

ODTÜ KAMPÜSÜNDE UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN NEDEN OLDUĞU HAVA KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Aysel T. ATIMTAY (*)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET

Son yıllarda ODTÜ Kampüsünde ulaşım için kullanılan özel araba, otobüs ve dolmuş sayılarında büyük bir artış olmuştur. Bu artış kampüsteki hava kalitesini de olumsuz şekilde etkilemektedir. Hava kirlenmesinin otobüs ve dolmuş durakları, Kampüse giriş-çıkış kapıları civarında çok daha fazla olduğu tahmin edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ODTÜ Kampüsünde çevre yolu boyunca çeşitli noktalarda uçucu hidrokarbon (VOC) konsantrasyonlarını ölçmek (özellikle otobüs ve dolmuş duraklarında) ve VOC konsantrasyonu konusunda bir durum tespiti yapmaktır. Hidrokarbon konsantrasyonları 11 noktada ölçülmüştür. Ayrıca, Kampüste çevre yolundan daha uzak noktalardaki VOC konsantrasyon seviyesi de ölçülmüş ve bu konsantrasyon baz değeri olarak alınmıştır. Çalışma, Kampüste otobüs durakları başta olmak üzere örnek alma noktalarına yerleştirilmiş aktif karbon tüpleri (Dräger- ORSA 5) kullanılarak yapılmıştır. Tüpler her ay değiştirilmiştir. Aktif karbon üzerine adsorplanan VOC, laboratuvarında CS₂ ile ekstrakt edilmiş ve ekstrakt Gaz Kromatografi cihazında özellikle BTX bileşenleri için analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlardan BTX bileşenleri konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna göre dalgalanmalar gösterdiği bulunmuştur. BTX bileşenleri konsantrasyonlarının A1 kapısında, Heykel ve İnşaat Mühendisliği durağında diğer noktalara göre yüksek olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

In the last 10 years the number of vehicles used for transportation (cars, busses, minibuses, etc.) on the METU Campus has increased drastically and this increase affects the air quality on the Campus negatively. It is expected that the air pollution at the bus and minibus stops, and also at the main gates of the Campus are more than other places at the Campus.

This purpose of this study is to measure the concentrations of volatile hydrocarbons that is greatly caused by traffic at the METU Campus and to determine the status of hydrocarbon pollution on the Campus. The volatile hydrocarbon concentrations were measured at eleven sampling locations. One of the location was selected far away from the main traffic line as a control point for background concentration. The concentrations were measured by using the ORSA-5 tubes made by Draeger. These tubes are specially prepared activated carbon tubes used in passive sampling. Tubes were kept in each location for a month. After they were collected, hydrocarbon compounds adsorbed on active carbon were extracted with CS₂ in the laboratory. The extract was analyzed with GC having a FID detector for BTX compounds. The results of the analysis have shown that the concentration of the BTX compounds have shown variations with respect to traffic density. The highest BTX compound concentrations were found at Gate 1, at bus stops in front of the Statue and Civil Engineering Department.

(*) aatimtay@metu.edu.tr

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Emisyonlar, Hidrokarbon emisyonları, Taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği, BTX kirliliği

GİRİŞ

Hava kirliliğinin önemli kaynaklarından biri de taşıtlardır. Büyük şehirlerin çoğunda taşıtlardan kaynaklanan ve ciddi boyutlara ulaşan hava kirliliği problemi mevcuttur. Hava kirlleticilerinin miktarı bir yandan taşıt emisyonlarına, bir yandan da trafikteki taşıt sayısına bağlıdır. Ayrıca taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinde bireysel ve kollektif sürüş alışkanlıkları da büyük önem taşımaktadır.

Pek çok ülke kentlerdeki yoğun ve sürekli kirlitici kaynağı olan taşıtlar için gerekli olan emisyon limit değerlerini 1960 dan itibaren saptamış ve zorunlu olarak uygulamaya koymuştur. Ülkemizde ise emisyon kontrol standartlarına tam olarak uyulmamakta, ayrıca buna kirlitici gaz ve partikülleri serbestçe atmosfere veren kara taşıtlarının kötü bakım ve bilinçsiz kullanım koşulları da eklenince kara taşıtları, potansiyel kirlitici kaynaklar arasında önemli bir yer tutmaktadır.

Taşıtlar genelde Benzin ve Dizel motorlu olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Her iki grup motorda kullanılan hidrokarbonlu yakıtların (fosil yakıtlar) hava ile tam yanması sonucunda oluşan ürünler CO₂ ve H₂O dur. Ancak, uygulamada ideal yanma koşullarının sağlanamaması nedeniyle tam yanma gerçekleşmemekte ve kirlitici bileşenler oluşmaktadır. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan ekzos gazı bileşiminde parafinler, olefinler ve aromatikler gibi yanmamış hidrokarbonlar; aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler gibi kısmen yanmış hidrokarbonlar; CO, NO_x, SO₂, kurşun bileşikler ve partikül maddeler bulunmaktadır (Perkins, 1974; Wark and Warner, 1976; Müezzinoğlu, 1987; İçingür, 1991).

Benzinli motorlarla dizel motorlarını emisyonları açısından karşılaştırdığımızda, dizel motorlarının CO, HC ve NO_x emisyonlarının benzinli motora göre daha az, SO₂ ve partikül emisyonlarının daha fazla olduğu görülür. Bunun nedeni dizel motorlarında hava fazlalık katsayısı, benzinli motora göre daha yüksektir. Benzin motorlarında aşırı zengin yakıt-hava karışımı dışında partikül emisyonu azdır. Buna karşın dizel motorlarındaki partikül emisyonu benzinli motora göre yaklaşık 20 kat daha fazladır.

Taşıtlardan Kaynaklanan Kirliliğin Canlı Varlıklar Üzerindeki Etkileri

Motorlu taşıtların diğer kirlitici kaynaklardan çok daha önemli olmasının nedeni, egzoz gazlarının kirlitici nitelikleri yanında ani ve doğrudan etkili toksik niteliklerinin de bulunmasıdır. Bilindiği gibi bir insanın günlük temiz hava ihtiyacı ortalama olarak 15 m³ tür. Emisyon kontrol sistemleri içermeyen bir araç, bu havayı 10 dakikalık bir süre içinde solunması sakıncalı hava haline getirmektedir (Kara vd., 1991; Uğurlubilek, 1995).

Hidrokarbonlar özellikle solunum sistemi hastalıklarına ve göz bozukluklarına, oluşturdukları polisiklik aromatik bileşiklerle başta kan kanseri olmak üzere diğer kanser türlerine yol açmaktadırlar (Emri, 1995). Azot oksitleri güneş ışığının da katalitik etkisiyle Fotokimyasal Smog oluşumuna neden olmakta, ayrıca atmosferde bulunan HC' lar da Fotokimyasal Smog oluşumunun başlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Stern vd., 1984). Bugün Avrupa'nın birçok önemli kentleri ozon probleminden yakınmaktadır ve atmosferdeki ozon konsantrasyonunu ölçmek için büyük çapta programlar başlatılmıştır. Bunlardan en

önemlileri Almanya’ da Berlin civarında sürdürülen BERLIOZ projesi ile Augsburg civarında sürdürülen EVA projesidir. Her iki projede de trafikten kaynaklanan HC’ lar ve azot oksitleri ozon oluşumunda çok önemli bir etken olduğu saptanmaktadır (Berlioz, 1996).

ARAŞTIRMANIN AMACI

Son yıllarda ODTÜ Kampüsünde ulaşım için kullanılan özel araba, otobüs ve dolmuş sayılarında büyük bir artış olmuştur. Bu artış kampüsteki hava kalitesini de olumsuz şekilde etkilemektedir. Hava kirlenmesinin otobüs ve dolmuş durakları, Kampüse giriş-çıkış kapıları civarında çok daha fazla olduğu tahmin edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ODTÜ Kampüsünde çevre yolu boyunca çeşitli noktalarda uçucu hidrokarbon (VOC) konsantrasyonlarını ölçmek (özellikle otobüs ve dolmuş duraklarında) ve VOC konsantrasyonu konusunda bir durum tespiti yapmaktır. Ayrıca, Kampüste çevre yolundan daha uzak noktalardaki VOC konsantrasyon seviyesini ölçmek ve bulunan tüm değerleri standartlarda belirtilen değerlerle karşılaştırmak çalışmanın amaçları arasındadır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışma, aktif karbon tüpleri (Drager- ORSA 5) kullanılarak yapılmıştır. Bu tüpler, özel olarak hazırlanmış, hidrokarbonları adsorplayan aktif karbonla doldurulmuş cam tüplerdir. Tüplerin her iki ucu selüloz asetattan yapılmış, ancak difüzyonu engellemeyen yünömsü madde ile kapatılmıştır. Orsa 5 tüpleri vakum altında kapatılmış küçük şişelerde muhafaza edilmektedir. Tüpler bu şişelerden çıkarılır çıkarılmaz ortam havasına maruz kalmakta ve havadaki HC’ lar tüpler içinde bulunan aktif karbon tarafından absorplanmaktadır. Uygulanacak yöntem **Pasif Örnekleme Yöntemidir**. Bu yöntem daha önce Stuttgart Üniversitesinden bir grup ve DEÜ tarafından **İzmir’ in Hava Kalitesinin Ölçülmesi Projesinde** uygulanmış, aktif ve pasif yöntem olarak iki yöntem kullanılmıştır (Hartmann vd. 1997). Eşzamanlı olarak her iki yöntemle absorblanan HC’ lar analiz edildiğinde bu yöntemlerin ortalamada çok yakın sonuçlar verdiği bulunmuştur (Hartmann vd. 1997). Bu nedenle örnekleme zamanının daha uzun olduğu (birkaç hafta ile birkaç ay arasında) çalışmalarda Pasif Yöntem çok daha ucuz ve uygun olmaktadır. Ayrıca örneklemenin yapıldığı yerde elektrik bağlantısının olması gerekmemektedir. Orsa-5 tüplerini imal eden Drager Firması da ortam havasından difüzlenme yoluyla VOC örneklemesinin sıhhatli şekilde yapıldığını kanıtlamıştır (Pannwitz, 1991).

Aktif karbon tüpleri kardan ve yağmurdan korunması amacıyla Şekil 1 de gösterildiği gibi bir koruyucu içine yerleştirilmiştir. Koruyucu, iki ucu açık, 100 mm çapında bir PVC borudur. Borunun üst tarafına, yağmur ve kar girmemesi için 1 adet 90, 1 adet 45 derecelik dirsek takılmıştır. Borunun içinden rahatlıkla hava dolaşımı sağlanmakta ve hava aktif karbon tüpü içine difüzlenmektedir. Tüpler PVC borunun enalt kısmından yaklaşık 30 mm içeriye ve hemen hemen borunun merkezine yerleştirilmiştir.

PVC borular seçilen kavşaklarda bir elektrik direğine veya bir ağacın gövdesine dikey konumda monte edilmiştir. Yerden yüksekliği insanların erişememesi için yaklaşık 2 m olarak ayarlanmıştır. Tüpler örnek alma noktasında Orsa-5 için tavsiye edildiği üzere bir hafta tutulmuş ve her ay bir örnek alınmıştır. Orsa-5 tüpleri Titaş A.Ş. tarafından temin edilmiştir. Araştırma 10 ay devam etmiştir. Örnek alma programı Tablo 1 de verilmiştir. Her ay belli bir günde örnek alma noktalarına yerleştirilen Orsa-5 tüpleri bir hafta tutulduktan sonra

toplanmıştır. Toplanan tüpler hava almaması için tekrar orijinal koruyucu şişesi içine yerleştirilmiş, ağzı sıkıca kapandıktan sonra bir buz kutusu içinde laboratuvara getirilmiştir. Analiz edilinceye kadar örnekler buz dolabında saklanmıştır. Tablo 1 de KV kavşağı için başlangıçta iki örnek alınmıştır. Sonraki örnekler trafik yoğunluğunun daha fazla olduğu Atatürk Bulvarı üzerindeki kavşaktan alınmıştır.

Aktif karbon üzerine absorplanan VOC, laboratuvarında CS₂ ile ekstrakt edilmiş ve elde edilen ekstrakt Gaz Kromatografi (GC) cihazında analiz edilmiştir. Bu yöntem Stuttgart Üniversitesi Laboratuvarlarında da uygulanan bir analiz yöntemidir ve diğer çok daha pahalı analiz yöntemleri ile karşılaştırıldığında %1 hata payı ile doğru sonuç vermektedir (Bu yöntem için CEN/TC 264 tarafından hazırlanan prEN 13528-2:2000 esas alınmıştır) (Hartman vd., 1997).

Gaz Kromatografında Analizler

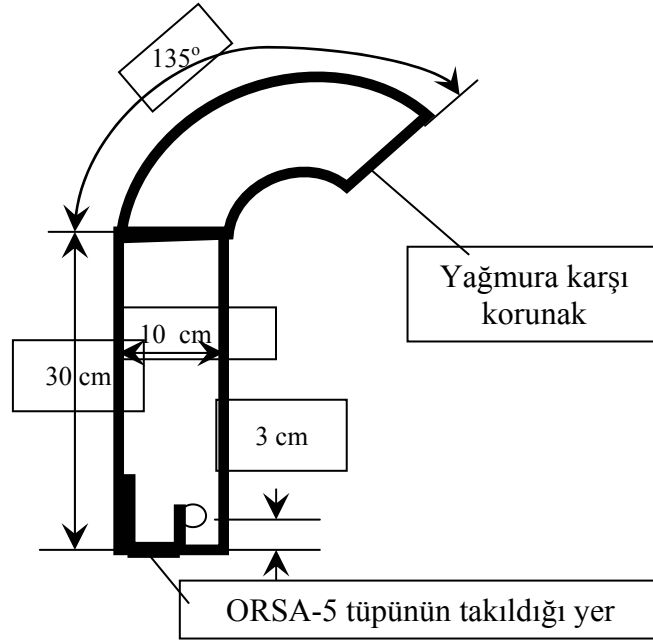
Örnek alma programı dahilinde alınan örnekler Gaz Kromatografında aşağıda belirtilen bileşenler için analiz edilmiştir: Benzen, Toluen, Ethylbenzen, m, p-Ksilen, o-Ksilen ve 1,2,4, TMBenzen. Bu bileşenler trafik emisyonlarında çıkan ana bileşenlerdir. HKKY (1986), Ek 4' e göre "Organik Gaz ve Buhar" sınıflamasında II. Sınıf maddeler arasına girmektedir. Bu nedenle bu bileşenler üzerinde yoğunlaşmıştır. Kullanılan GC Pye-Unicam marka, FID detektörü olan bir GC dir. Analizler kapılar, BP-1 kolonu kullanılarak yapılmıştır. Ekstrakt edilen örnekten 1 µL GC'ye enjekte edilmiş ve elde edilen kromatogramlar değerlendirilmiştir.

Örnek alma çizelgesi ve örnek alma noktaları Tablo 1 ve 2 de verilmiştir.

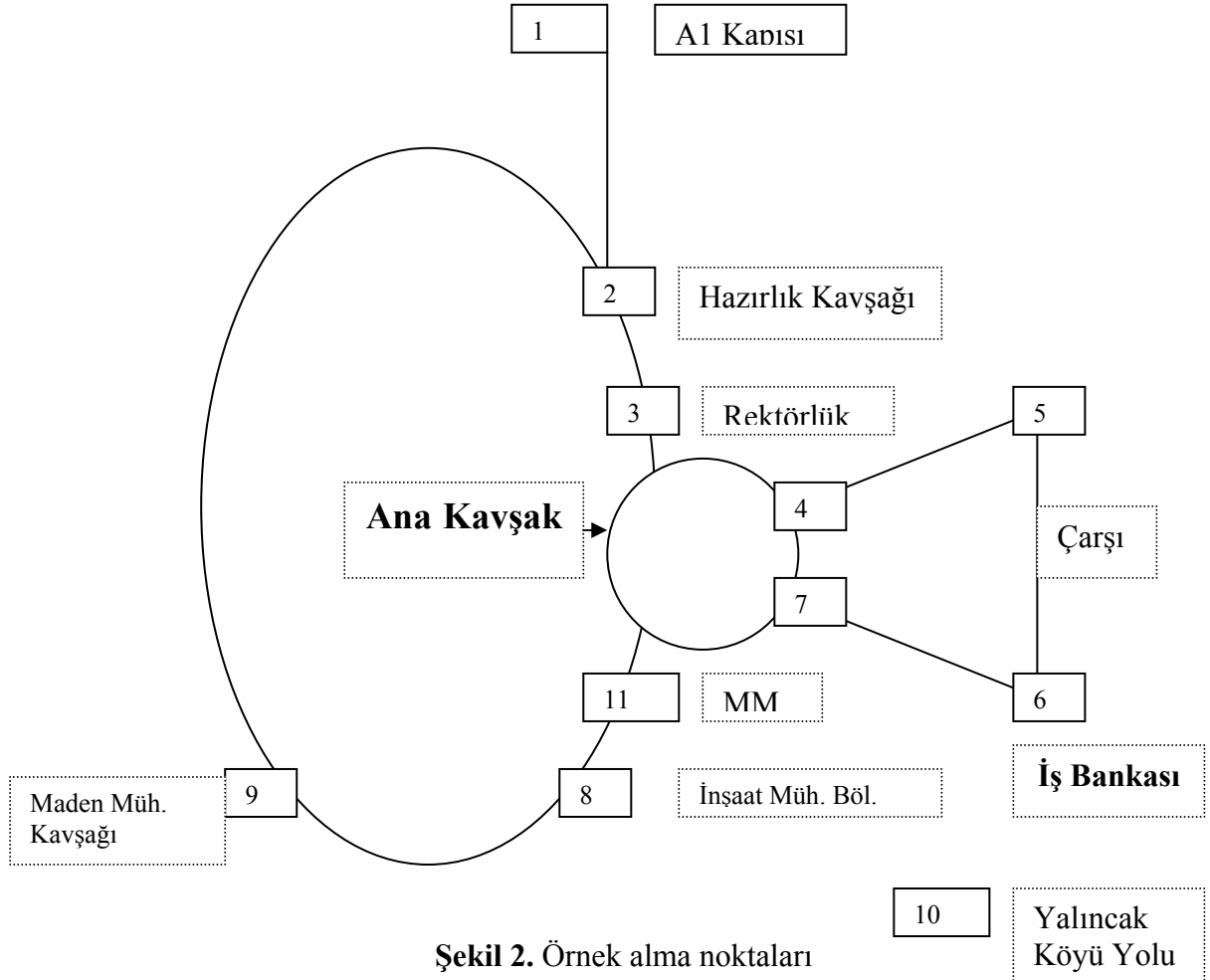
Tablo 1. Örnek alma çizelgesi

ODTÜ icindeki kavşaklardan toplanan deney tüpleri çizelgesi		
Ay	Koyulduğu Tarih	Alındığı Tarih
Eylül 2000	22.09.2000	29.09.2000
Ekim 2000	20.10.2000	27.10.2000
Kasım 2000	17.11.2000	24.11.2000
Aralık 2000	14.12.2000	21.12.2000
Ocak 2001	20.01.2001	27.01.2001
Şubat 2001	16.02.2001	23.02.2001
Mart 2001	16.03.2001	23.03.2001
Haziran 2001	01.06.2001	22.06.2001
Temmuz 2001	06.07.2001	13.07.2001

Orsa-5 tüpleri için kullanılan PVC koryucunun şematik diyagramı Şekil 1 de, örnek alma noktalarının şematik diagramı da Şekil 2 de verilmiştir. Gaz kromatografi analizleri sonuçları, konsantrasyonun yüksek bulunduğu noktalar için Şekil 3-7 de gösterilmiştir.



Şekil 1. ORSA-5 tüpleri için kullanılan koruyucu



Şekil 2. Örnek alma noktaları

Tablo 2. Örnek alma noktaları

Örnek alma noktası	
1	A1 Kapısı
2	Hazırlık Kavşağı
3	Rektörlük Önü
4	Heykelin Karşısı
5	Tenis Kortları Önü
6	İş Bankası Önü
7	Heykel
8	İnşaat Müh. Durağı
9	Maden Müh. Kavşağı
10	Yalıncağ Köy Yolu
11	MM Binası Yakını

SONUÇLAR

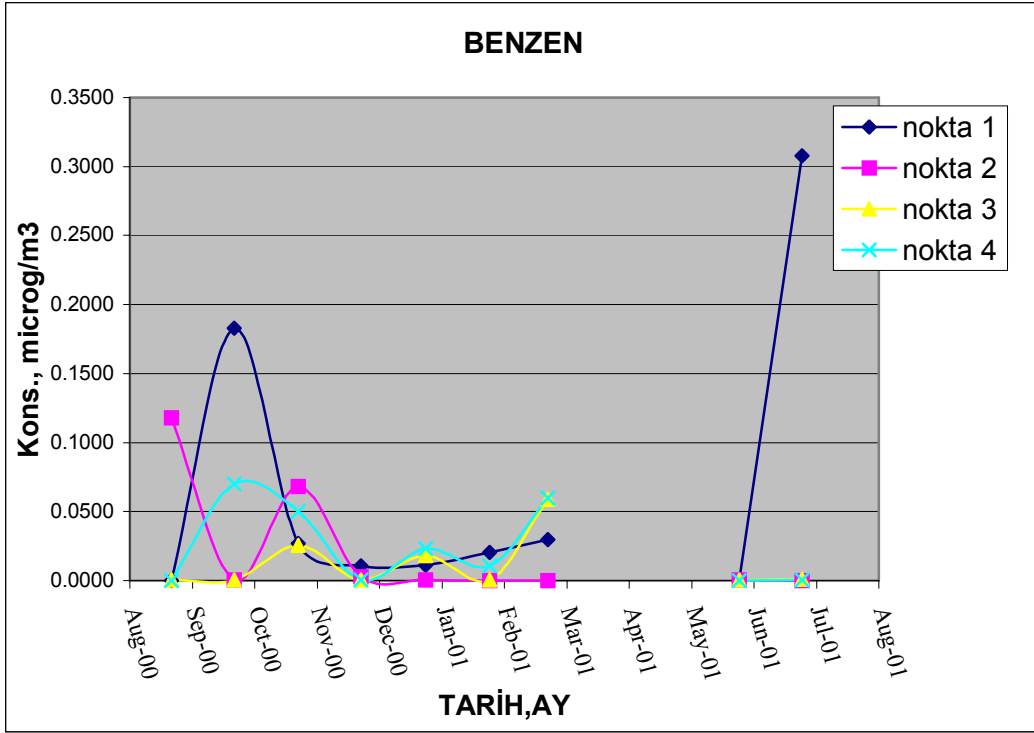
Daha önce Şekil 2 de belirtilen kavşaklarda ortam havasında ölçülen Uçucu Hidrokarbon konsantrasyonları (VOC), adsorbe edilen hidrokarbon miktarı ve her bir bileşenin difüzyon katsayısı kullanılarak aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır (Pannwitz 1981; Pannwitz, 1983):

$$c_i = \frac{K_{ORSA5} \times m_i}{DA \times D_i \times t}$$

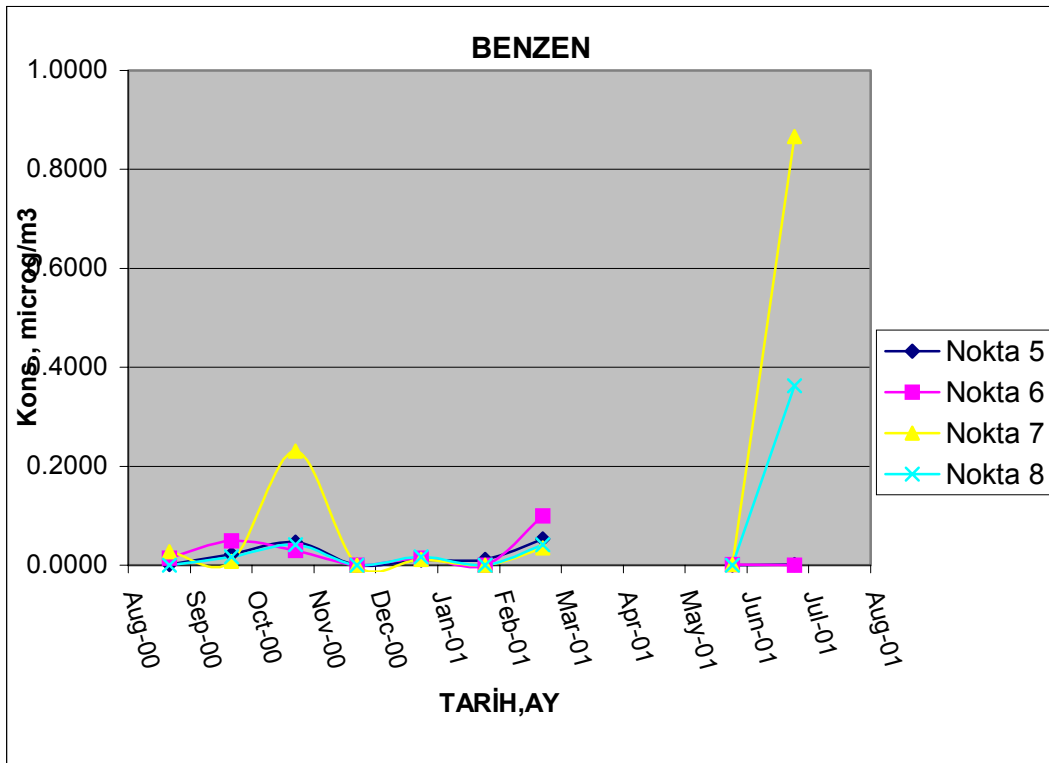
- c_i :Konsantrasyonu bulunmak istenen kirleticinin ng/cm^3 cinsinden konsantrasyonu, aynı zamanda mg/m^3 demektir
- K_{ORSA-5} :Orsa-5 tüpleri için yapımçı firma tarafından verilen sabit $=0.8 \text{ cm}^{-1}$
- m_i :GC de kirletici için ölçülen miktar, ng olarak, $1 \text{ ng} = 10^{-9} \text{ g}$
- DA :Ekstraksiyon verimi (1 veya 1 den küçük)
- D_i :Kirlitcinin difüzyon sabiti, cm^2 / s
- t :Örnek alma zamanı, sn

Tablo 3. Ölçülen organik bileşiklerin molekül ağırlıkları ve difüzyon sabitleri

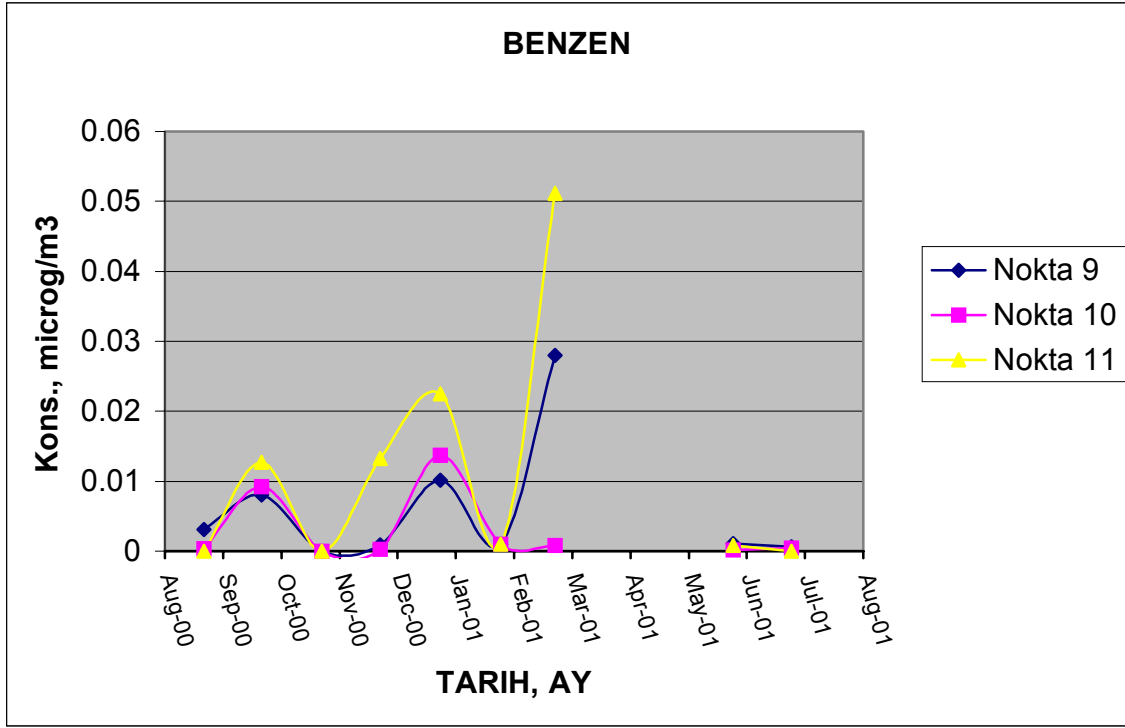
Bileşik Adı	Molekül Ağırlığı(g/mol)	Difüzyon Sabiti (25°C/1013 hPa) (cm^2/s)
Benzene	78.11	0.0859
Ethyl benzene	106.17	0.0693
Toluene	92.14	0.0763
o-Xylene	106.17	0.0727
1,2,4 TMB	162.00	0.0600



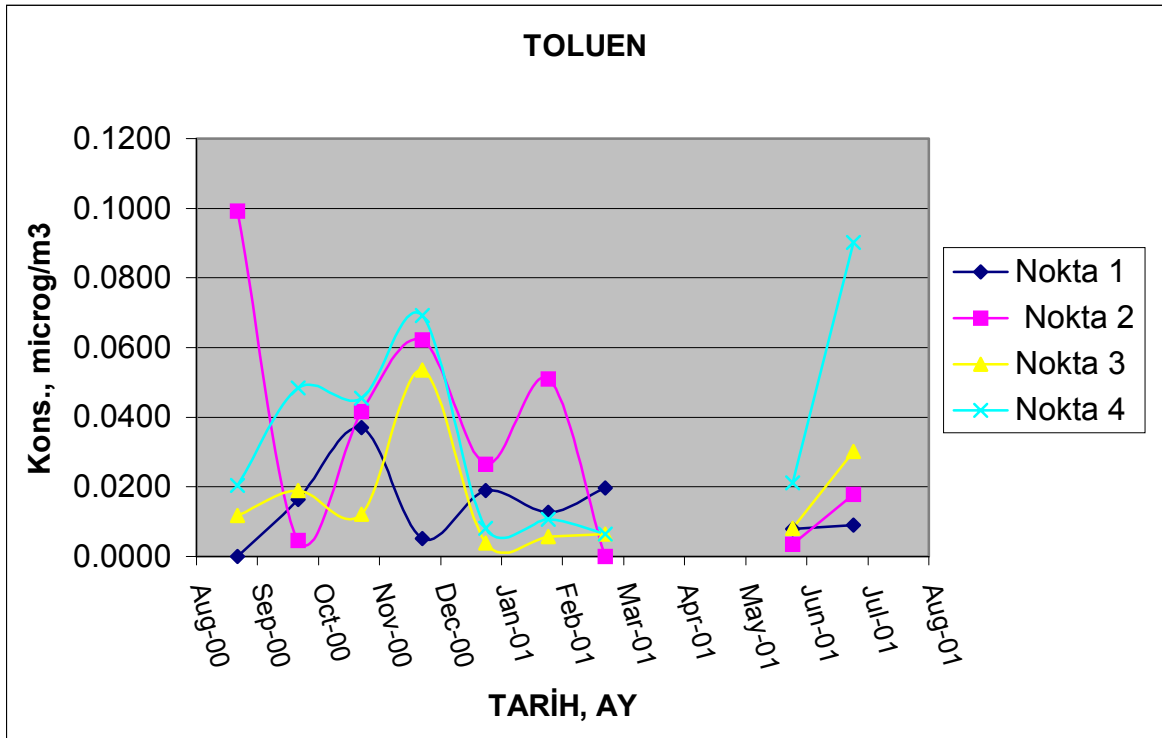
Şekil 3. Benzen değerleri (1.,2.,3.,4. noktalar için)



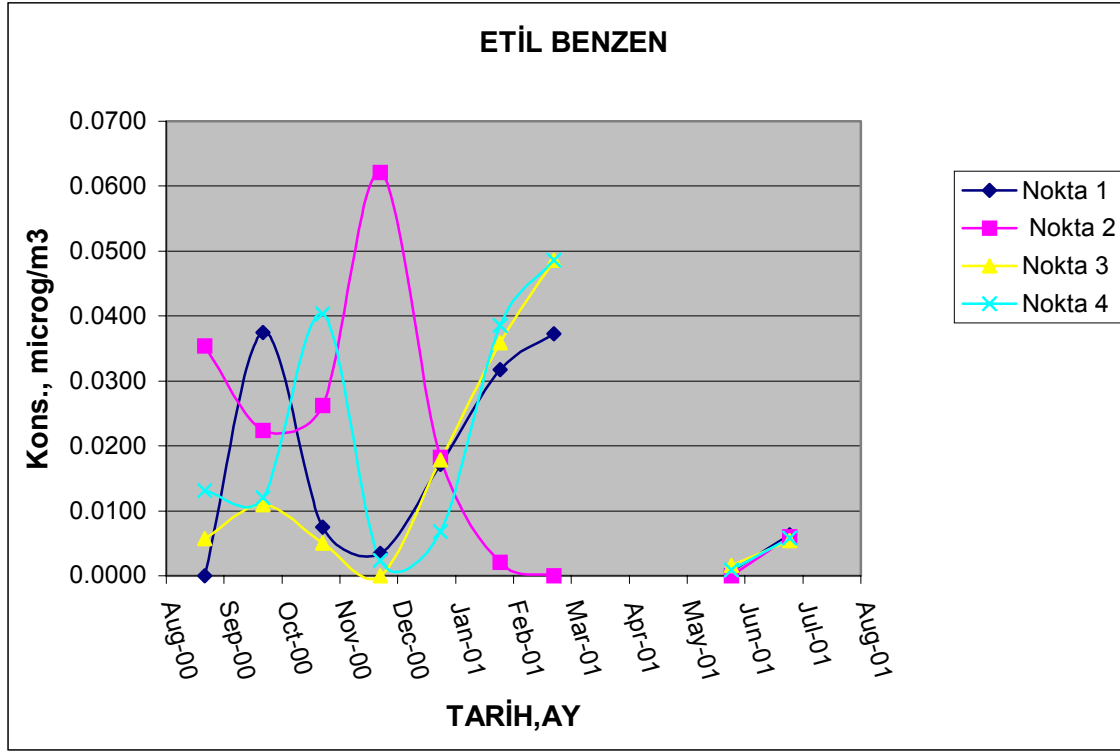
Şekil 4. Benzen değerleri (5.,6.,7.,8. noktalar için)



Şekil 5. Benzen değerleri (9.,10.,11. noktalar için)



Şekil 6. Toluen değerleri (1.,2.,3.,4. noktalar için)



Şekil 7. Etil Benzen değerleri (1.,2.,3.,4. noktalar için)

Alınan örneklerde GC analizi sonunda elde edilen benzen, toluen, etil benzen, ksilen ve TEB konsantrasyonları $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak verilmiştir. Bazı örnek alma noktaları için bazı aylar için değerler yoktur. Bunun bir nedeni o noktaya konulan PVC koruyucunun bilmediğimiz kişiler tarafından alınması, dolayısı ile koruyucu içinde bulunan Orsa-5 tüpünün de koruyucu ile birlikte kaybolmasıdır. Diğer bir neden de zaman içinde örnek alma noktasındaki Orsa-5 tüpünün alt ağız kısmında bulunan selüloz asetattan yapılmış, difüzyonu engellemeyen yünüsü maddenin kurumması ve düşmesi ile aktif karbonun dökülmesidir. Her iki durum da istenen bir durum değildir. Bu olaylar birkaç kez başımıza gelmiştir. Nisan 2001, Mayıs 2001 ve Ağustos 2001 aylarında teknik problemlerden dolayı örnek alınamamıştır.

Örnek alınan noktalarda herbir kirleticinin konsantrasyonunun yıl içinde aylara göre değişimi yukarıda verilen şekillerde gösterilmiştir. Genel olarak konsantrasyonların bir örnek alma noktasında hep aynı olmadığı, yıl içinde dağılımının dalgalanma gösterdiği tesbit edilmiştir. Bunun da değişik nedenleri vardır. En önemli nedenlerden biri trafik yoğunluğudur. Günün değişik saatlerine, haftanın değişik günlerine ve yılın değişik aylarına göre trafik yoğunluğu değişmektedir. Ayrıca, ölçüm yapılan noktalarda örneklerin alındığı zaman dilimleri içinde tabii ki, meteorolojik koşullar değişiklikler göstermektedir. Dolayısı ile hava hareketlerinin olduğu bir günde alınan örneğin kirleticiler açısından çok daha seyrelmiş bir örnek olacağı beklenmektedir. Bu nedenlerden dolayı, konsantrasyonlarda dalgalanmaların olması normal sayılmalıdır.

Benzen konsantrasyonunun zamana göre değişimi Şekil 3, 4 ve 5'de gösterilmiştir. 1 no'lu nokta olan A1 kapısında benzen konsantrasyonu Eylül ve Ekim 2000 aylarında artış göstermiş, sonraki aylarda daha düşük değerlerde seyretmiştir. Diğer önemli artışın Haziran 2001'de olduğu görülmektedir. Maksimum konsantrasyonlar $0.2-0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak

bulunmuştur. 2, 3, 4 no'lu noktalarda ve 9, 10, 11 no'lu noktalarda benzen konsantrasyonları oldukça düşüktür ($0.05-0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ civarında). Nokta 10 Yalıncağ Köy Yolu civarında "background" konsantrasyonu olarak alınmıştır. Buradaki konsantrasyon $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dür. Yıl içinde artma ve azalma göstermektedir. Ancak 7 ve 8 no'lu noktalar olan Heykel ve İnşaat Mühendisliği Bölümü durağında bazı aylarda benzen konsantrasyonunun 0.2 ve $0.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e ulaştığı görülmüştür.

Toluen konsantrasyonunun zamana göre değişimi, 1, 2, 3, 4 no'lu noktalarda Şekil 6'da gösterilmiştir. Toluen konsantrasyonu 1., 2., 3. ve 4. noktalar için aylara göre oldukça dalgalı bir değişim göstermektedir. En yüksek toluen konsantrasyonu A1 kapısında Ağustos 2000'de görülmüştür. Ancak, bu değer diğer aylarda düştüğü belirlenmiştir. 4. nokta olan Heykel'in karşısındaki nokta da genel olarak diğer noktalara göre toluen konsantrasyonunun daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle Temmuz 2001 ayı için $0.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinde toluen konsantrasyonu ölçülmüştür. 5., 6., 7. ve 8. noktalarda toluen konsantrasyonları çok düşüktür ($0.01-0.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişmektedir). Ancak, Temmuz 2001'de 8. noktada (İnşaat Müh.) çok yüksek bir konsantrasyon ($21.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tesbit edilmiştir. Bu değer de tamamen tesadüf olarak o haftadaki meteorolojik koşullara veya aşırı trafik yoğunluğuna bağlı olduğu düşünülmektedir.

Etilbenzen konsantrasyonu "background" noktası olan 10 no'lu noktada $0.015-0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ civarındadır. Diğer noktalardaki (1-4) konsantrasyonlar $0.01-0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasındadır. Ancak 5., 6., 7. ve 8. noktalar için bulunan konsantrasyon değerlerinin yıl boyunca $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmamasına rağmen Heykel ve İnşaat Mühendisliği durağını gösteren 7. ve 8. noktalarda Etilbenzen konsantrasyonunun 1-2 ay için $0.3-0.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e eriştiği görülmüştür.

Araştırma kapsamına alınan BTX (Benzen, Toluen, Ksilen) bileşiklerinde biri de Ksilen'dir. Ksilen konsantrasyonları genelde trafikten kaynaklanan emisyonlar arasında düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Burada ölçülen konsantrasyonlar da $0.01-0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aralarında bulunmaktadır.

Bunlara benzer olarak 1,2,4 TMB konsantrasyonu değerlendirildiğinde benzer değerler görülmektedir.

SONUÇ DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü gibi uçucu organik madde kirliliğinde benzen ve toluen ön sırada yer almaktadır. ODTÜ kampüsünde trafiğin yoğun olduğu noktalara bağlı olarak konsantrasyonların fazla olduğu noktaların A1 kapısı, İnşaat Müh. Durağı, Heykel, İş Bankası civarı ve Çarşı civarı olduğu görülmektedir.

Ksilen ve 1,2,4 TMB'de genellikle daha düşük konsantrasyonlar ölçülmekle beraber bazı örneklerde yüksek değerlere rastlanmıştır.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğine (HKKY, 1986) göre dış ortamda toplam hidrokarbonlar için verilen Kısa Vadeli Sınır Değerin (KVS) $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmaması gerekmektedir. Yönetmelikte hidrokarbonlar için uzun Vadeli Sınır Değer (UVS) verilmemiştir. Ancak, bu çalışmada ölçümü yapılan bileşenler için sınır değerlerinin aşılmadığı görülmektedir.

Yönetmelikte verilen sınır değeri, toplam hidrokarbonlar içindir. Burada toplam hidrokarbonlar ölçülemedi. Bu ölçümlerin de yapılması yararlı olacaktır. Ayrıca HKKY'de bazı hidrokarbonlar için sınır değerlerinin belirlenmesi de bundan sonrası için gerekli görülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, şehirlerde ve özellikle metropollerin nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde trafikten dolayı önemli ölçüde hava kirliliği olduğunu göstermektedir. Trafikteki araç sayısının hergün daha da artmasıyla bu problem giderek büyümektedir ve önlem alınmazsa daha da büyüyecektir. Yetkililerin bu konuda gerekli önlemleri alması ve halk sağlığı için çok önemli olan hava kirliliği problemine daha fazla ilgi göstermeleri beklenmektedir.

KAYNAKLAR

BERLIOZ, Berlin Ozonexperiment, Bundesministerium fur Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, 1996-2002.

Emri, S., Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkileri, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü III. Ulusal Sempozyumu, ODTÜ, Ankara, Bildiriler Kitabı, s. 3-11, 11-13 Eylül, 1995.

Hartmann, R., Vogt, U., Baumbach, G., Seyfioğlu, R., Müezzinoğlu, A. Results of emission and ambient air measurements of VOC in Izmir, Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales, Eds: İncecik, İkinci, Yardım, Bayram, p. 107-112, Trans Tech Publications, Zurich, 1997.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, 1986.

İçingür, İ. Hava kirliliği ve motorlarda emisyon kontrolü, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü I. Ulusal Sempozyumu, Gazi Üniversitesi, Ankara, Bildiriler Kitabı, s. 485-501, 10-12 Haziran, 1991.

Kara, S., Yıldırım, M.E. , Kaytakoğlu, S. , Döğeroğlu, T. , Var, F. Eskişehir, Yapısı, Zenginlikleri ve Faaliyetleri ile Bütünleşen Çevre Kalitesi, Anadolu Üniv. Müh. Mim. Fakültesi Yayını, Eskişehir, 220 sayfa, 1991.

Müezzinoğlu, A. Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 292 sayfa, 1987.

Panwitz, K.H. ORSA-5 Ein neuer probennehmer fuer organische loesemitteldampfe, Draerheft 321, 1981 and 1983.

Perkins, H.C. Air Pollution, McGraw Hill, New York, p.407, 1974.

Stern, A.C., Boubel, R.W., Turner, D.B., Fox, D.L. Fundamentals of Air Pollution, Third Ed., Academic Press, 1994.

Uğurlubilek, R. Eskişehirde Ekzos Gazı Emisyon Kontrolü ve Trafik Emniyeti, Hizmetiçi Eğitim Seminerleri Dizisi II, Anadolu Üniv. Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Eskişehir, 16 Haziran 1995.

Üner, D.Ö., Önal, I., Akay, G., Sahin, F., Engin, E., Okandan, E., Egzoz Gazlarından Kaynaklanan Hidrokarbon (HC) Emisyonlarının Analizi ve Değerlendirilmesi, Hava Kirliliği ve Yanma, VI. Ulusal Sempozyumu, Fırat Üniversitesi,

Wark, K. and Warner, C.F., Air Pollution Its Origin and Control, Harper Row Pub., p.519, 1976.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılması için gerekli maddi destek ODTÜ-AFP -2000-03-11-04 projesinden sağlanmıştır. Çalışmada katkısı olan ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden Serhan Gerçek, Deniz , Baran Görmez, İrem Önoğlu ve Meltem Güvener'e teşekkür ederim.