



Şekil 23: VOC lerden isopentane (FID), n-pentane (FID), 1-3 butadiene, trans-2-pentene, 1-pentene, cis-2-pentene'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

İsopentane (FID) için en yüksek ortalama günlük değer Cuma günü olup, diğer günler için ortalama değerler birbirine yakın olup konsantrasyonlar 45-55 ppb arasında değişmektedir. n-pentane (FID) için en yüksek ortalama günlük değer Pazartesi günü ve en düşük ortalama

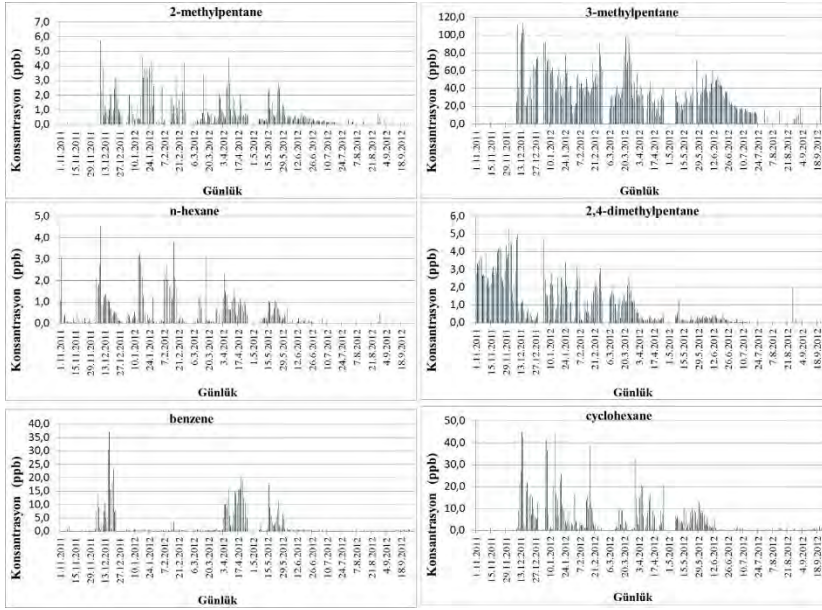
değer Çarşamba günü gözlemlenmiş olup, Perşembe ve Cuma günleriyle Cumartesi ve Pazar günlerindeki ortalama günlük konsantrasyonları birbirine yakın bulunmuştur. 1-3 butadiene'in en yüksek günlük ortalama konsantrasyon değeri Perşembe günü, en düşük günlük ortalama konsantrasyon değeri ise Pazar günü gözlenmiştir. Trans-2-pentene'in en yüksek günlük ortalama konsantrasyon değeri Pazartesi günü gözlenmiş olup, en düşük değeri ise Perşembe günü gözlenmiştir. 1-pentene'in en yüksek ortalama günlük konsantrasyon değeri Çarşamba günü gözlemlenmiş olup, diğer günlerin ortalama değerleri birbirine yakın seyretmektedir. Cis-2-pentene'in en düşük ortalama günlük konsantrasyon değeri Pazar günü olup, diğer günler birbirine yakındır.



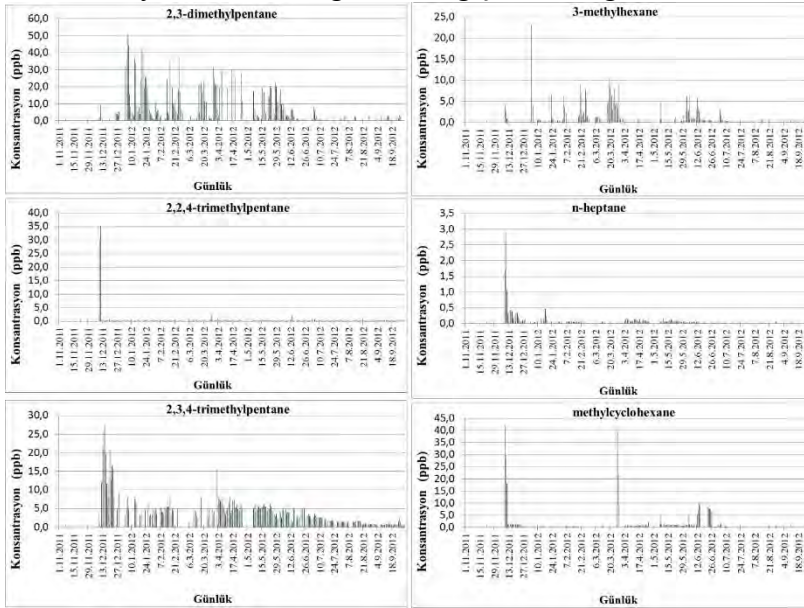
Şekil 24: VOC lerden 2,2-dimethylbutane, 2,3-dimethylbutane, isoprene, methylcyclopentane'in haftalık değişimlerini göstermektedir.

2,2-dimethylbutane için en yüksek ortalama günlük konsantrasyon değeri Cuma günü, en düşük konsantrasyon değeri ise Pazar günüdür. 2,3-dimethylbutane için en yüksek ortalama günlük konsantrasyon değerleri Cuma ve Salı günleri, en düşük konsantrasyon değeri ise Pazartesi günüdür. İsoprene için en yüksek ortalama günlük konsantrasyon değeri Cumartesi günü, en düşük konsantrasyon değeri ise Pazartesi günüdür. Salı ve Cumartesi günleri haricinde konsantrasyon değerleri 0.24 ppb değerinin altındadır. Methylcyclopentane için en yüksek ortalama günlük konsantrasyon değeri Cumartesi günü, en düşük konsantrasyon değeri ise Salı günüdür.

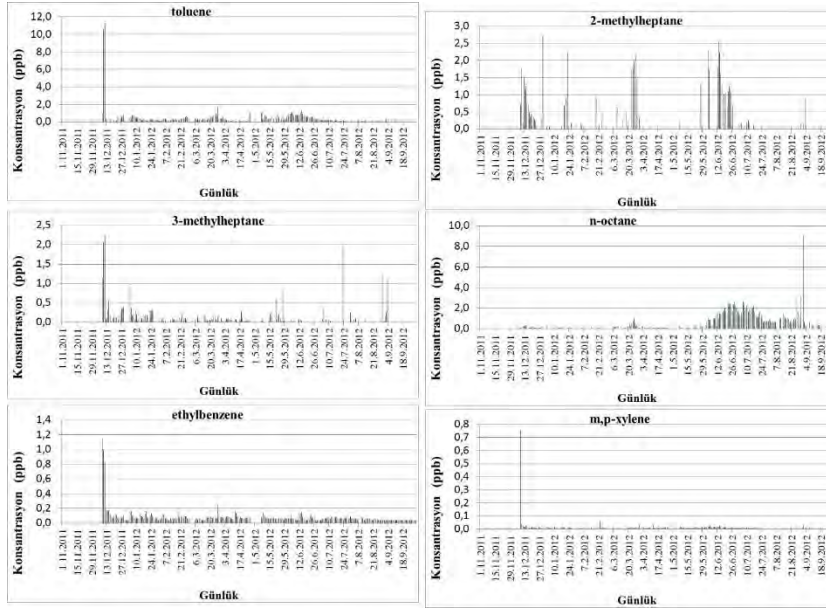
3.3.3 Günlük Değişimler



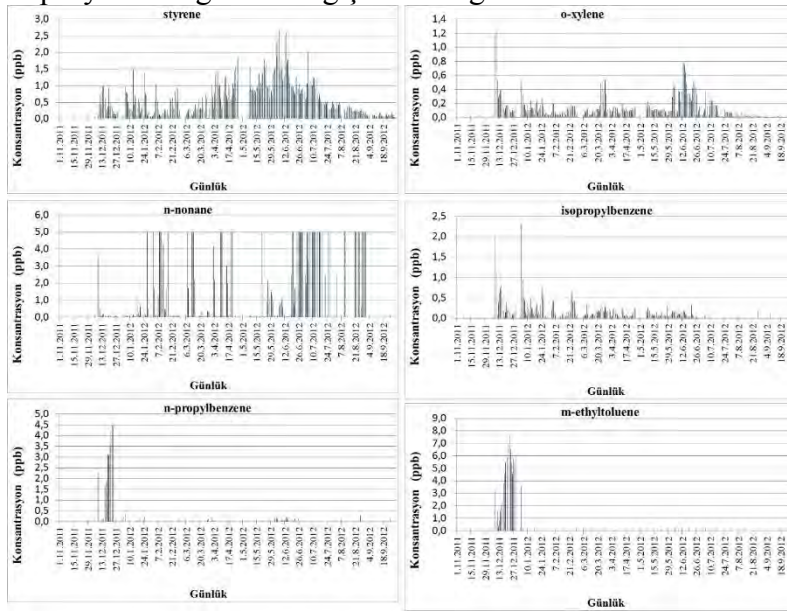
Şekil 25: VOC lerden 2-methylpentane,3-methylpentane, n-hexane, 2,4dimethylpentane, benzene, cyclohexane'in günlük değişimlerini göstermektedir.



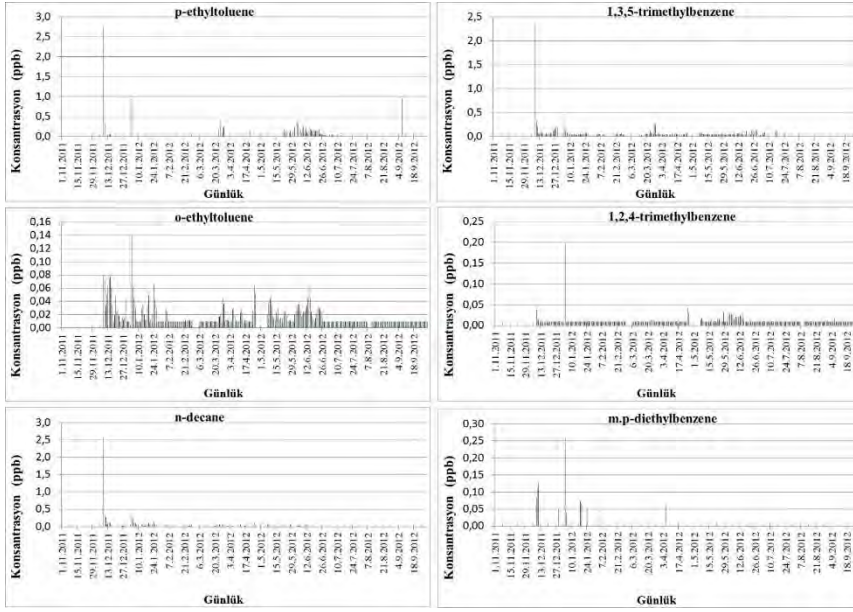
Şekil 26: VOC lerden 2.3-dimethylpentane, 3-methylhexane, 2.2.4-trimethylpentane, n-heptane, 2.3.4-trimethylpentane, methylcyclohexane'in aylık değişimlerini göstermektedir.



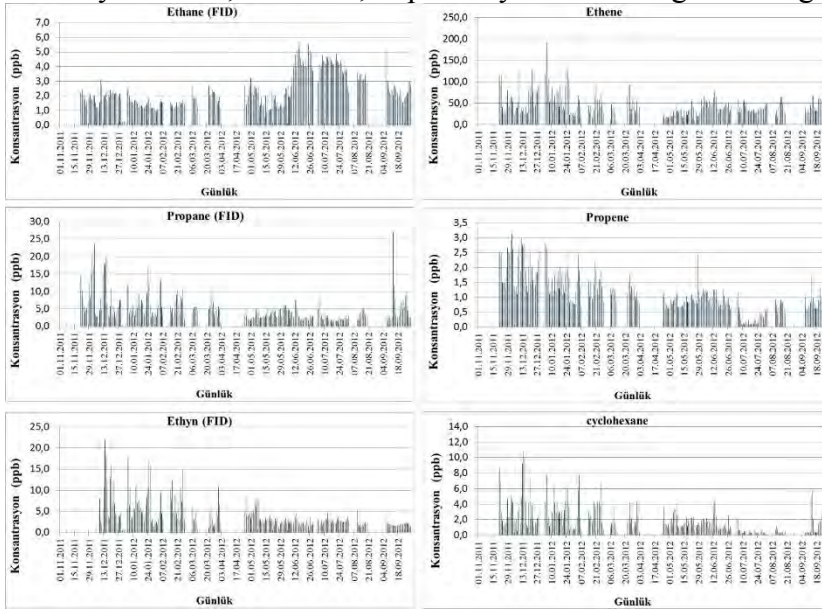
Şekil 27: VOC lerden toluene, 2-methylheptane, 3-methylheptane, n-octane, ethylbenzene, m,p-xylene'in günlük değişimlerini göstermektedir.



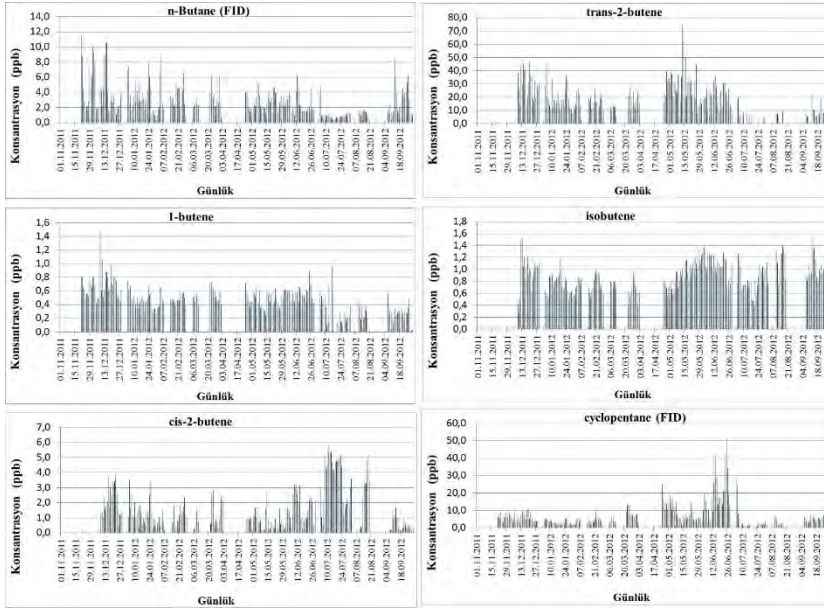
Şekil 28: VOC lerden styrene, o-xylene, n-nonane, isopropylbenzene, n-propylbenzene, m-ethyltoluene'in günlük değişimlerini göstermektedir.



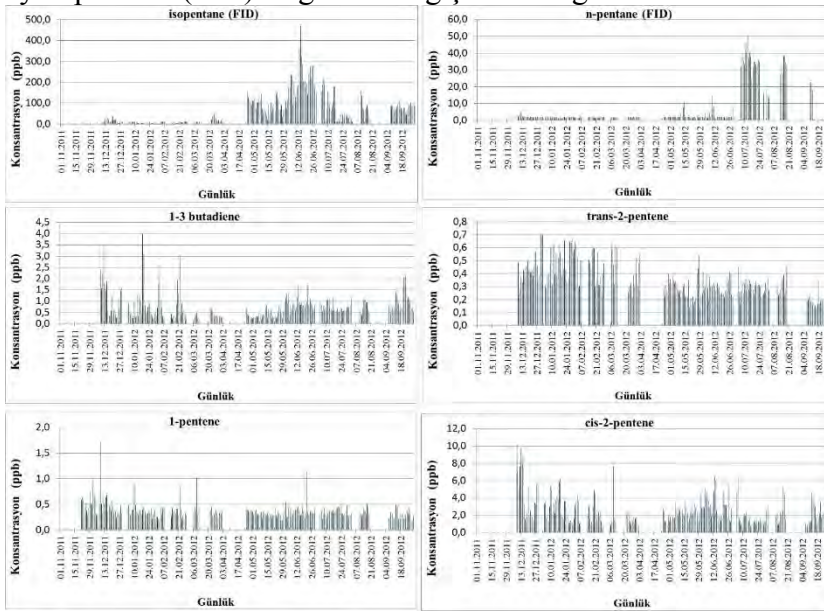
Şekil 29: VOC lerden p-ethyltoluene, 1,3,5-trimethylbenzene, o-ethyltoluene, 1,2,4-trimethylbenzene, n-decane, m,p-diethylbenzene'in günlük değişimlerini göstermektedir.



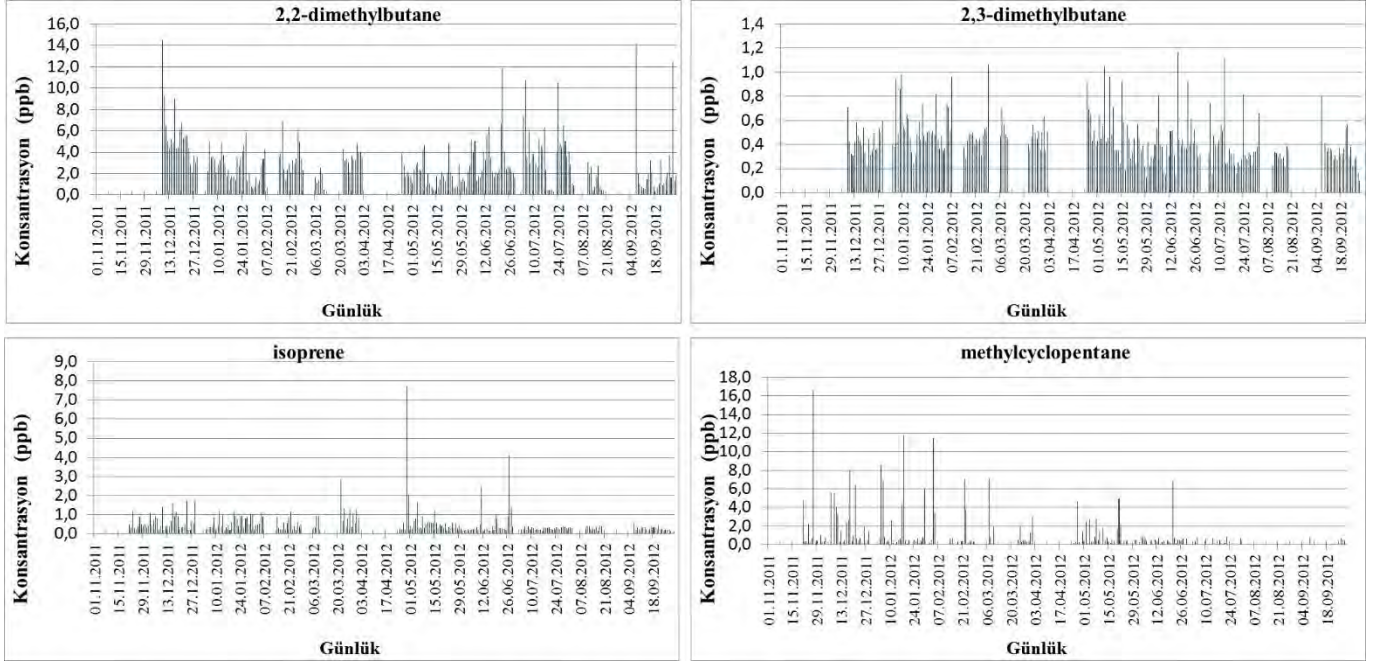
Şekil 30: VOC lerden Ethane (FID), Ethene, Propane (FID), Propene, Ethyn (FID), i-Butane (FID)'in günlük değişimlerini göstermektedir.



Şekil 31: VOC lerden n-Butane (FID), trans-2-butene, 1-butene, isobutene, cis-2-butene cyclopentane (FID)'in günlük değişimlerini göstermektedir.

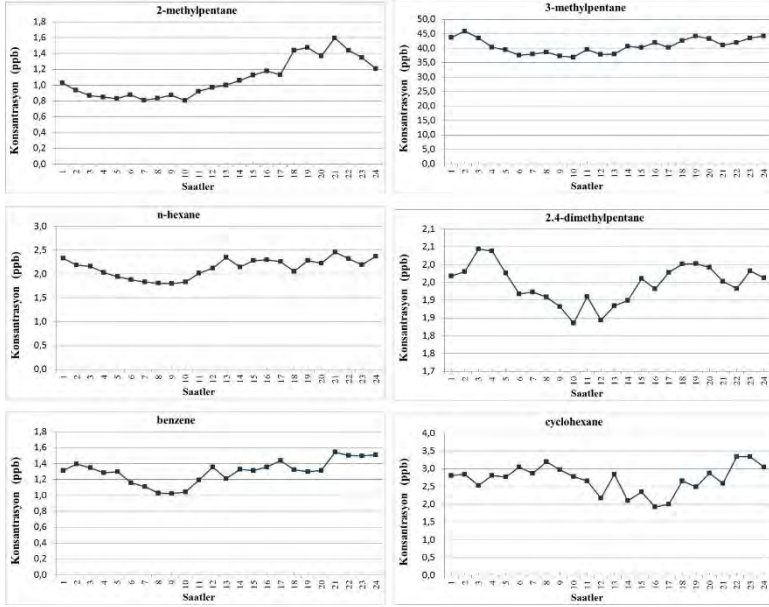


Şekil 32: VOC lerden isopentane (FID), n-pentane (FID), 1-3 butadiene, trans-2-pentene, 1-pentene, cis-2-pentene'in günlük değişimlerini göstermektedir.



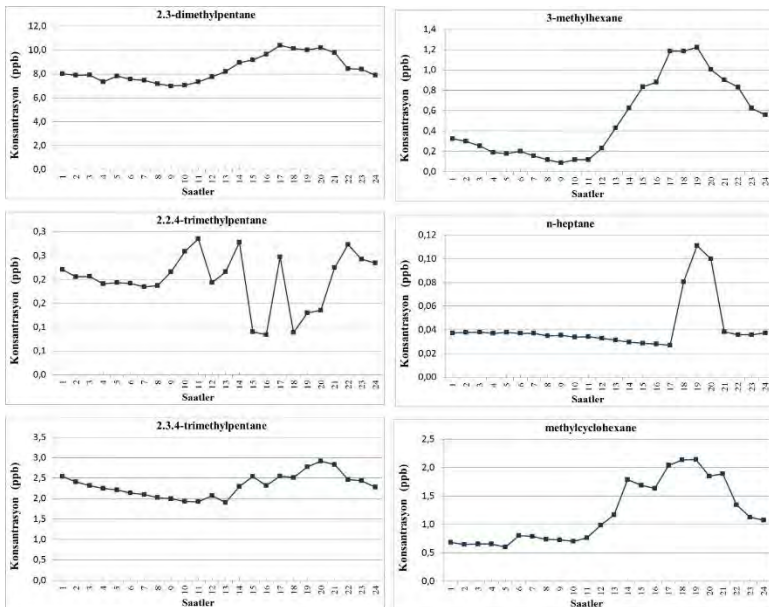
Şekil 33: VOC lerden 2,2-dimethylbutane, 2,3-dimethylbutane, isoprene, methylcyclopentane'in günlük değişimlerini göstermektedir.

3.3.4 Saatlik Değişimler



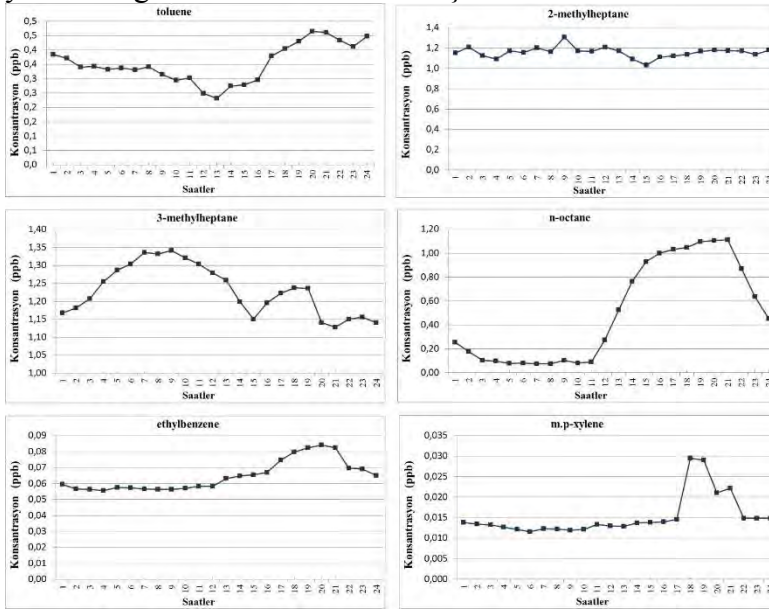
Şekil 34: VOC lerden 2-methylpentane,3-methylpentane, n-hexane, 2,4-dimethylpentane, benzene, cyclohexane'in saatlik değişimlerini göstermektedir.

2-methylpentane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde saat 10:00' dan sonra artmaya başlayıp 1.6 ppb lik en yüksek değerine 21:00 da ulaşmaktadır. 3-methylpentane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 45 ppb ile 35 ppb arasında değişmektedir. 45 ppb lik en yüksek değerine saat 02:00' da ulaşmaktadır. n-hexane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 2.5 ppb ile 1.7 ppb arasında değişmektedir. 2.5 ppb lik en yüksek değerine saat 21:00' da ulaşmaktadır. 2,4-dimethylpentane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 2.1 ppb ile 1.8 ppb arasında değişmektedir. 2.1 ppb lik en yüksek değerine saat 03:00' da ulaşmaktadır. Benzene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.6 ppb ile 1.0 ppb arasında değişmektedir. 1.6 ppb lik en yüksek değerine saat 21:00' da ulaşmaktadır. Cyclohexane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.6 ppb ile 1.0 ppb arasında değişmektedir. 1.0 ppb lik en yüksek değerine saat 21:00' da ulaşmaktadır.



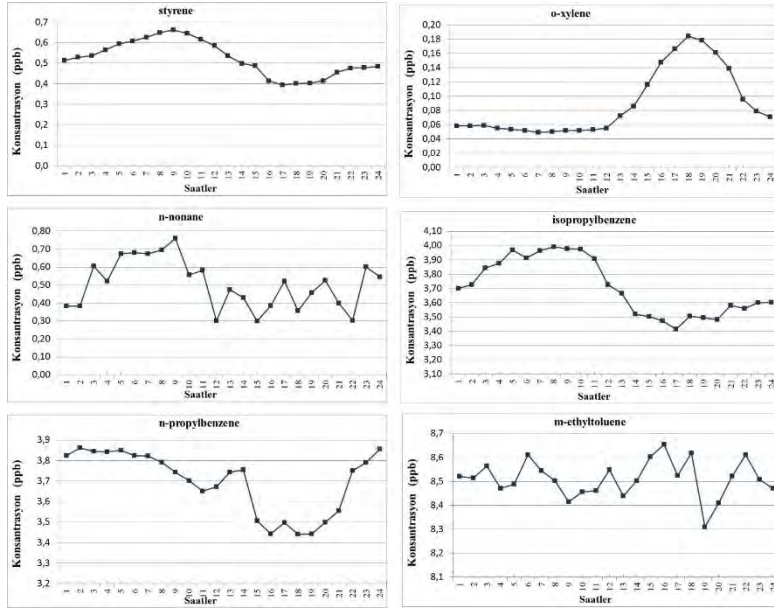
Şekil 35: VOC lerden 2.3-dimethylpentane, 3-methylhexane, 2.2.4-trimethylpentane, n-heptane, 2.3.4-trimethylpentane, methylcyclohexane'in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

2.3-dimethylpentane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 10.1 ppb ile 7.0 ppb arasında değişmektedir. 10.1 ppb lik en yüksek değerine saat 17:00' da ulaşmaktadır. 3-methylhexane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.2 ppb ile 0.1 ppb arasında değişmektedir. 1.2 ppb' lik en yüksek değerine saat 19:00' da ulaşmaktadır. Saat 00:00 ile 11:00 arasında minimum konsantrasyonlar gözlenmekte olup, saat 11:00' dan sonra artışa geçip, maksimum değerine saat 19:00' da ulaşmaktadır. 2.2.4-trimethylpentane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.1 ppb ile 0.3 ppb arasında değişmektedir. 0.3 ppb' lik en yüksek değerine saat 11:00' da ulaşmaktadır. Saat 11:00' dan sonra keskin salınımlar gözlenmiştir. n-heptane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.02 ppb ile 0.11 ppb arasında değişmektedir. 0.11 ppb' lik en yüksek değerine saat 19:00' da ulaşmaktadır. Gün içinde birbirine yakın değerler gözlenmekte olup, saat 17:00 ile 21:00 arasında ani bir artış gözlenmiştir. 2.3.4-trimethylpentane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.9 ppb ile 3.0 ppb arasında değişmektedir. 3.0 ppb' lik en yüksek değerine saat 20:00' da ulaşmaktadır. **Methylcyclohexane**' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.5 ppb ile 2.2 ppb arasında değişmektedir. Saat 11:00'dan sonra artışa geçerek en yüksek değerine saat 19:00' da ulaşmaktadır.



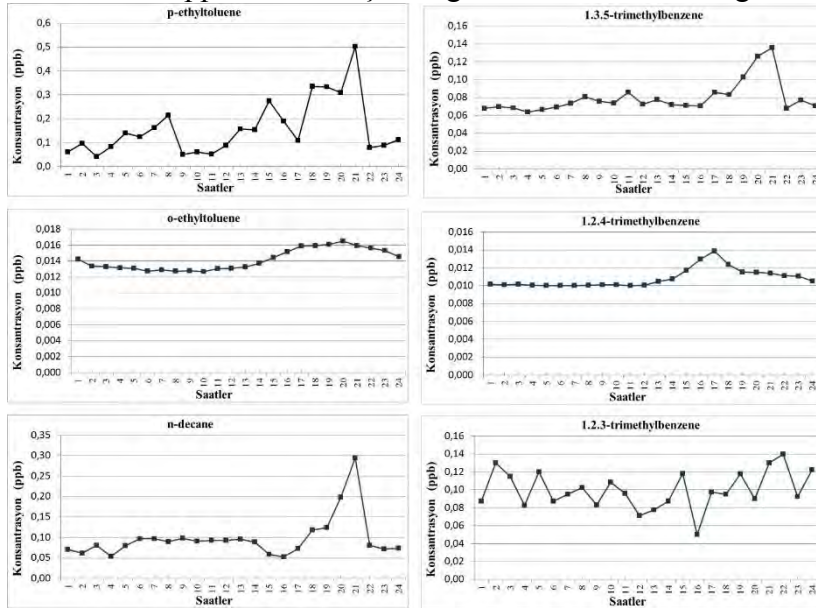
Şekil 36: VOC lerden toluene, 2-methylheptane, 3-methylheptane, n-octane, ethylbenzene, m.p-xylene'in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

Toluene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.2 ppb ile 0.5 ppb arasında değişmektedir. Saat 13:00' a kadar azalarak gelen konsantrasyon değeri, 13:00'dan sonra artışa geçerek en yüksek değerine saat 20:00' da ulaşmaktadır. 2-methylheptane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.0 ppb ile 1.3 ppb arasında değişmektedir. 3-methylheptane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.10 ppb ile 1.35 ppb arasında değişmektedir. En yüksek değeri saat 09:00' da, en düşük değeri ise saat 21:00' da gözlenmiştir. n-octane'in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.10 ppb ile 1.15 ppb arasında değişmektedir. En düşük değerleri saat 03:00 ile 11:00 arasında gözlenmiş olup saat 11:00 dan sonra artışa geçerek en yüksek değeri saat 21:00' da gözlenmiştir. Ethylbenzene'in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.05 ppb ile 0.09 ppb arasında değişmektedir. En yüksek değeri saat 20:00' da, en düşük değerleri ise saat 00:00 ile 12:00 arasında gözlenmiştir. m.p-xylene' in saatlik konsantrasyonu saat 00:00' dan 17:00' a kadar yaklaşık olarak aynı düzeyde olup, saat 17:00' dan sonra artışa geçerek saat 18:00' da en yüksek değerine ulaşmıştır. Saat 22:00' dan sonra tekrar normal değerine dönmüştür.



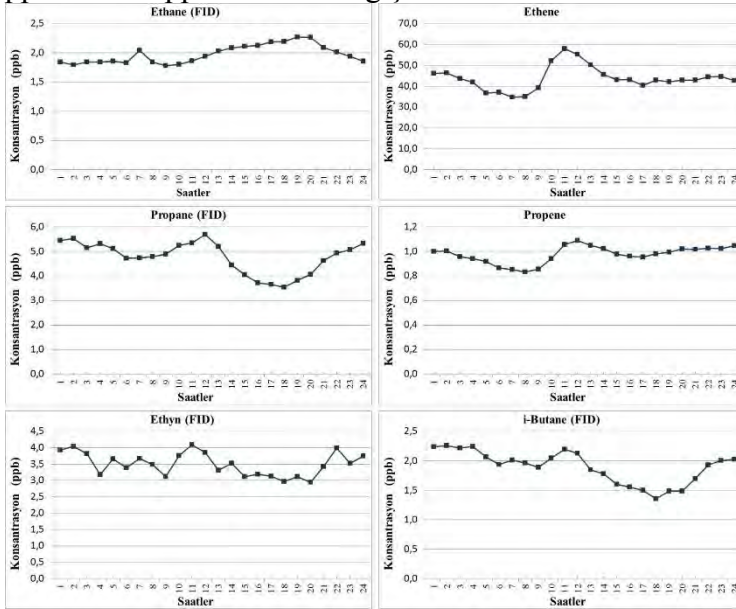
Şekil 37: VOC lerden styrene, o-xylene, n-nonane, isopropylbenzene, n-propylbenzene, m-ethyltoluene’ in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

Styrene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.4 ppb ile 0.7 ppb arasında değişmektedir. En yüksek değeri saat 09:00’ da, en düşük değerleri ise saat 16:00’ dan 20:00 arasında gözlenmiştir. o-xylene’ in saatlik konsantrasyonu saat 00:00’ dan 12:00’ a kadar 0.06 ppb civarında olup, saat 12:00’ dan sonra artışa geçerek en yüksek değerine saat 18:00’ da ulaşmıştır. n-nonane’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde sürekli artıp azalarak 0.30 ppb ile 0.80 ppb arasında değişmektedir. En yüksek değerine saat 09:00’ da ulaşmıştır. İso-propylbenzene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 3.40 ppb ile 4.00 ppb arasında değişmektedir. Öğlen saatlerine kadar konsantrasyon değerleri artmış öğleden sonra azalışa geçmiştir. n-propylbenzene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 3.40 ppb ile 3.90 ppb arasında değişmektedir. En yüksek değeri saat 02:00’ da, en düşük değerleri ise saat 16:00’ dan 20:00 arasında gözlenmiştir. m-ethyltoluene’ in 8.65 ppb’ lik en yüksek değeri saat 16:00’ da 8.3 ppb’ lik en düşük değeri ise saat 19:00’ da gözlenmiştir.



Şekil 38: VOC lerden p-ethyltoluene, 1.3.5-trimethylbenzene, o-ethyltoluene, 1.2.4-trimethylbenzene, n-decane, 1.2.3-trimethylbenzene'in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

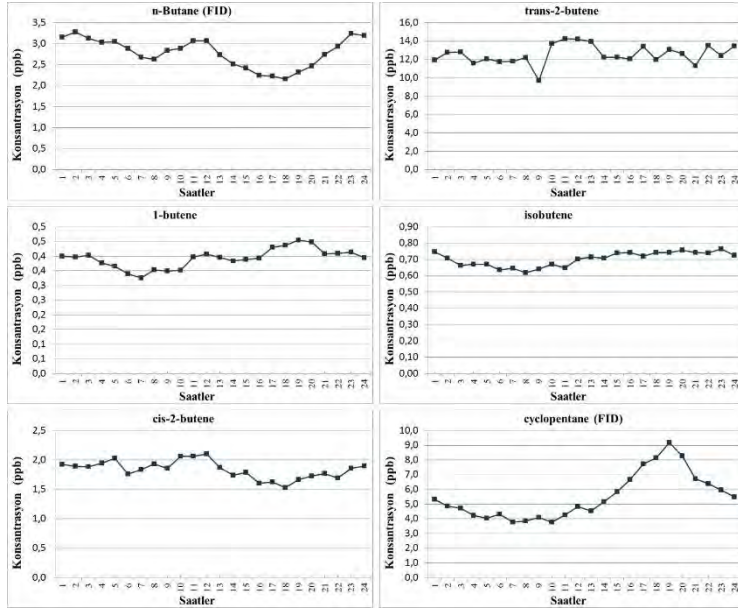
P-ethyltoluene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.05 ppb ile 0.5 ppb arasında değişmektedir. En yüksek değeri saat 21:00' da, en düşük değerleri ise saat 03:00' da gözlenmiştir. 1.3.5-trimethylbenzene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.06 ppb ile 0.14 ppb arasında değişmektedir. En yüksek değeri saat 21:00' da gözlenmiştir. Saat 21:00 ile 18:00 arasında yaklaşık aynı değerler gözlenmiştir. O-ethyltoluene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.012 ppb ile 0.017 ppb arasında değişmektedir. Ani değişimler gözlenmemiştir. 1.2.4-trimethylbenzene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.010 ppb ile 0.014 ppb arasında değişmektedir. Saat 14:00' e kadar 0.010 ppb değerinde seyreden konsantrasyon değeri 14:00' da artışa geçerek 17:00' da en yüksek değerine ulaşmıştır. N-decane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.05 ppb ile 0.30 ppb arasında değişmektedir. Saat 17:00' e kadar 0.10 ppb değeri etrafında seyreden konsantrasyon değeri 17:00' da artışa geçerek 21:00' da en yüksek değerine ulaşmıştır. 1.2.3-trimethylbenzene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.04 ppb ile 0.13 ppb arasında değişmektedir.



Şekil 39: VOC lerden Ethane (FID), Ethene, Propane (FID), Propene, Ethyn (FID), i-Butane (FID)'in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

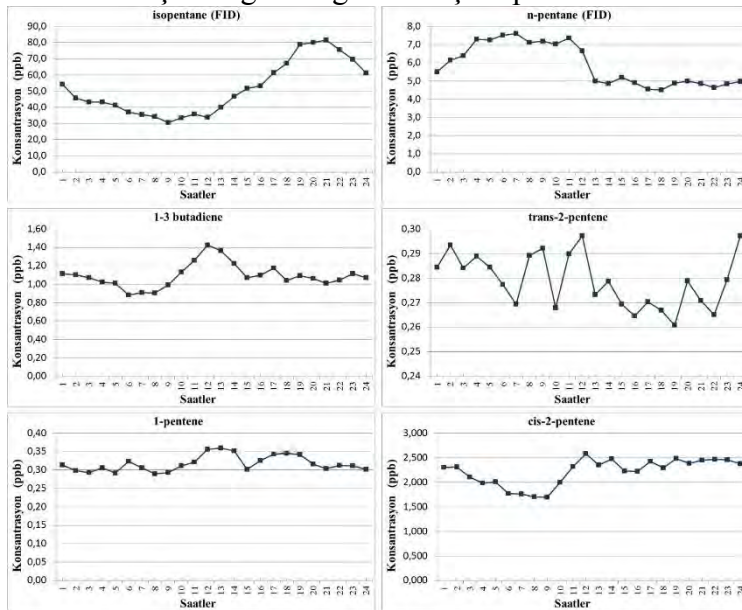
Ethane (FID)' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.8 ppb ile 2.3 ppb arasında değişmektedir.

Ethane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 35.00 ppb ile 60.00ppb arasında değişmektedir. Sabah saatlerinde en düşük değerleri gözlenmiş olup, 11:00' da en yüksek değeri gözlenmiştir. Propane (FID)' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 3.5 ppb ile 6.00 ppb arasında değişmektedir. Saat 12:00' dan sonra azalışa geçmiş, 18:00' dan sonra tekrar artışa geçmiştir. Propane' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.8 ppb ile 1.1 ppb arasında değişmektedir. Ethyn (FID)' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 3.0 ppb ile 4.0 ppb arasında değişmektedir. i-Butane (FID)' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 2.25 ppb ile 1.4 ppb arasında değişmektedir.



Şekil 40: VOC lerden n-Butane (FID), trans-2-butene, 1-butene, isobutene, cis-2-butene, cyclopentane (FID)'in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

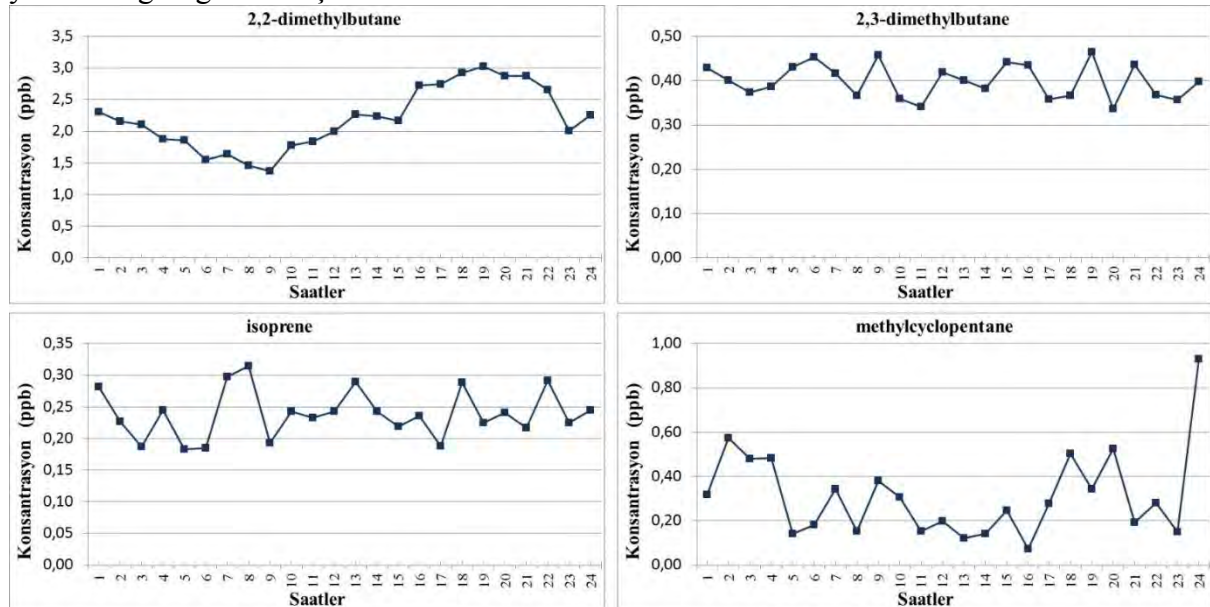
n-Butane (FID)' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 2.0 ppb ile 3.4 ppb arasında değişmektedir.. Saat 18.00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup, 02:00' da en yüksek değeri gözlenmiştir. Trans-2-butene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 10.0 ppb ile 14.0 ppb arasında değişmektedir. Saat 09:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 12:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. 1-butene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.3 ppb ile 0.5 ppb arasında değişmektedir. Saat 07:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 20:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. İsobutene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.6 ppb ile 0.8 ppb arasında değişmektedir. Saat 08:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 01:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. Cis-2-butene' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.5 ppb ile 2.1 ppb arasında değişmektedir. Saat 18:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 12:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. Cyclopentane (FID)' in saatlik konsantrasyonu gün içinde 4.0 ppb ile 9.0 ppb arasında değişmektedir. Saat 07:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 19:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir.



Şekil 41: VOC lerden isopentane (FID), n-pentane (FID), 1-3 butadiene, trans-2-pentene, 1-pentene, cis-2-pentene’ in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

İsopentane (FID)’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 30.0 ppb ile 80.0 ppb arasında değişmektedir. Saat 09:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 21:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. N-pentane (FID)’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 4.5 ppb ile 7.8 ppb arasında değişmektedir. Saat 13:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 07:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. 1-3 butadiene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.8 ppb ile 1.4 ppb arasında değişmektedir. Saat 06:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 12:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. Trans-2-pentene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.26 ppb ile 0.30 ppb arasında değişmektedir. 1-pentene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.30 ppb ile 0.35 ppb arasında değişmektedir. Gün içinde birbirine yakın değerlerde gözlenmiştir.

Cis-2-pentene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.6 ppb ile 2.5 ppb arasında değişmektedir. Saat 09:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 12:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir.



Şekil 42: VOC lerden 2,2-dimethylbutane, 2,3-dimethylbutane, isoprene, methylcyclopentane’ in 24 saatlik değişimlerini göstermektedir.

2,2-dimethylbutane’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 1.5 ppb ile 3.0 ppb arasında değişmektedir. Saat 09:00 civarı en düşük değerleri gözlenmiş olup saat 19:00 civarı en yüksek değeri gözlenmiştir. 2,3-dimethylbutane’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.32 ppb ile 0.48 ppb arasında değişmektedir. Gün içerisinde önemli olmayan derecede salınım yaparak, birbirine yakın değerlerde gözlenmiştir. İsoptene’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.18 ppb ile 0.32 ppb arasında değişmektedir. Gün içerisinde önemli olmayan derecede salınım yaparak, birbirine yakın değerlerde gözlenmiştir. Methylcyclopentane’ in saatlik konsantrasyonu gün içinde 0.08 ppb ile 0.96 ppb arasında değişmektedir. Gün içerisinde önemli olmayan derecede salınım yaparak, birbirine yakın değerlerde gözlenmiştir. Ayrıca saat 24.00’da önemli ölçüde fark yaparak en yüksek değeri gözlenmiştir.

3.3.5 Hava Kalitesi Modeli Değerlendirilmesi

TÜBİTAK projesi (109Y132) çerçevesinde, bölge hava kirliliğini değerlendirmek için hava kirliliği modellerinden The Community Multi-scale Air Quality (CMAQ) çalıştırılmıştır. CMAQ atmosferdeki kimyasal ve fiziksel süreçlerin matematiksel ifadesine dayanan,

Eulerian bir hava kalitesi modelidir. Kullanılan grid bazında meteorolojik model değişkenleri ve bölgedeki emisyon kaynaklarına ait emisyon oranları CMAQ için gerekli girdilerdir.

ICON: Başlangıç koşulları işlemcisi

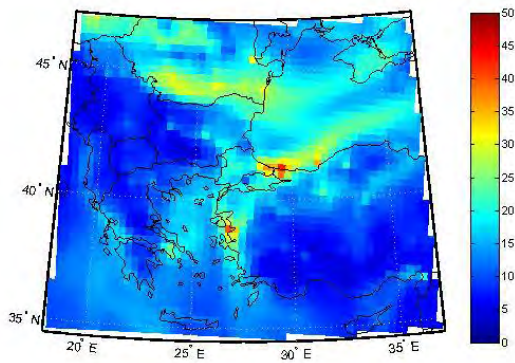
BCON: Sınır koşulları işlemcisi

JPROC: Açık hava fotoliz oranı hesaplayıcısı

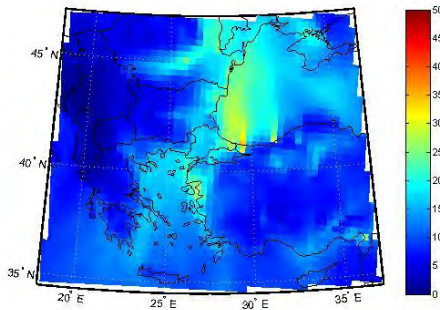
MCIP: Meteoroloji-Kimya arayüz işlemcisi

CCTM: CMAQ Kimyasal Taşınım Modeli

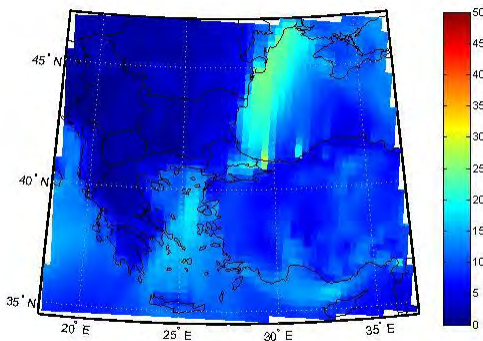
Uygulama olarak gerek meteorolojik model, gerekse kimyasal taşınım modeli aynı grid sisteminde ve aynı zaman dilimleri için çalıştırılmıştır. Simülasyon periyodu 3.11.2010 00UTC ile 10.03.2010 00UTC arası olarak belirlenmiştir. Elde edilen çıktılardan ilk domaine ait veriler aşağıda verilmiştir. CMAQ Çıktıları olarak ilk domainden elde edilen PM10 konsantrasyon tahminleri Şekil 19, 20 ve 21’de verilmiştir.



Şekil 19. 7.11.2010 tarihli günlük ortalama PM10 konsantrasyonu.



Şekil 20. 8.11.2010 tarihli günlük ortalama PM10 konsantrasyonu.



Şekil 21. 9.11.2010 tarihli günlük ortalama PM10 konsantrasyonu.

Şekiller incelendiğinde seçilen episod tarihlerinde İstanbul'da ciddi bir kirliliğin mevcudiyeti görülmektedir. Böylece model çıktıları episod günlerinde ölçülen yüksek kirlilik değerlerini doğrulamaktadır. Küçük ölçekli (2 km) çözünürlükte emisyon envanteri problemi ülkemizin genel sorunudur. Hava kirliliği modellerinin çalıştırılmasında en büyük noksanlık emisyon envanteridir.

4. ÖNERİLER

Gelişmiş ülkelerde hava kalitesi çalışmalarının arttırılması ve halkın bilinçlendirilmesi çalışmaları desteklenmektedir. Hava kalitesinin arttırılması, halkın daha sağlıklı olmasına katkı sağlayacağından dolayı koruyucu hekimlik etkisi yapacaktır. Hava kalitesi ölçümleri yanında hava kalitesi tahmini için geleceğe yönelik tahmin çalışmalarına da önem verilmeli ve hava kalitesi tahminine yönelik çalışmalar desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Agostini, E., Caroti, G., Chini, M., Ciucci, M., Mazzini, M., Strinat, S., 2004. Voc Air Pollution in Urban Areas – A Microscale Model Experimentally Validated, 9th Int. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Antepioğlu Ü., İncecik, S., ve Topçu, S., 2003. Model study with MM5 and CAMx in İstanbul area during high ozone days. International symposium on clean environment. 21-22 November, Cheonan, Korea.
- Ayalp A and Babcock L.R., 1976, Air pollution in İstanbul, Atmospheric Pollution Proceedings of the 12th Int. Colloq. Paris, May 5-7.
- Cuveliera, C., P. Thunisa, R. Vautard, M. Amann, B. Bessagnet, M. Bedogni, R. Berkowicz, J. Brandt, F. Brocheton, P. Builtjes, C. Carnavale, A. Coppalle, B. Denby, J. Douros, A. Graf, O. Hellmuth, A. Hodzic, C. Honore', J. Jonson, A. Kerschbaumer, F. de Leeuw, E. Minguzzi, N. Moussiopoulo, C. Perto, V.H. Peuc, G. Pirovan, L. Rouil, F. Sauter, M. Schaap, R. Stern, L. Tarrason, E. Vignati, M. Volta, L. White, P. Wind, A. Zuber, 2007. CityDelta: A model intercomparison study to explore the impact of emission reductions in European cities in 2010, Atmospheric Environment 41, 189–207.
- Deniz, A. and H. Toros, 2005. Analysis and Comparison of Air Pollution and Synoptic Systems In Turkey, Scientific Assembly of the International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences (IAMAS), August 2-11, 2005, Beijing, China.
- Deniz, A., 2001: The Climatology of synoptic parameters in Turkey and air pollution applications, Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales, 25-28 September 2001, 645-651 pp., İstanbul, Turkey.
- Deniz, A., M. Karaca and Y. Borhan, 1997: A Climatological Study on the Relationship between Cyclone Paths and Air Pollutants in Turkey, Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales, Environmental Research Forum (Eds İncecik et al), 7-8, 360-366 Trans Tech Publications, Switzerland.
- Ercelebi, S. G., H. Toros, 2009. Extreme Value Analysis of İstanbul Air Pollution Data, CLEAN - Soil, Air, Water, Vol. 37, No. 2, pp. 122-131.
- Ertürk F, 1986 Investigation of strategies for the control of air pollution in the Golden Horn region, İstanbul using a simple dispersion model, Env. Pollution, 11, 161-168.
- Feldmann, H., A. Ebel, D. Offermann, B. Schäler, V. Küll, 2005. Transport, Chemistry and Distribution of Trace Gases in the Tropopause Region: Model, CRISTA Project.
- Hahmann N., D. Rostkier-Edelstein, T. T. Warner, Y. Liu, F. Vandenberghe, and S. P. Swerdlin, 2008. Toward a climate downscaling for the Eastern Mediterranean at high-resolution, Advances in Geosciences.
- İm U. and Yenigün O., 2005. An application of a puff dispersion model on power plant emissions in Yatagan region, Turkey, Int. J. Environment and Pollution, Vol. 23, No. 3, pp.314–324.
- İncecik, S, 1986. A mesometeorological investigation of the Golden_Horn- İstanbul, Boundary Layer Meteorology, 36, 93-100.
- İncecik, S., 1996. Investigation of atmospheric conditions in İstanbul leading to air pollution episodes, Atmospheric Environment, 30, 2739-2749, 1996.
- Karaca, M, Tayanç, M., Saral, A., Ertürk, F., 1995. "Analysis of Pollutants in İstanbul: A Preliminary Study", 21st NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modeling and Its Application, November 6-10, 1995, Baltimore, MD, USA
- Kindap, T., 2005. Long-range Aerosol Transport from Europe to İstanbul, Turkey, 2005, PhD Thesis, İstanbul Technical University, Turkey.

- Kindap, T., Karaca, M., Chen, S. H., Unal, A. and Odman, T., 2005b. Transboundary aerosol transport from Europe to Turkey. International Symposium on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active Tectonics of the Egean Region. 15-18 June, 2005, Kadir Has University, Istanbul, Turkey.
- Kindap, T., Unal, A., Chen, S. H., Hu, Y., Odman, M. T., Karaca, M., 2006. Long-Range Aerosol Transport from Europe to Istanbul, Turkey. *Atmospheric Environment*, 40, 3536–3547.
- Koçak M., Nimmo M., Kubilay N. Ve Herut B., 2004. Spatio-temporal aerosol trace metal concentrations and sources in Levantine basin of the Eastern Mediterranean. *Atmospheric Environment*, 38, pp. 2133-2144.
- Molina, M.J.; Molina, L.T. 2004 Critical Review: Megacities and Atmospheric Pollution. *J. Air Waste Manage. Assoc.* Molina, M.J., Molina, L.T., Megacities and Atmospheric Pollution, *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 54, 6, 644-680.
- Robert J. Trapp, Brooke A. Halvorson, and Noah S. Diffenbaugh, 2007. Telescoping Model Approaches To Evaluate Severe Convective Storms Under Future Climates, *Journal of geophysical research*, 112.
- Şaylan, L. H. Toros and O. Şen, 2009. Back Trajectory Analysis of Precipitation Chemistry in the Urban and Forest Areas of Istanbul, Turkey, *CLEAN - Soil, Air, Water*, Vol. 37, No. 2, pp. 132-135.
- Tebbens, B.D. 1969. Investigating air quality in İstanbul, *Bull. Tech. University İstanbul* 2, 55-68
- Tırıs, M., Dilmaç, Ş., Ekinçi, E., 1995. Okutan, H., “Farklı Isı Yalıtım Seçeneklerinin Evsel Yakıt Tüketimi ve Hava Kirliliğine Etkisi : Gebze Örneği”, II. Hava Kirlenmesi, Modellenmesi ve Kontrolü Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, 22-24 Mart, 1995.
- Topcu, S, S.Incecik and Y.S.Unal, 2001 ‘The influence of meteorological conditions and stringent emission control on high TSP episodes in Istanbul’, *Environmental Sciences and Pollution Research*, 8,1-9
- Toros, H., Deniz, A. Turgut, F., Akhisar, İ. and R. Özçelik, 2005. A Case Study on the Air Pollution According to the Some Synoptic Situations In Istanbul, Scientific Assembly of the International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences (IAMAS), August 2-11, 2005, Beijing, China.
- Unal S.U, S.Incecik, Y.Borhan and S.Menteş, 2000, Factors influencing the variability of SO₂ concentrations, *J.Air and Waste Management Assoc*, 50, 75- 84
http://www.atmos.millersville.edu/~lead/Obs_Data_Assimilation.html
<http://www.cleanairnet.org/baq2003/1496/article-58090.html>
<http://www.ess.co.at/AIRWARE/ISC3/isc3.html>
<http://www.lakes-environmental.com/>
http://www.lakes-environmental.com/ISCAERMOD/ISC-AER5_ReleaseNotes.pdf
<http://www.odour.unsw.edu.au/odour-dispersion-model.html>
<http://www3.gov.ab.ca/env/air/AQModelling/screenmm5data.html>
<http://www3.gov.ab.ca/env/air/SiteMap/>
<http://yosemite.epa.gov/oar/Forums.nsf/0/67F6DA8DAEF7669E85256B9C0017808D?OpenDocument>

EKLER

Hava Kalitesi Takımı

HAVA KALİTESİ MODELEME ÇALIŞTAYI

Tarih
24-27 Ekim 2013

Tebliğ sunumu
Sınırlı sayıda sözlü sunum kabul
edilecektir. Poster sunumu
yapılabilir

Ücreti
Katılım ücretsiz olup takip
edentere katılım belgesi
verilecektir.

Düzenleme Kurulu
Hüseyin Toros
(TÜBİTAK 111Y319 nolu proje
yürütücüsü)
Esra Aydınöz
Fatma Yazıcı
Aylin Kocaman
....
....

www.havakalitesi.tu.edu.tr
havakalitesi@tu.edu.tr, 285 73 53

Çalıştaylar, Sempozyumlar, Yazokullar

Çalıştay İçeriği

- Lirya işleme sistemi,
- Sayısal hava tahmin modelleri,
- Parametrizasyon, görselleştirme,
- Kimyasal modeller,
- Meteorolojik ve kimyasal modellerin birlikte çalıştırılması,
- ...

Kazanımlar

- Modelleme ilgi duyanları bir araya getirerek
sinerji oluşturmak,
- Modelleme dünyasındaki gelişmeleri müzakere
etmek,
- Modeller ve tahminler arasındaki bariyer ve
başarı/sızlık hakkında bilgilendirmeler yapmak,
- Meteorolojik ve kimyasal modellerin birleşik
çalışmaları hakkında bilgilendirmeler,
- ...

Hava Kalitesi Takımı

HAVA KALİTESİ MODELEME ÇALIŞTAYI

24-27 Ekim 2013



TÜBİTAK

TUJJB



Hava Kalitesi Takımı

Niçin Modelleme Çalıştayı
Atmosferik hadiseler sosyo-
ekonomik yönden hayatımızı
etkilemektedir. Geleceğe ait
hava durumu ve kalitesi
hakkında bilgi sahibi olmak için
modellerin sürekli geliştirilmesi
gereklemektedir. Yeni modeller
yazılması veya var olanların
ülkemiz şartlarında
geliştirilmesi için;

- Meteoroloji, Çevre, Hidroloji,
 - Matematik, Fizik, Kimya,
 - Bilgisayar, Harita,
 - Orman, Ziraat, Coğrafya
 - Şehir Bölge Planlama,
 - Sosyoloji, Ekoloji, ...
- Gibi değişik meslekten
araştırmacıların ve
uygulamacıların katkılarına
ihtiyaç vardır.



Eğitmciler

Selahattin Incecik
Sevinç Sudaş
Ahmet Öztopal
Şeyda Tiley
Barış Özdemir
Serdar Bağış
Muhittin Karaman
Emre Özalkan
Deniz Demirhan Barı
....
....

Atmosferik modeller yavaş yavaş
değişime uğramakta ve yeni nesil
modellerin hem meteoroloji ve
hemde kimya etkisini içermesi
tasarlanmaktadır.

Bu çalıştayın amacı çeşitli bilim
dallarından modellemeye ilgi
duyanları bir araya getirmek ve temel
düzye çalışmalar yapmaktır.

Atmosfer bilimcileri arasında yeni
nesil modellemenin konuşulmaya
başlanması ve ülkemizin de yeni
nesil modellemede etkin olarak yer
alması için bu etkinliği düzenliyoruz

Hava Kalitesi Takımı etkinliklerine
ilgi duyan herkes katılabilir.

- Haftalık modelleme atölye
çalışmaları,
- Uluslararası sempozyumlar,
- Yaz okulları, Çalıştaylar

*Hava kalitesi ve modelleme konularındaki
tecrübelerimizi www.havakalitesi.tu.edu.tr
sayfasından kamuya ile paylaşıyoruz.*

European Geosciences Union General Assembly 2012

Vienna | Austria | 22 – 27 April 2012

Geophysical Research Abstracts

Vol. 14, EGU2012-884, 2012

EGU General Assembly 2012

© Author(s) 2011

Volatile Organic Compound Analysis in Istanbul

Ö. Çapraz (1), A. Deniz (2), A. Öztürk (3), S. İncecik (4), H. Toros (5), and M. Coskun (6)

(1) Turkey (ozzqa@hotmail.com), (2) Turkey (denizali@itu.edu.tr), (3) Turkey (kmali2000@yahoo.com), (4) Turkey (inceciks@gmail.com), (5) Turkey (huseyintoros@yahoo.com), (6) Turkey (mcoskun@dmi.gov.tr)

One of the major problems of megacities is air pollution. Therefore, investigations of air quality are increasing and supported by many institutions in recent years. Air pollution in Istanbul contains many components that originate from a wide range of industrial, heating, motor vehicle, and natural emissions sources. VOC, originating mainly from automobile exhaust, secondhand smoke and building materials, are one of these compounds containing some thousands of chemicals. In spite of the risks to human health, relatively little is known about the levels of VOC in Istanbul.

In this study, ambient air quality measurements of 32 VOCs including hydrocarbons, halogenated hydrocarbons and carbonyls were conducted in Kağıthane (Golden Horn) region in Istanbul during the winter season of 2011 in order to develop the necessary scientific framework for the subsequent developments. Kağıthane creek valley is the source part of the Golden Horn and one of the most polluted locations in Istanbul due to its topographical form and pollutant sources in the region. In this valley, horizontal and vertical atmospheric motions are very weak. The target compounds most commonly found were benzene, toluene, xylene and ethyl benzene. Concentrations of total hydrocarbons ranged between 1.0 and 10.0 parts per billion, by volume (ppbv). Ambient air levels of halogenated hydrocarbons appeared to exhibit unique spatial variations and no single factor seemed to explain trends for this group of compounds. N-octane, 3-methylheptane, n-nonane, 2,3,4-trimethylpentane and n-hexane parameters ranged between 3 ppbv and maximum value of 10 ppbv. The other VOC parameters are measured below 3 ppbv value. At participating urban locations for the year of data considered, levels of carbonyls were higher than the level of the other organic compound groups, suggesting that emissions from motor vehicles and photochemical reactions strongly influence ambient air concentrations of carbonyls. Of the most prevalent carbonyls, formaldehyde and acetaldehyde were the dominant compounds, ranging from 1.5–7.4 ppbv for formaldehyde, to 0.8–2.7 ppbv for acetaldehyde.

Keywords: Air quality, Volatile Organic Compounds (VOC), industry, meteorology, urban, Kağıthane, İstanbul.

Acknowledgment: This work was part of the TUJJB-TUMEHAP-01-10 and Turkish Scientific and Technical Research Council Project No: 109Y132.

İstanbul-Kağıthane Pilot Bölgesinde Uçucu Organik Bileşenlerinin (VOC) Araştırılması

Ali Öztürk¹, Hüseyin Toros², Ali Deniz² ve Mustafa Coşkun³

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalürji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak-İstanbul, kmali2000@yahoo.com

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak-İstanbul, toros@itu.edu.tr denizali@itu.edu.tr

³Konya Üniversitesi, Sivil Havacılık Yönetimi Bölümü, Meram, Konya, Türkiye, mcoskun@konya.edu.tr.

Özet

İstanbul nüfus, kara, deniz ve hava ulaşımı, endüstri ve sanayi bakımından Türkiye’de önemli bir öneme sahiptir. Türkiye’de her 6 kişiden birinin İstanbul’da yaşadığı düşünüldüğünde şehrin hava kalitesinin de çok iyi araştırılması ve sonuçlarının kamuoyuna duyurulması önem arz etmektedir. Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliği’nin katkıları ile “İstanbul Kağıthane Bölgesinde Uçucu Organik Bileşenlerin (VOC) Araştırılması” isimli proje yapılmaktadır. Bu çalışmada Ekim 2011’de elde edilen VOC ölçüm sonuçları analiz edilmiş ve sonuçlar sunulmuştur. Çalışma sonuçlarımızın hava kalitesini arttırmaya yönelik çalışmalara ve şehirlerin yeniden yapılandırılmalarında temiz hava adına katkılar sağlayacağını beklemekteyiz.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Kağıthane, hava kalitesi, VOC.

Teşekkür: Projemize katkılarından dolayı TUJJB-TUMEHAP-01-10, TÜBİTAK (109Y132) ve Kağıthane Belediyesi’ne teşekkür ederiz.

Volatile Organic Component Analysis in Kağıthane

Mustafa Coskun¹, Hüseyin Toros², Ali Deniz², Ali Ozturk³ and Selahattin İncecik²

¹Konya University, Faculty of Aviation and Astronautics, Department of Civil Aviation Management, 42060 Meram, Konya, Turkey, mcoskun@konya.edu.tr

²Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Meteorology, 34469, Maslak, Istanbul, Turkey.

³Istanbul Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical, Department of Chemical Engineering, 34469, Maslak, Istanbul, Turkey.

Abstract

İstanbul is the biggest city of Turkey with population, industry and economy. There is a lot study about air pollution level of the city and most of them included only some basic air pollution parameters like PM10, SO2 and NO2. However, it has many risks to human health, relatively little is known about the levels of VOC in Istanbul. Air pollutant in the cities contains many components that originate from a wide range of industrial, heating, motor vehicle, and natural emissions sources. Turkish National Union of Geodesy and Geophysics (TUJJB) and Turkish Scientific and Technical Research Council Project (TÜBİTAK) are supporting air quality studies and one of them is Volatile Organic Component (VOC) Analysis in Kağıthane valley. In this study, ambient air quality measurements of 8 VOCs (Benzene, Toluene, m,p Xlene, Hexane, Heptane, Ethylbenzene, 1,3,5 Trimethyl benzene and 1,2,4 Trimethyl benzene) are analyzed and compared with literature values.

Keywords: Volatile Organic Compounds (VOC), air quality level, Kağıthane, İstanbul.

Acknowledgment: This work was part of the TUJJB-TUMEHAP-01-10 and Turkish Scientific and Technical Research Council Project (TÜBİTAK) 109Y132.

INVESTIGATION OF OXYLENE AND STYRENE CONCENTRATIONS FOR KAGITHANE AIR QUALITY STATION, ISTANBUL

Duygu Ozcomak¹, Burak Oztaner¹, Ali Öztürk² and Hüseyin Toros¹

¹*Department of Meteorology Engineering, Istanbul Technical University, Maslak 34469 Istanbul, Turkey,
ozcomak@itu.edu.tr, oztaner@itu.edu.tr, toros@itu.edu.tr*

²*Department of Chemistry Engineering, Istanbul Technical University, Maslak 34469 Istanbul, Turkey,
kmali@itu.edu.tr*

ABSTRACT

In this study, monthly, daily and hourly measurements for o-xylene and styrene are analyzed in Kagithane, Istanbul for the years of 2011 and 2012. The study area is Kagithane which had a high prevalence of air pollution in districts of Istanbul. According to the monthly, hourly and daily measurements have been analyzed and high concentration values have been taken as a study period. Additionally, meteorological effects have been figure out using ECMWF Global Model Outputs in this study period .Our aim is the interpretation of pollution sources which are related to topographical pattern and meteorological conditions by using local o-xylene and styrene measurement and HYSPLIT Trajectory Model.

Key Words: Volatile organic compound (VOCs), o-xylene, styrene, Kagithane, HYSPLIT

1. INTRODUCTION

In the atmosphere, volatile organic compounds (VOCs) are a significant component of air pollutants, commonly found at ground level in all urban and industrial areas (Derwent, 1995). VOCs are emitted as gases from certain solids or liquids and include a variety of chemicals, some of which may have short and long term adverse health effects.

Styrene (phenylethylene, vinylbenzene) is an important intermediate in chemical synthesis and monomer for plastics manufacture in volatile organic compounds. The chemical formula for styrene is C₈H₈, and the molecular weight is 104.16 g/mol. It is a colorless, refractive, oily liquid of density $d = 0.909$. Its melting and boiling points are -33 and 146°C, respectively (Leibman, 1975). According to results of Environmental Protection Agency (US EPA, 1992), the range of styrene is varies between 1-9 µg/m³ in indoor air, its sources are buildings materials, consumer products and tobacco smoke. Styrene average concentrations are measured 0.29 to 3.8 µg/m³ in urban locations, but in rural and suburban air these values are at 0.28 to 0.34 µg/m³. There are acute (short-term) exposure of styrene which are mucous membrane and eye irritation, gastrointestinal effects and chronic (long-term) exposure of styrene which are effects on the central nervous system (CNS), such as headache, fatigue, weakness, and depression in humans.

O-Xylene (ortho-xylene 1,2- dimethylbenzene) are released into the atmosphere from industrial sources, from auto exhaust, and through volatilization from their use as solvents. The rate of o-xylene varies from 20% to 40% in mixed xylene (isomers). The chemical formula for mixed xylenes is C₈H₁₀, and the molecular weight is 106.16 g/mol. is a colorless, clear, oily liquid of density $d = 0.88$ g/mL . Its melting and boiling points are -25 and 144°C (US EPA, 1992). O-xylene which is used home products such as synthetic fragrances and

paints is determined low levels in indoor air. According to results of Environmental Protection Agency (US EPA, 1992), there are acute (short-term) exposure of o-xylene which are irritation of the eyes, nose, and throat, gastrointestinal effects, eye irritation, and neurological effects and chronic (long-term) exposure of o-xylene which are effects on the central nervous system (CNS) effects, such as headache, dizziness, fatigue, tremors, and in coordination, respiratory, cardiovascular, and kidney effects in humans. In this research, styrene and o-xylene concentrations are analyzed according to meteorological conditions. The reasons of high concentrations are investigated and main source of pollution is determined.

In this paper, measurements of concentration for styrene and o-xylene are investigated, the maximum values of these compounds are determined using data of Kağıthane Air Quality Station.

2. METHODOLOGY

2.1. Data

This research is done with o-xylene and Styrene data measured in Kağıthane valley in scope of the project supported by TUJJB-TUMEHAP and Tubitak. Based on the measurements, the period with high concentrations is determined as 18.05.2012 – 07.07.2012 and it is analyzed as time series. While Styrene oscillation interval is 1-9 micron, an episode exceeding these values has not been observed in the measurements.

The same situation is valid for the o-xylene with oscillations in between 1-4 microgram in general. There is not a standard in the world for VOC values. So the analysis and interpretation of the values is done according to the emission sources and meteorological factors around air quality station. ECMWF Era Interim global model outputs are used as meteorological data.

2.2. Region

Kağıthane is crowded district where is located around the Halic in the middle of Istanbul. There are many industrial enterprises such as textile factory, marble factory, plastics and chemistry industry. In addition to that, Kağıthane is a valley, so the presence of emission sources, convenience of geographic conditions and meteorological parameters lead to high levels of air pollution (Figure 1).



Figure 1: Geographical pattern of Kagithane and its location in Istanbul

2.3. Method

For this research data in between 01.11.2011 – 30.09.2012 which is taken from Kağıthane Weather Quality Station is used. In between this period it is determined that styrene and o-xylene were in a high concentration in between 18.05.2012 – 07.07.2012. Meteorological analysis is done in the 50 days interval.

Valleys have geographical characteristics that restrict the air motion area and enclose polluted air under high pressure conditions until the close levels to the earth. Chemistry and plastic factory are the main source of o-xylene and styrene in the region. But Kagithane is directly affected from pollution movement because of its location. So the high pressure system affects are investigated for the periods 06.06.2012, 12.06.2012 and 13.06.2012 that have maximum Styrene measurements.

Surface is investigated in the streamlines. For the Hysplit Trajectory Model outputs of GDAS atmospheric circulation model output is used. Altitude according to the sea level is 37 meters. Vertical velocity is used as vertical motion method.

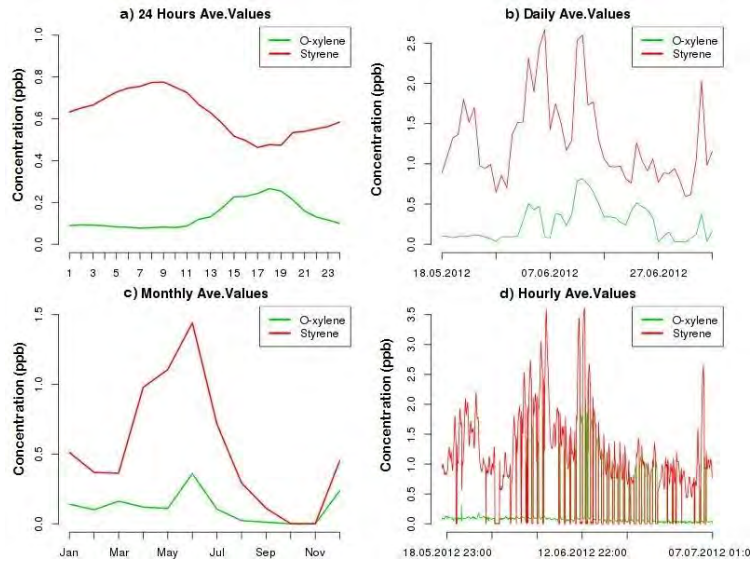


Figure 2: Values of styrene and o-xylene measurements in study periods.

3. Result & Discussion

An inspection of average measurements taken on an hourly basis (24 hours) shows styrene levels which were high until noon, drop at night hours. It is also seen that o-xylene average did not show a significant change before noon, while night and evening averages tend to rise (Figure 2a). Daily styrene and o-xylene measurement averages show styrene levels between 18.05.2012 – 07.07.2012 are above average (Figure 2b). Investigation of hourly measurements shows measurement levels above 3ppb (Figure 2d). Inspection of monthly figures reveal styrene and o-xylene levels get higher in spring while they stay on average levels rest of the year (Figure 2c). On the study period, maximum levels of styrene are recorded on 06.06.2012, 12.06.2012 and, 13.06.2012. Mean Sea Level Pressure and Streamline levels on these dates (06.06.2012, 12.06.2012, 13.06.2012) are also inspected (Figure 6).

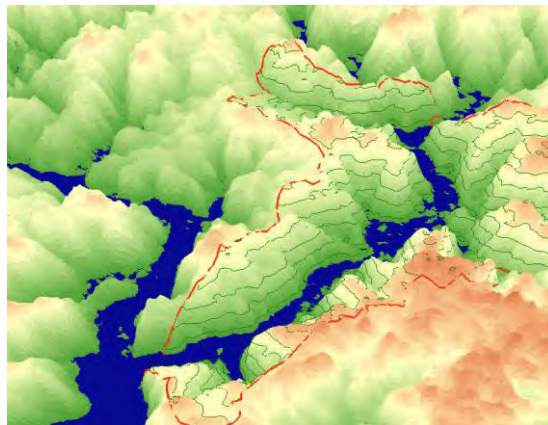


Figure 3: 3-D Kagithane Valley

It was observed that no high pressure system has taken place on those particular dates. Instability of the air indicates transportation. Hysplit Trajectory Model outputs in between 18.05.2012 – 07.07.2012 indicates that transportation is mostly from northeast (Figure 5). This is correlated with convection of the pollution originated from industry region in the Black Sea coasts of Russia and Ukraine. 48 hours records intensively come from HPA levels

(Figure 4). Topographic valley effect is also seen because there is chemistry factory in Kağıthane region (Figure 3).

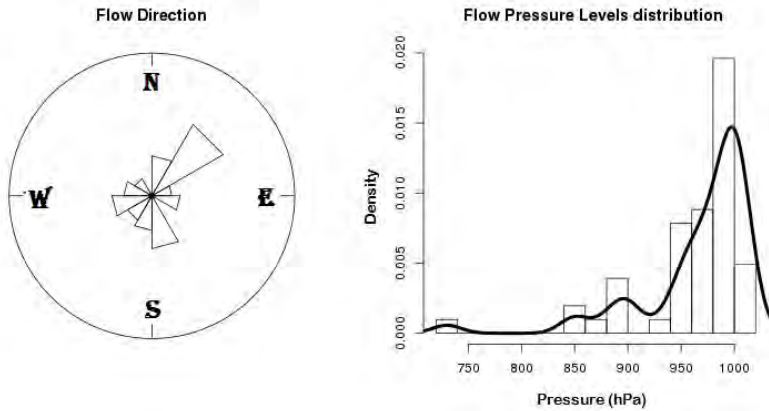


Figure 4: The direction of transportation to Istanbul according to output of 48-hour HYSPLIT Trajectory Model and the distribution of transportation levels in study time

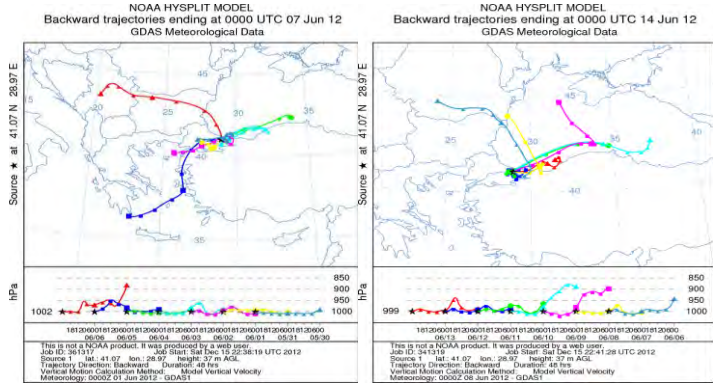


Figure 5: Output of Hysplit Trajectory Model for maximum styrene values in times

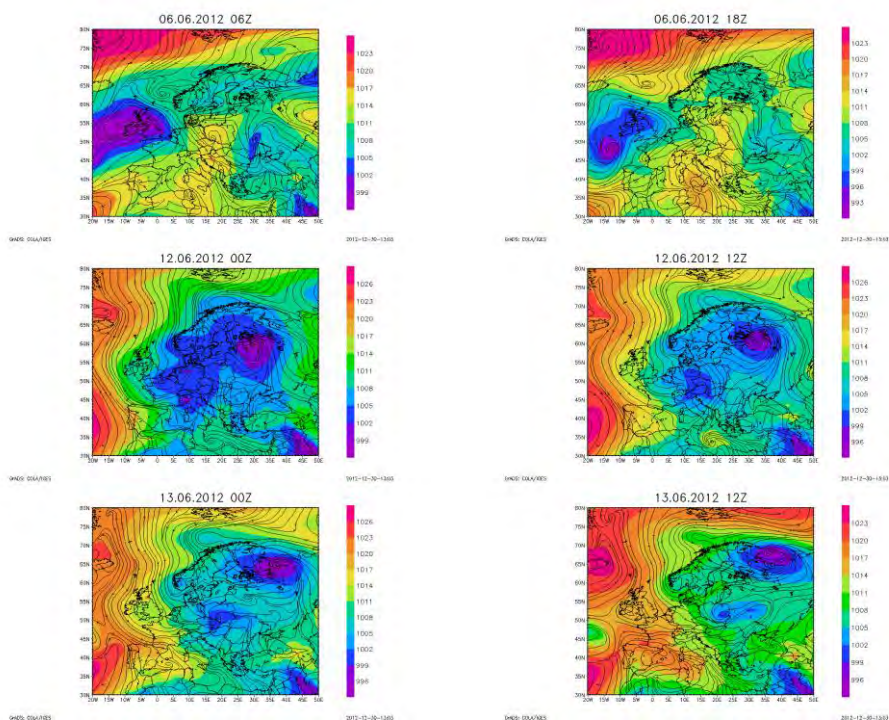


Figure 6: Output of ECMWF Global Model MSLP and Streamlines for maximum styrene values in times (06.06.2012, 12 -13.06.2012)

Detailed researches and measurements should be done about o-xylene that is one of VOCs. As a result, transportation is in the foreground as the reason of episodic records.

According to Jia (2011), concentrations of VOCs are mostly changed with seasonal and spatial effects. Temporal and spatial variations were helped to decide compatibility of data quality and study aim. Value of measurements were lower in summer months than winter months in seasonal variations (Boudries et al., 1994; Cheng et al., 1997; Hakola et al., 2006; Parra et al., 2008). In contrast, spring months concentrations were lower than autumn months (Batterman et al., 2002; Kuortidis et al., 2002; Pankow et al., 2003). In addition to these studies, high temperature and low relative humidity were suitable conditions for VOCs depletion in air because of photochemical degradations and maximum values of compounds were measured in winter months by reason of high atmosphere stability (Ho et al., 2004; Parra et al., 2008). Transient emissions from industrial sources were showed different profiles in seasons such as increasing profile was consisted because of decreasing mixing layer in colder seasons (Blas et al., 2012). On the other hand, Badol et al. (2008) explains wind direction was helped to determine various of source such as industrial or mobile sources, increasing concentration of the direction was direction of intense emission. Ho et al. (2004) indicated that variation of o-xylene values contributed traffic flows and vehicle types and if region is close to roads, photochemical reactions will be negligible.

Acknowledgements ~ The authors are grateful to TUJJB-TUMEHAP-01-10, TÜBİTAK (109Y132) ve Kağıthane Municipality. They would like to thank the NOAA Air Resources Laboratory (ARL) for the provision of the HYSPLIT transport and dispersion model.

REFERENCES

Badol C., N. L. (2008). Using a source–receptor approach to characterize VOC behavior in a French urban area influenced by industrial emissions Part I: Study area description,

- data set acquisition and qualitative data analysis of the data set. *Science of the Total Environment*, 441-452.
- Batterman S.A., P. C. (2002). Levels and composition of volatile organic compounds on commuting routes in Detroit, Michigan. *Atmospheric Environment*, 6015-6030.
- Blas Maite de, N. M. (2012). Simultaneous indoor and outdoor on-line hourly monitoring of atmospheric volatile organic compounds in an urban building. The role of inside and outside sources. *Science of the Total Environment*, 327-335.
- Boudries H, T. G. (1994). Seasonal variations of atmospheric non-methane hydrocarbons on the western coast of Brittany, France. *Atmospheric Environment*, 1095-1112.
- Cheng L, F. L. (1997). Seasonal variations of volatile organic compounds in Edmonton, Alberta. *Atmospheric Environment*, 239-246.
- Derwent, R. G. (1995). Sources, Distributions, and Fates of VOCs in the Atmosphere. In *Volatile Organic Compounds in the Atmosphere* (pp. 1-15). London: Royal Society of Chemistry.
- EPA. (1992). from <http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/styrene.html>. Washington, DC.: Environmental Protection Agency.
- EPA. (1992). from <http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/xylenes.html>. Washington, DC.: Environmental Protection Agency.
- Hakola H., H. H. (2006). Ten years of light hydrocarbons concentration measurements in background air in Finland. *Atmospheric Environment*, 3621-3630.
- Ho K.F., L. S. (2003). Seasonal and diurnal variations of volatile organic compounds in the atmosphere of Hong Kong. *Science of the Total Environment*, 155-166.
- Jia C., B. S. (2011). Variability of indoor and outdoor VOC measurements: An analysis using variance components. *Environmental Pollution*, 152-159.
- Kuortidis K.A., Z. I. (2002). Benzene, toluene, ozone, NO₂ and SO₂ measurements in an urban street canyon in Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Environment*, 5355-5364.
- Leibman, K. C. (1975). Metabolism and Toxicity of Styrene. *Environmental Health Perspectives*, 115-119.
- Pankow J.F., L. W. (2003). Concentrations and co-occurrence correlations of 88 volatile organic compounds (VOCs) in the ambient air of 13 semi-rural to urban locations in the United States. *Atmospheric Environment*, 5023-5046.
- Parra M.A., E. D. (2008). Ambient air levels of volatile organic compounds (VOC) and nitrogen dioxide (NO₂) in a medium size city in Northern Spain. *Science of the Total Environment*, 999-1009.



İSTANBUL KAĞITHANE İLÇESİNDE 2012 YAZ AYLARINDA YAPILAN BTEX ÖLÇÜMLERİ

Sabih KASPAROĞLU¹, Kardelen KAYA¹, Hüseyin TOROS², Hasancan OKUTAN¹, Ali
DENİZ², Ali ÖZTÜRK¹

¹ T.C. Kimya Bakanlığı Fikihesi, Sanayi Mühendisliği Bölümü, Maslak/İstanbul-84469.

sabihkaspar@ gmail.com

² İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Maslak/İstanbul

ÖZET

Sanayileşme ve kentleşmenin hızla geliştiği İstanbul'da hava kirliliği önemli bir sorun haline gelmiştir. Sanayi atıkları, tozlar, gazlar ve taşıtlardan çıkan egzoz gazları meteorolojik koşulların hızlandırıcı etkisiyle çevreye yayılıp hava kalitesini bozarak hava kirliliğine sebep olmaktadır. Kirliliğin artması hem küresel çevre kirliliğine zemin oluşturmakta hem de insan sağlığı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Hava kirliliğine solunum yoluyla doğrudan maruz kalınarak, solunum sistemine ve diğer bazı organları etkileyerek insan sağlığını hatta çalışma verimlerini de etkilemektedir. İstanbul'un Kağıthane ilçesinde hava kirliliğinin bir önemli sebebi de bölgede giderek artan konut sayısı ve dolaylı olarak artış gösteren araç sayısıdır. Yapılan ölçümler sonucunda belirlenen bir bölgeden çili yönlü olarak beş dakika boyunca otalama 250 araç geçtiği gözlemlenmiştir. Konutlarda ısınma amaçlı kullanılan yakıtların bilinçsizce sarf edilmesi ve yanma gazlarının havaya bırakılması Kağıthane'deki ölçüm bölgesinde önemli derecede hapsedilir bir sorun haline gelmiştir. Hava kirliliğinin yanında çarpık kentleşmenin yetersizce denetlenmesi de sorunlar arasındadır. Ölçüm yerinin bir vadi içinde yer alması da hava kirliliği sonuçlarında etkili olmuştur. Çarpık kentleşme çevresel sorunları beraberinde getirdiği gibi şehrin estetik görünümünü de bozmaktadır. Çalışma kapsamında İstanbul iline bağlı Kağıthane ilçesinde kurulan Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonu aracılığıyla 2012 yılının ikinci yarısını kapsayan tarihler arasında benzen, toluen, etilbenzen, ksilen (BTEX) ölçümleri yapılmış ve sonuçlar elektronik ortama aktararak ölçümlerin saat, gün, hafta ve ay bazında miktarları gözlemlenmiştir. Ölçümler gaz kromatografisi yöntemiyle Syntec Spectras GC 955 cihazı aracılığıyla çevrimci olarak yapılmıştır. Çalışmada hem nitel hem nicel analiz bulunmaktadır. Sonuçlar grafiklere aktarılıp hava koşulları, rüzgar yönü, ölçüm cihazının bulunduğu konum, yukarıdaki sanayi tesisleri ve gündüz ortalaması geçen araç sayısı gibi kriterler değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, Hava kalitesi, İstanbul Kağıthane, BTEX ölçümleri

MEASUREMENT OF BTEX IN ISTANBUL KAĞITHANE IN SUMMER AND AUTUMN

ABSTRACT

Air pollution is a significant problem in Istanbul where industrialisation and urbanisation increase day by day. Industrial waste, exhausts, and other gases are emitted and by the effect of meteorological conditions they change air quality. Because of this change, the effects provide basis of human health and environmental pollution. Air pollutants may cause health problems especially respiratory troubles in case of direct exposure. In addition, decrease of operating performance can be occurred by directly exposure for indoor places. Moreover, augmentation of buildings and vehicles creates an increase of air pollution in the area. It can



be considered that there are 250 vehicles passing through during five minutes on double track in the region where mobile device for BTEX measurement is situated. Contribution is also other problem for the area not only esthetical but also environmental problems are occurred. Mobile device in Kağıthane is located in valley that affect the results. In this study scopes, benzene, toluene, ethylbenzene and xylene concentrations in 2012 summer and autumn seasons are measured by mobile device per hour, day, week, and per month. And then, the results are transferred in electronic media in order to express in qualitative and quantitative. Gas chromatography method has applied and Syntex Spectras GC 955 device has used for measurement. Finally, the results are transferred in graphics by evaluating meteorological conditions, wind direction, industrial plants, mobile device location, and number of vehicle passing through the lanes.

Keywords: Air pollution, Air quality, Istanbul Kağıthane, BTEX measurement

1. GİRİŞ

Günümüzde hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığına olan zararlı etkileri tartışılmaz kabul gören bir gerçektir. Artan hava kirliliği, özellikle kalabalık kentlerde yaşam kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle havadaki mevcut kirlilik hakkında bilimsel ve güvenilir bilgilere sahip olmak büyük bir önem taşımaktadır. Sanayileşme ve kentleşme süreçlerinin hızlı ve bilinçsiz bir şekilde gerçekleştirilmesi, hava kirliliği maddelerinin birçok farklı türünün havaya emisyonunda büyük bir artışa neden olmaktadır. İstanbul'a bağlı Kağıthane ilçesi, gerek sanayi kuruluşlarının fazlalığı ve gerek çarpık kentleşmenin etkilerinin görüldüğü bir yer olması açısından kirliliği maddelerinin havada yüksek oranda bulunduğu bir yerleşim yeridir. Bu çalışmada Kağıthane bölgesine yerleştirilmiş bir mobil araç içindeki çeşitli cihazlar yardımıyla havadaki kirliliği maddelerinin konsantrasyonları ölçülmüş ve ölçüm sonuçları yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında Kağıthane ilçesi, Haziran - Aralık 2012 ayları arasında BTEX bileşiklerinin konsantrasyon ölçümleri yer almaktadır. BTEX'lerin (benzen, toluen, etilbenzen, ksilen) genel özelliklerine de yer verilmiştir. Ayrıca Türkiye'de bazı şehirlerde ve farklı ülkelerdeki uçucu organik bileşiklere ait çalışmalara da değinilmiştir. BTEX ölçümlerinin belirlenmesinde kullanılan cihazların tanımları, çalışma prensipleri ve bulgu analizlerini içermektedir. Son olarak da konsantrasyon değerleri gabiğe aktarılan bulgular değerlendirilmiş, konsantrasyonların zamana göre değişimlerinin nedenleri ve hava kalitesi ölçüm sonuçlarının ilgili yönetmeliklerdeki sınır değerlerle uyumluluğu tartışılmıştır.

2. YÖNTEM

Kağıthane Hava Kalitesi İstasyonu (KHKİ), Cemilere Caddesi üzerinde bulunan Kağıthane Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü'nün bahçesinde yer almaktadır. Kurulu istasyonun çevresinde trafik yoğunluğu oldukça fazladır. Trafik yoğunluğunu tespit etmek amacıyla 28 Ekim 2012'de istasyona gidilmiş ve 5 dakika boyunca istasyona en yakın dördüncüde, sabah 10:55-11:00 arası 160 adet araç sayımı yapılmıştır. 7 Mart 2013'te ise saat 15:30-15:35 arasında 283 adet araç sayılmıştır. 3 dakika boyunca araç sayısı ortalama 250 olarak düşülmüşse günde 72000 motorlu araçın geçtiği söylenebilir. KHKİ'de bulunan BTEX ölçüm cihazının çalışma prensibi gaz kromatografisi yöntemine bağlıdır. Kromatografi cihazları diğer uçucu organik bileşikler de ölçmektedir ancak çalışma kapsamında sadece BTEX'ler incelenmiştir. Mobil araçta gaz-sıvı kromatografi cihazı kullanılmıştır. Taşıyıcı gazlar inert azot ve helyum gazlarıdır. Kullanılan cihaz Syntex Spectras GC955-600 serili Uçucu Organik Bileşik analizi cihazıdır ve çalışma prensibi ise şu şekildedir: Sıvı örnekler µL



mertebesinde özel şırınga ile injeksiyon kısmından bir enjektör yardımıyla cihazın giriş kısmına verilir. Sok bir sıcaklık ile maddenin burada gaz faza geçmesi sağlanır. Madde bulurken ve taşıyan gaz sürüklenerek kolona ulaşır ve kolonda değişik sürelerce tutkumlanır. Ölçüm sonuçları dedektöre ulaşır elektriksiz sinyale dönüşür ve zamana karşı pik şeklinde kaydedilir (Çolak vd., 2010). Mobil araçta bulunan GC 955-600 serili cihazın içinde bulunan kolon tipi kapiler kolondur, kapiler kolon boya 28 metre olup kolona emdirilmiş halde bulunan sabit sıvı faz apolar bir madde olan dimetil siloksandır. Kolona emdirilmiş halde bulunan sıvının analizi yapılacak madde ile polarite bakımından aynı özellikte olması ayrımı sağlayan önemli bir faktördür. Ölçümü yapılan BTEX maddelerinin her biri apolar yapıdadır. Cihazın gösterimi Şekil.1.'dedir.



Şekil 1. GC 955 gaz kromatografisi cihazı

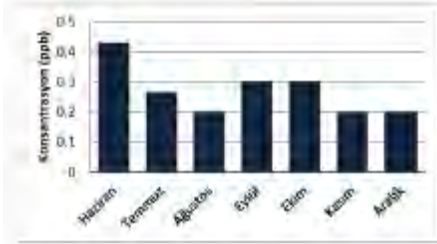
Gaz-sıvı kromatografisinde PID tipi dedektör kullanılmıştır. Çalışma prensibi şu şekildedir. Kolondan çıkan karışımı şiddetli bir UV ışın demetiyle işlenir ve böylece analizi yapılacak maddenin molekülleri iyonlaşırılır.

Yapılan örnekleme tipi aktif örneklemedir. Alınan hava numuneleri 30 dakikalık periyotlarla analiz edilmiştir.

3. ÖLÇÜMLER

3.1. Benzen-Toluen Konsantrasyon Ölçümleri

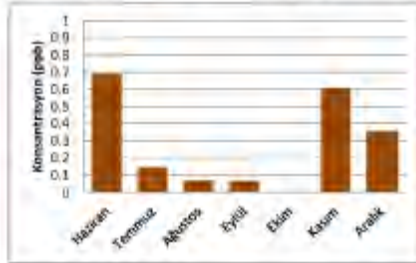
Yapılan tüm ölçümler ppb mertebesinde olup 7 aylık sürelerin 2012 yılına ait ortalama konsantrasyonları grafiklere aktarılmıştır. BTEX bileşiklerinin konsantrasyon grafikleri sırasıyla Şekil.2, Şekil.3, Şekil.4 ve Şekil.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Aylık benzen konsantrasyonları

Bu bölgede endüstriyel faaliyetlerin fazla olması ve trafiğin yoğunluğu ölçüm sonuçlarına da yansımıştır. Haziran ayındaki benzen konsantrasyonunun artışının nedeni olarak bölge yakınındaki trafiğin haziran ayında yoğunlaşması gösterilebilir. Benzenin yakarlarda katkı maddesi olarak kullanılması ve bu nedenle araçlardan emisyonunun gerçekleşmesi bu durumu destekler niteliktedir.

Benzen için; $1 \text{ ppb} = 3,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olduğu bilinerek en yüksek benzen konsantrasyonunun görüldüğü haziran ayındaki konsantrasyon $0,43 \text{ ppb}$ 'dir. Buna göre; $0,43 * 3,25 = 1,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak hesaplanır. 6 Haziran 2008'de Resmi Gazete'de yayımlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre; benzenin insan sağlığını koruması için belirlenen $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Aylık toluen konsantrasyonları

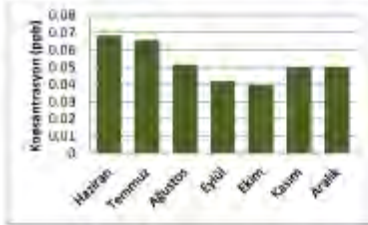
Şekil 3.'te toluen konsantrasyonunun özellikle haziran ayında bir artış gösterdiği görülmektedir. Haziran ayındaki toluen konsantrasyonunun artışının nedeni olarak bölge yakınındaki trafiğin haziran ayında yoğunlaşması gösterilebilir. Ekim ayında veri görünmemesinin nedeni cihazın teknik bir arızasından kaynaklanmaktadır.

Toluen için; $1 \text{ ppb} = 3,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olduğu bilinerek en yüksek benzen konsantrasyonunun görüldüğü haziran ayındaki konsantrasyon $0,68 \text{ ppb}$ 'dir. Buna göre; $0,68 * 3,77 = 2,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak hesaplanır.

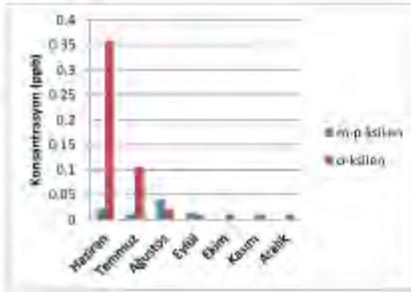


3.2. Etilbenzen-Ksilen Konsantrasyon Ölçümleri

Haziran ayında diğer aylara göre genel bir artış söz konusudur. Etil benzen konsantrasyonunun en az olduğu ay ise Ekim ayıdır ve 0,04 ppb mertebesindedir. Miktarındaki artış trafik yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Kasım ve Aralık aylarında ise konsantrasyon değeri aynı olup ortalama 0,05 ppb olarak ölçülmüştür. Bu bilgiler doğrultusunda yaz aylarındaki yıllık konsantrasyonun sonbahar dönemine göre daha fazla olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Aylık etilbenzen konsantrasyonları



Şekil 5. Aylık ksilen konsantrasyonları

Haziran hem o-ksilen hem de m-p ksilenin en fazla olduğu aydır. Ksilen emisyonunun daha çok boya ve mürekkep işletmelerinden yayıldığı bilinmektedir. Kağıthane bölgesindeki çözücü (solvent) içerikli üretim tesislerinin kurulması ya da yeni ürün üretimine geçmesi Haziran ayındaki ksilen konsantrasyonunu artırmış olabilir. 7 aylık inceleme aralığında özellikle Ekim-Kasım-Aralık aylarında oldukça düşük mertebededir.

Kotanca'nın (2012) gerçekleştirdikleri çalışmada, Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi'nde yapmış olduğu pasif örnekleme yöntemi kullanılarak ve ksilen konsantrasyonları yaz aylarında m-p-ksilen ve o-ksilen konsantrasyonları sırasıyla 1,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve 0,70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ şeklinde ölçülmüştür. Bu değerler sırasıyla ppb cinsinden 0,24 ve 0,16'dır.



4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Akâf örnekleme yöntemi kullanılarak Kağıthane ilçesinde BTEX ölçümleri yapılmıştır. Yaz ve sonbahar dönemlerinde BTEX bileşenlerinde genellikle Haziran ayında genel bir artış gözlemlenmiştir. Havaya yayılan emisyonların konsantrasyon dağılımlarının daha ayrıntılı incelenmesi için bütün bir yılı kapsayan zaman aralığı içerisinde pasif örnekleme yapılabilir. Kağıthane BTEX bileşenlerinin ölçülmesi üzerine yapılan çalışmada sadece 7 aylık süre değerlendirildiğinden daha kesin ve doğru sonuçlara varmak için birden fazla konum belirlenerek aynı mobil cihazlarla ölçüm yapıp ortalama bir değer seçilebilir. Çalışma sonuçları değerlendirilirken iklim ve rüzgar etkisi sonuçlara yansımıştır ancak değerlendirmeler meteorolojik veriler kullanılmadan yapılmıştır. Konsantrasyon dağılımını etkileyen diğer faktörlerin bölgedeki endüstriyel tesislerin varlığı ve ölçüm yapılan bölgenin vadide yer alması dolayısıyla bölgenin rüzgarların etkilenerek vadi arasında havanın dağılması olduğu düşünülmektedir. Sonuçlar arasındaki farklılık, bölgedeki trafik yoğunluğuyla ilişkilendirilebilir.

5. TEŞEKKÜR

Çalışmalarımıza desteklerinden dolayı TÜBİTAK, Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliği (TUJJB) ve Kağıthane Belediyesi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Çolak, D., Ünlü, C., Kumbaracı, İ. Organik kimya deneyleri ve teknikleri, İTÜ, İstanbul, 2010.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, RG. 6.6.2008/26898.

Karaca, F. İstanbul'un tarihi yarımadası'nda BTEX yüzey yayılım profilinin araştırılması. Fırat Üniv, Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi, 2012, 1, 55-65.

BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU	
1- Proje No: TUJJB-TUMEHAP-01-10	2- Rapor Tarihi: Nisan 2013
3- Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01/10/2011-01/04/2013	
4- Projenin Başlığı: İSTANBUL-KAĞITHANE PİLOT BÖLGESİNDE UÇUCU ORGANİK BİLEŞENLERİNİN (VOC) ARAŞTIRILMASI	
5- Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: DOÇ. DR. HÜSEYİN TOROS DOÇ. DR. ALİ DENİZ YARD. DOÇ. DR. MUSTAFA COŞKUN KİM.YÜK. MÜH. ALİ ÖZTÜRK	
6- Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü	
7- Destekleyen Kuruluş(lar) : TUJJB, TÜBİTAK, İTÜ	
8- Öz : Sanayileşmeye ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak dünya genelinde büyük şehirlerin nüfusları hızla artmaktadır. Büyük şehirlerin önemli sorunlarından birisi ise hava kirliliğidir. Bu sebeple son yıllarda hava kalitesinin araştırılması için bilim insanları daha fazla çalışmalar yapmakta ve kurumlar destek vermektedir. Büyük şehirlerde ve sanayi bölgelerinde klasik hava kalitesi ölçüm cihazları yanında Uçucu Organik Bileşenlerin (VOC) ölçümünü yapacak modern cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. TUMEHAP'ın araştırma konularında yer alan hava kirliliği nedeniyle Uçucu Organik Bileşenleri (VOC) ölçüm cihazının alımı TUJJB tarafından desteklenmiştir. Böylelikle sanayi ve şehirleşmenin olduğu bir İstanbul'da hem yerel ve hemde bölgesel kaynaklardan gelen VOC değerleri elde edilmiş, değerlendirilmiş ve değerlendirilmeye devam edilecektir. Proje sonuçları İstanbul'da hava kalitesinin araştırılmasına, bilim insanları ve kanun koyucular tarafından çözüm üretilmesine ve halkın bilinçlendirilmesine büyük katkı sağlayacaktır. Anahtar Kelimeler: Hava Kalitesi, Uçucu Organik Bileşenleri (VOC), İstanbul. Abstract: Investigation of Volatile Organic Compounds (VOC) in the Region of Istanbul-Kağıthane Depending on the technological developments and industrialization of major cities in the entire world population is increasing rapidly. One of the major problems of large cities is air pollution. Therefore, investigations of air quality by scientists are increasing and supported by institutions in recent years. In addition to the classical air quality measuring device measurements are needed and will be made with modern equipment like Volatile Organic Compounds (VOC) in megacities and industrial zones. There is air pollution section in research program of TUMEHAP. Therefore this project supported to get Volatile Organic Compounds (VOC) measurement device by the TUJJB. In this project VOC values are determined and a database are created for solution of air pollution in an area of industry and urbanization as well as local and regional sources. The outputs of this project will be a major contribution for public awareness in the Istanbul. Keywords: Air Quality, Volatile Organic Compounds (VOC), İstanbul.	
9- Projeyle İlgili Yayın / Tebliğlerle İlgili Bilgiler: <ul style="list-style-type: none"> • Çapraz Ö., A. Deniz, A. Öztürk, S. İncecik, H. Toros, and M. Coşkun, 2012. Volatile Organic Compound Analysis in Istanbul, 22 – 27 Nisan 2012, European Geosciences Union General Assembly 2012 Vienna Austria. • Öztürk A., Toros H., Deniz A. ve Coşkun M., 2012. İstanbul-Kağıthane Pilot Bölgesinde Uçucu Organik Bileşenlerinin (VOC) Araştırılması . The Restructuring of Cities Symposium with International Participation, 10-13 September 2012 Istanbul. • M. Coskun, H. Toros, A.Deniz, A.Ozturk and S.İncecik, Volatile Organic Component 	

Analysis in Kağıthane, 4th International AIR QUALITY MANAGEMENT at URBAN, REGIONAL and GLOBAL SCALES Symposium and IUAPPA Regional Conference , September 2012 Istanbul –Turkey.

- Özçomak D., Burak Öztaner, Ali Öztürk, Hüseyin Toros, 2013. Investigation of O-Xylene and Styrene Concentrations for Kağıthane Air Quality Station, Istanbul, 6th Atmospheric Science Symposium - ATMOS 2013 April 24, 2013 – April 26, 2013, Istanbul Technical University - SDKM, Istanbul Turkey; 04/2013
- Özçomak D., Öztaner B., Öztürk A., Toros H., Deniz A., 2013. İstanbul'da Ölçülen BTEK'lerin Meteorolojik Parametrelerle İncelenmesi, Uluslararası Katılımlı V. Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu (HKK2013), 18-20 Eylül 2013, Eskişehir. (pdf)
- Kasparoğlu S., Kaya K., Toros H., Okutan H., Deniz A., Öztürk A., 2013. İstanbul Kağıthane İlçesinde 2012 Yaz Aylarında Yapılan BTEX Ölçümleri, Uluslararası Katılımlı V. Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu (HKK2013), 18-20 Eylül 2013, Eskişehir
- Özçomak D., Yaşar Burak Öztaner, Ali Öztürk, Hüseyin Toros, Ali Deniz, 2013. İstanbul'da Ölçülen BTEK'lerin Meteorolojik Parametrelerle İncelenmesi, Uluslararası Katılımlı V.HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU (HKK2013), Eskişehir, Turkey; 09/2013.
- Duygu ÖZÇOMAK, “İstanbul Kağıthane’ de BTEK Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bitirme tezi, Haziran 2013
- Sabin KOSPOROĞLU ve Kardelen KAYA, “ İstanbul Kağıthane İlçesinde Uçucu Organik Bileşiklerin Atmosferik Derişimlerinin Ölçümü ve Değerlendirilmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Metalurji Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü Bitirme tezi, Haziran 2013