

MONO AROMATİK VE OKSİJEN İÇEREN UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN İZMİR HAVASINDAKİ KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

Eylem ÇETİN, Mustafa ODABAŞI

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar
Kampüsü, 35160 Buca, İzmir, Türkiye

ÖZET

Mono aromatik ve oksijenli uçucu organik bileşiklerin (VOC) konsantrasyonlarının belirlenmesi amacı ile İzmir'de iki ayrı ölçüm noktasında (kentsel ve kent dışı) dış hava örnekleri alınmıştır. Ortalama olarak, kent havasında bulunan VOC konsantrasyonlarının kent dışı alanda ölçülen değerlerden yaklaşık 3 kat daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kent dışı alanda ölçülen VOC konsantrasyonları gece ve gündüz periyotlarında farklılık göstermiş, genellikle gece ölçülen konsantrasyonlar, trafik yoğunluğunun azlığı nedeniyle daha düşük bulunmuştur. Her iki ölçüm noktasında da etil asetat en çok bulunan bileşik olup bunu sırasıyla etilen diklorür ve toluen izlemiştir. Kent dışı ölçüm noktasında etil asetat, etilen diklorür ve toluen konsantrasyonları, toplam VOC konsantrasyonlarının sırasıyla %31.2, %26.8 ve %7.8'sini oluşturmaktadır. Başlıca motorlu taşıtlardan yayınlanan bir kirletici olan benzen, araçlardan kaynaklanan emisyonlar ile dış havada ölçülen VOC konsantrasyonları arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla kullanılmıştır. Genel olarak, kentsel ölçüm noktasında benzen ile diğer VOC konsantrasyonları arasında iyi bir korelasyon bulunmuştur. Bununla birlikte kent dışı ölçüm noktasındaki korelasyonların daha zayıf olduğu gözlenmiştir. Ölçüm noktalarındaki benzen ve diğer VOC bileşikleri arasındaki korelasyonlar, ölçülen dış hava VOC konsantrasyonlarının temel olarak motorlu araç emisyonlarından etkilendiğini göstermiştir.

ABSTRACT

Air samples were collected in Izmir, Turkey at two (suburban and urban) sampling sites to determine ambient concentrations of selected mono aromatic and oxygenated volatile organic compounds (VOCs). On the average, urban air VOC concentrations were \approx 3 times higher than those measured at the suburban site. Suburban VOC concentrations showed diurnal variations. Generally, nighttime concentrations were lower probably due to less traffic flow. Ethyl acetate was the most abundant VOC followed by ethylene dichloride and toluene at the urban and suburban sites. Ethyl acetate, ethylene dichloride and toluene accounted for 31.2%, 26.8% and 7.8% of total VOCs measured at the suburban site, respectively. Benzene was used as a marker to investigate the relation of measured ambient VOC concentrations with motor vehicle emissions. In general, the concentrations of other VOCs correlated well with benzene and each other at the urban sampling site. However, relatively weaker correlations were observed at the suburban site. Correlations between benzene and other compounds at the sampling sites indicated that ambient VOC levels were mainly affected by motor vehicle emissions.

Anahtar Kelimeler: Uçucu organik bileşikler, motorlu araç emisyonları, troposferik ozon

GİRİŞ

Kentsel ve endüstriyel yerlerde atmosferde bulunan uçucu organik bileşikler genellikle motorlu taşıt emisyonlarından ve fosil yakıt kullanılan yanma sistemlerinden, petrol depolama ve dağıtım tesislerinden, solvent kullanımı ve diğer endüstriyel proseslerden kaynaklanmaktadır. Bitkilerden kaynaklanan emisyonlar da reaktif hidrokarbon çeşitleri için önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Kalabokas vd., 2001). Stratosferik ozon konsantrasyonunda azalma, troposferik fotokimyasal ozon oluşumu, insan sağlığı üzerine toksik ve karsinojenik etkileri, sera etkisinde artışa neden olması VOC'lerin çeşitli etkileridir (Dewulf and Langenhove, 1999).

Kentsel alanlarda, trafik yoğunluğunun artışı nedeniyle atmosferde VOC bileşiklerinin konsantrasyonlarının yüksek olması beklenebilir. VOC'ler endüstrilerden ve petrol dolun tesislerinden kaynaklanabilirse de bu kaynaklardan uzak noktalarda atmosferdeki VOC bileşiklerinin başlıca kaynağı trafiktir. Bu nedenle VOC konsantrasyonları; yakıt kullanımı, araçların tipi ve yaşı, trafiğin debisi, hızı, yol ve çevresel şartlara bağlıdır.

İzmir'in belli noktalarında özellikle sabah ve akşam saatlerinde trafik yoğunluğu artmaktadır. Yoğun trafiğin olduğu yolların yakınında yapılan bir çalışmada, atmosferdeki mono aromatik ve alkan bileşiklerinin konsantrasyonları Dünya'da yoğun kirliliğin olduğu diğer şehirlere göre daha yüksek bulunmuştur (Muezzinoglu vd., 2001). Motorlu taşıtlara ek olarak İzmir'de yüksek miktarlarda VOC emisyonu oluşturan birçok endüstri (petrol rafinerisi, petrokimya tesisi, boya tesisleri, baskı ve ambalaj sanayi) bulunmaktadır. Mono aromatik bileşikler ve alkanların yanı sıra oksijenli VOC bileşikleri de kısmen bu endüstrilerden kaynaklanmaktadır. İzmir'de petrol rafinerisi ve petrokimya tesisi yakınında yüksek konsantrasyonlarda oksijenli VOC bileşikleri ve etilen diklorür ölçülmüştür ve bu değerlerin rüzgar yönüyle olan ilişkisi, bu bileşiklerin petrol rafinerisi ve petrokimya tesisinden kaynaklandığını göstermektedir (Cetin, 2002).

Yapılan bu çalışmanın amacı, İzmir'de kent dışı bir noktadan alınan örneklerle, atmosferdeki mono aromatik ve oksijenli VOC bileşiklerinin konsantrasyonlarının gün içinde değişimlerinin belirlenmesidir. Ayrıca kentsel alanda yoğun trafiğin olduğu caddeye yakın bir noktada, trafikten kaynaklanan VOC bileşiklerini karakterize etmek için örnekleme yapılmıştır. Konsantrasyonlar İzmir'de ve Dünya'da daha önce yapılan çalışmalarda bulunan değerlerle karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖTEM

Örnekleme Programı

11 ve 20 Haziran 2001 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Buca, Kaynaklar kampüsü içinde bulunan platformdan 18 tane dış hava örneği toplanmıştır. Örnekleme noktası şehir merkezinin yaklaşık 10 km güney doğusundadır ve etrafı ormanla çevrilmiştir. Yaklaşık 2 km güney batısında yerleşim yeri ve 0.5 km güneyinde ise otoyol mevcuttur. Bölgenin 45 km kuzey batısında demir çelik işletmeleri, petrol rafinerisi, petrokimya tesisi, yaklaşık 10 km kuzeyinde çimento fabrikası ve 3 km doğusunda ise bir mıcır tesisi bulunmaktadır.

Örnekleme programı boyunca kent dışı örnekleme alanından 18 adet (9 gündüz, 9 gece) VOC örnekleme yapılmıştır. Örnekleme noktası yer seviyesinden 3 m yukarıda bulunmaktadır ve örnekleme süresi 10 ile 12 saat arasında değişmektedir.

İlave olarak 5-6 Ekim 2002 tarihlerinde, yoğun trafik akışının olduğu bir caddeye yakın kentsel örnekleme noktasından da VOC örnekleme yapılmıştır. Kentsel örnekleme noktası, caddeden 50 m uzakta bulunan 7 katlı binanın çatısında yer almaktadır. Bu örnekleme noktasında 9 adet ardışık örnekleme yapılmıştır. Örnekleme süresi 2-4 saat arasında değişmektedir.

Örnekleme ve Analiz

Kentsel ve kent dışı örnekleme noktalarından alınan dış hava örneklerinde benzen, toluen, p,m,o-ksilen, etil benzen, izopropil benzen, 1,2,3-trimetil benzen, etil alkol, n-bütül alkol, etil asetat, n-bütül asetat, metil izobütül keton, n-hekzan, ve etilen diklorür konsantrasyonları ölçülmüştür.

Dış hava VOC örnekleri nem tutucu (kalsiyum klorür), aktif karbon tüpü, rotametre, kuru gaz sayacı, ve vakum pompasından oluşan bir örnekleme düzeneği ile toplanmıştır. Örneklemede iki ayrı kısımdan oluşan ve toplam 150 mg aktif karbon içeren adsorpsiyon tüpleri (Drager-NIOSH) kullanılmıştır (ASTM, 1988a). Ortalama örnekleme debisi 2 l dk^{-1} 'dir.

Analiz öncesinde aktif karbon tüplerinin her iki kısmında ayrı vial içerisine yerleştirilmiş ve ekstraksiyon solventi olarak 1.0 ml karbon disülfür ilave edilmiştir (ASTM, 1988b). Örnekler 15 dakika ultrasonik banyoda ekstrakte edildikten sonra üst tarafta berrak kısmın oluşması için 15 dakika santrifüjlenmiştir.

VOC örnekleri FID dedektörlü gaz kromatografisinde (Chrompack, CP 9000) kapiler kolon (HP-1, 25 m x 0.32 mm ID) kullanılarak analizlenmiştir. Analiz sırasında fırın sıcaklığı $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de başlatılıp $5 \text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ 'lik artışla $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye yükseltilmiştir. FID dedektör için kromatografik saflıkta hidrojen ve hava, taşıyıcı gaz olarak da kromatografik saflıkta azot gazı kullanılmıştır.

Analizlenen VOC bileşiklerinin bilinen hacimdeki, kromatografik saflıkta standart çözeltilerinin vial içerisinde karbon disülfür ile seyreltilmesiyle sıvı faz standartlar hazırlanmış ve kalibrasyon bu standartlar kullanılarak oluşturulmuştur. Kalibrasyon standartlarından $3 \mu\text{l}$ gaz kromatografisine enjekte edilmiş ve seçilen şartlarda analizlenmiştir. Kalibrasyon eğrisini oluşturmak için dört farklı konsantrasyonda kalibrasyon standartları ($0.006, 0.03, 0.09, 0.15 \mu\text{l ml}^{-1}$) kullanılmıştır.

Dış hava örneklerinde bulunan VOC bileşikleri, alıkonma sürelerinin, aynı kromatografik şartlarda analizlenen kalibrasyon standartlarından elde edilen alıkonma süreleri ile karşılaştırılması ile tanımlanmıştır, tanımlatılan bileşiğin miktarı, pik alanları kullanılarak kalibrasyon eğrisinin doğrusal denkleminde hesaplanmıştır.

Kalite Kontrolü

Analizlerin yapıldığı günlerde gaz kromatografisinin performansını doğrulamak için orta nokta kalibrasyon standardı ($0.03 \mu\text{l ml}^{-1}$) analizlenmiştir. Herhangi bir bileşiğin pik alanındaki yüzdelik değişim 20% 'den fazla olduğunda kalibrasyon geçersiz sayılıp, tekrarlanmıştır.

Gaz kromatografisinde analizlenebilecek minimum VOC miktarları, seyreltik standart çözeltilerin ardışık enjeksiyonları ile gürültü/sinyal oranı 10 alınarak belirlenmiştir. Bu miktarlar 2 pg (n-hekzan) ile 16 pg (etil asetat) arasında değişmektedir. Bu miktarlar ve ortalama örnek hacmi (1.43 m³) kullanılarak minimum ölçülebilir VOC konsantrasyonlarının 0.001 (n-hekzan) ile 0.09 µg m⁻³ (etil asetat) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ekstraksiyon solventi (karbon disülfür) gaz kromatografisinde analizlenmiş, örneklemede kullanılmamış aktif karbon tüpleri ekstrakte edilerek analizlenmiştir. Her iki durumda da bu çalışmada analizlenen bileşikler bulunamamıştır.

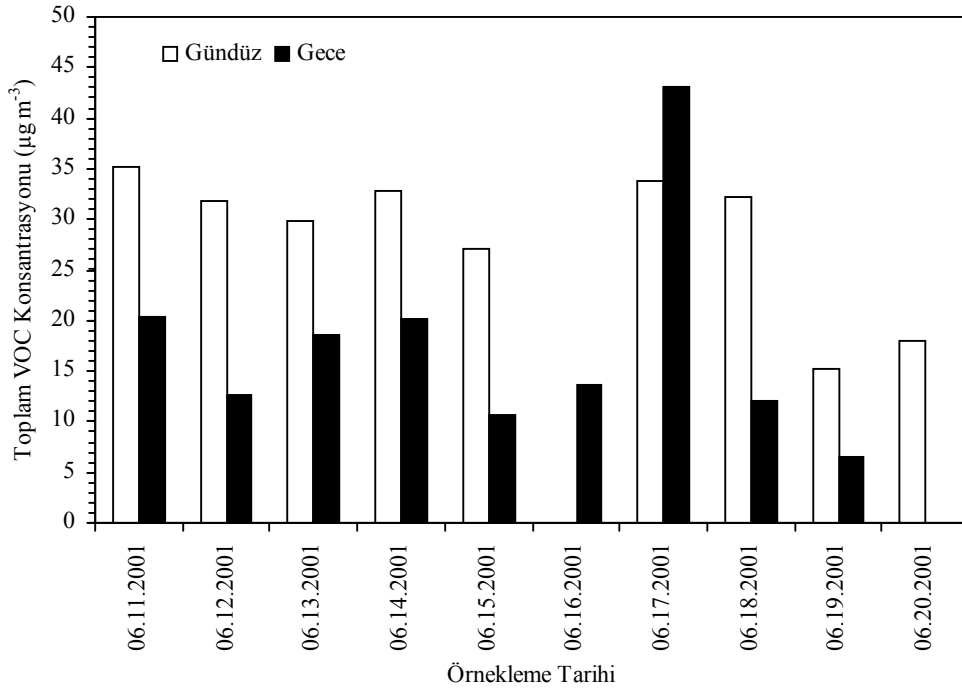
Örnekleme yapılan aktif karbon tüplerinin ikinci kısımları ekstrakte edilmiş ve analizlenmiştir ve analizlenebilen değerlerden düşük sonuçlar vermiştir.

Bazı örneklerin analizleri tekrarlanmıştır ve tekrarlanan analizlerin sonuçları arasındaki yüzdellik fark %5'den azdır.

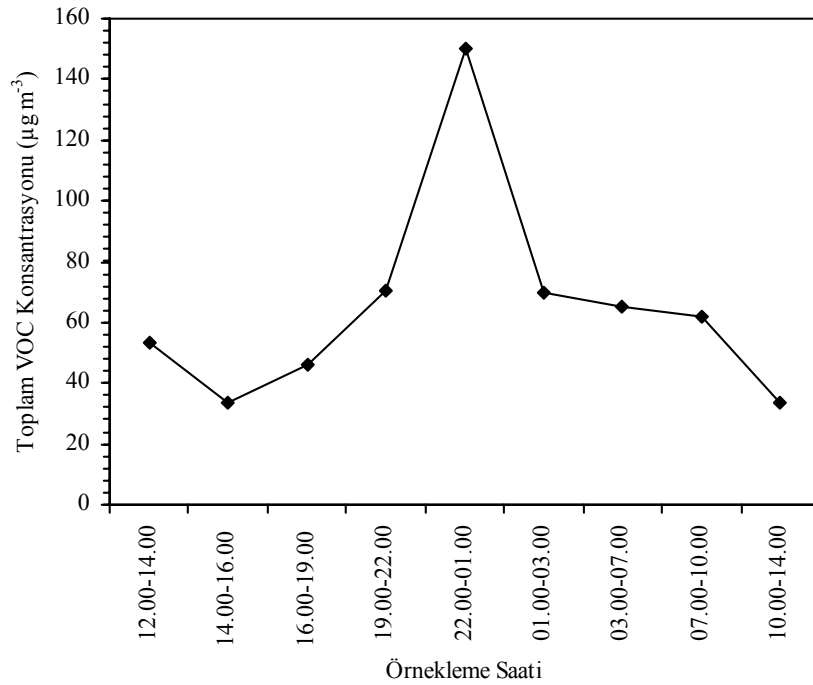
Karbon disülfür ekstraksiyon yönteminde desorpsiyon verimi oldukça yüksektir ve 88% (bütil alkol) ile 100% (etil benzen) arasında değişmektedir (ASTM, 1988a). Bu nedenle ölçülen VOC bileşiklerinin konsantrasyonları desorpsiyon verimleri kullanılarak düzeltilmemiştir.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

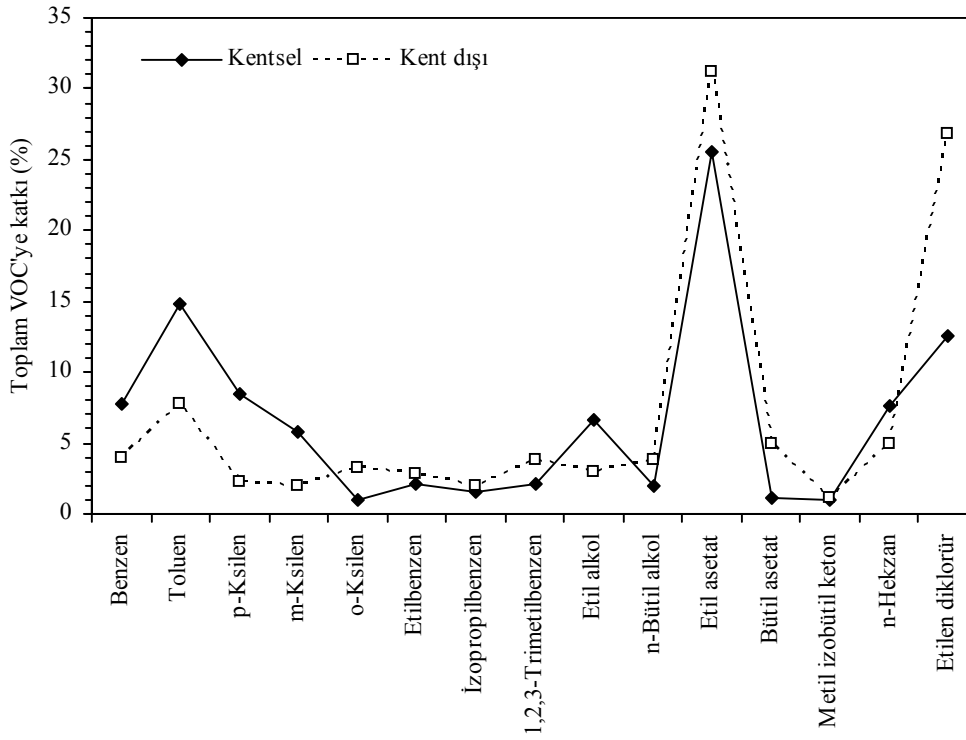
Toplam VOC, bu çalışmada analizlenen 15 adet VOC'nin konsantrasyonlarının toplamını ifade etmektedir. Kent dışı ve kentsel alanda ölçülen toplam VOC konsantrasyonları sırasıyla 6.6-43.1 (ortalama±SS, 23.0±10.4) ve 33.3-149.8 (ortalama±SS, 64.8±34.9) µg m⁻³ değerleri arasında değişmektedir (Şekil 1 ve 2). Ortalama olarak, kent havasında bulunan VOC konsantrasyonlarının kent dışı alanda ölçülen değerlerden yaklaşık 3 kat daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kent dışı alanda ölçülen VOC konsantrasyonları gece ve gündüz periyotlarında farklılık göstermiş, genellikle gece ölçülen konsantrasyonlar, trafik yoğunluğunun azlığı nedeniyle daha düşük bulunmuştur (Şekil 1). Şekil 2'de kentsel örnekleme noktasında örnekleme periyodu (26 saat) boyunca VOC konsantrasyonlarının 2-4 saatlik aralıklarda değişimi gösterilmektedir. Maksimum VOC konsantrasyonu 22.00 ila 01.00 saatleri arasında ölçülmüştür, konsantrasyon değerindeki bu artışın birkaç sebebi olduğu düşünülmektedir. Kentsel örnekleme noktasında örnekler hafta sonunda toplanmıştır ve bu periyotta trafik akışı azalmamıştır. Atmosferik stabilite ve zayıf dispersiyon şartları gece saatlerinde artmaktadır. Kentsel örnekleme noktası, yoğun trafik akışının olduğu caddenin kuzeyinde yer almaktadır. Örneklemenin ilk 10 saati boyunca rüzgar kuzey doğudan esmiştir. Ancak saat 22.00'de rüzgar yönü güney batıya dönmüş ve kirleticiler en yakın caddeden örnekleme noktasına taşınmıştır. Bu yüzden maksimum konsantrasyon 22.00 ile 01.00 saatleri arasında bulunmuştur.



Şekil 1. Kent dışı örnekleme noktasında ölçülen toplam VOC konsantrasyonun ($\mu\text{g m}^{-3}$) örnekleme periyodu boyunca değişimi



Şekil 2. Kentsel örnekleme noktasında 5-6 Ekim 2002 tarihinde ölçülen toplam VOC konsantrasyonun ($\mu\text{g m}^{-3}$) örnekleme periyodu boyunca değişimi



Şekil 3. Örneklenen VOC bileşiklerinin konsantrasyonlarının toplam VOC konsantrasyonuna katkıları

Her iki ölçüm noktasında da etil asetat en çok bulunan bileşik olup bunu sırasıyla etilen diklorür ve toluen izlemiştir (Tablo 1, Şekil 3). Kent dışı ölçüm noktasında etil asetat, etilen diklorür ve toluen konsantrasyonları, toplam VOC konsantrasyonlarının sırasıyla %31.2, %26.8 ve %7.8'sini oluşturmaktadır. Kentsel ölçüm noktasında etil asetat, etilen diklorür ve toluen konsantrasyonları, toplam VOC konsantrasyonlarının sırasıyla %25.5, %12.6 ve %14.9'ünü oluşturmaktadır.

Bu çalışmada ve diğer çalışmalarda ölçülen VOC konsantrasyonları Tablo 1'de özetlenmiştir. Kentsel örnekleme noktasından ölçülen VOC bileşiklerinin konsantrasyonları, kent dışı örnekleme noktasında ölçülen değerlerden 0.8-16 kat daha fazla bulunmuştur. Kent dışı örnekleme noktasında ölçülen oksijenli VOC bileşiklerinin konsantrasyonları, daha önce petrokimya tesisi ve petrol rafinerisi etrafında ölçülen değerlerden 4-20 kat daha az bulunmuştur. Bu çalışmada kentsel ve kent dışı örnekleme noktasında ölçülen mono aromatik VOC bileşiklerinin konsantrasyonları, daha önce Müezzinoğlu vd. (2001) tarafından yol kenarından yapılan örneklemede elde edilen konsantrasyonlardan daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan ortalama etilen diklorür konsantrasyonu, Kore'de endüstriyel bölgede Na vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada bulunan değer ile ($8.5 \mu\text{g m}^{-3}$) kıyaslanabilir düzeydedir, bununla birlikte Pakistan'da Karachi'de yoğun caddede ölçülen ($0.25 \mu\text{g m}^{-3}$) değerden daha fazla bulunmuştur (Barletta vd., 2002). Etilen diklorür, kurşunlu benzin katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Barletta vd., 2002). Bu yüzden, yüksek etilen diklorür konsantrasyonları İzmir'de kurşunlu benzinin yaygın olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Daha önce yapılan bir çalışmada petrokimya endüstrisi etrafında yüksek etilen diklorür konsantrasyonu ($38.5 \mu\text{g m}^{-3}$) ölçülmüştür. Etilen diklorür konsantrasyonunun rüzgar yönü ile olan ilişkisi, bu bileşiğin petrokimya tesisi ve petrol rafinerisinden kaynaklandığını göstermiştir (Cetin, 2002). Bununla birlikte petrol endüstrileri ile örnekleme noktaları arasındaki mesafenin fazla (45-50 km) olması nedeniyle, kentsel ve kent dışı VOC seviyelerinde, petrol endüstrilerinin emisyonlarının etkisinin düşük olduğu düşünülmektedir.

VOC'ler temel olarak motorlu taşıtlardan kaynaklandığından, dış hava konsantrasyonları ilişkilendirilebilir. Benzen başlıca taşıtlardan kaynaklandığından, motorlu taşıtlar ile dış hava VOC konsantrasyonlarının ilişkilendirilmesinde izleyici olarak kullanılabilir. Genel olarak, kentsel ölçüm noktasında benzen ile diğer VOC konsantrasyonları arasında iyi bir korelasyon bulunmuştur (Tablo 2). Kentsel örnekleme alanına yakın yerlerde endüstriyel tesisler bulunmadığından, dış hava örnekleri temel olarak taşıt emisyonlarını temsil etmektedir. Kent dışı örnekleme noktasında ölçülen VOC konsantrasyonları da benzen ile ilişkilendirilmiş, ancak daha zayıf bir korelasyon gözlenmiştir (Tablo 2). Örnekleme noktalarında, benzen ile diğer bileşiklerin korelasyonundan dış hava VOC değerlerinin taşıt emisyonlarından önemli ölçüde etkilendiği görülmüştür. Kentsel ve kent dışı örnekleme noktalarındaki VOC dağılımları karşılaştırılmaktadır. Kent dışı örnekleme alanındaki VOC profili, taşıt emisyonlarından etkilenen kentsel VOC profiliyle benzerlik göstermiştir (Şekil 3). Ancak farklı bileşikler için kentsel ve kent dışı VOC konsantrasyonlarının oranı değişmektedir (bütil asetat için 0.8, p-ksilen için 16). Eğer seyrelme kent dışı alanlarda VOC konsantrasyonlarını etkileyen tek faktör olsaydı, her VOC için kentsel/kent dışı oranının benzer olması beklenebilirdi.

VOC'lerin atmosferdeki dönüşümü ve uzaklaştırılmaları, fotokimyasal reaksiyonlar, kuru çökme gibi mekanizmalar vasıtasıyla gerçekleşir. Bu çalışmada ölçülen bileşikler atmosferde farklı derecelerde reaksiyona girerler ve bu nedenle taşınım süreleri giderim oranları farklıdır (Carter, 1994). Bu nedenle, kent dışı örnekleme noktasında benzen ile diğer VOC bileşikleri arasında gözlenen nispeten zayıf korelasyon ve değişken kentsel/kent dışı konsantrasyon oranları, herbir bileşiğin atmosferde taşınım boyunca farklı giderim oranı olmasından kaynaklanmaktadır. Farklı VOC bileşiklerinin değişken kentsel/kent dışı konsantrasyon oranları için diğer bir neden de, bazı bileşiklerin motorlu taşıtlar dışında da kaynakları olabileceğidir.

Tablo 1. Bu çalışmada ve diğer çalışmalarda ölçülen VOC konsantrasyonları ($\mu\text{g m}^{-3}$, ortalama \pm SS)

Uçucu Organik Bileşikler	Porto Alegre, Brezilya ^a	Karachi, Pakistan ^b	Berlin, Almanya ^c	Bornova, İzmir, Türkiye ^d	Petrokimya tesisi ve Petrol rafinerisi çevresi, İzmir, Türkiye ^e	Kentsel, Buca, İzmir, Türkiye ^f	Kent dışı, Buca, İzmir, Türkiye ^f
Benzen	24.9	16.5	6.7	37.1		4.9 \pm 2.3 (n=9)	1.0 \pm 0.5 (n=15)
Toluen	43.1	26.8	14.5	100.6		10.3 \pm 7.7 (n=9)	1.9 \pm 1.7 (n=18)
p-Ksilen	28.0 ^g	4.3	2.5	91.6 ^g		9.1 \pm 9.8 (n=7)	0.6 \pm 0.4 (n=18)
m-Ksilen		9.1	6.0			4.7 \pm 5.9 (n=9)	0.4 \pm 0.3 (n=18)
o-Ksilen	11.0	4.8	3.3	95.1		1.3 \pm 1.5 (n=6)	0.7 \pm 0.6 (n=18)
Etil benzen	13.7		3.4	21.3		1.7 \pm 2.5 (n=9)	0.7 \pm 0.6 (n=18)
İzopropil benzen	1.8	0.2				1.4 \pm 1.3 (n=8)	0.4 \pm 0.2 (n=18)
1,2,3-Trimetil benzen	8.8 ^h	2.0 ^h		46.2 ^h		1.8 \pm 1.5 (n=8)	0.9 \pm 0.7 (n=17)
Etil alkol	19.4				29.5	4.4 \pm 2.7 (n=9)	0.7 \pm 0.4 (n=13)
n-Bütil alkol					13.8	1.2 \pm 0.5 (n=9)	0.9 \pm 0.7 (n=17)
Etil asetat					17.3	13.5 \pm 3.9 (n=9)	7.0 \pm 4.1 (n=18)
Bütil asetat					6.5	0.9 \pm 0.5 (n=8)	1.1 \pm 0.8 (n=18)
Metil izobütil keton					2.8	0.7 \pm 0.8 (n=9)	0.3 \pm 0.2 (n=18)
n-Hekzan	26.9	26.4		28.6	4.1	4.5 \pm 1.5 (n=9)	1.1 \pm 0.6 (n=17)
Etilen diklorür		0.04			38.5	7.5 \pm 2.5 (n=9)	6.2 \pm 3.9 (n=17)

^a Grosjean vd. (1998)

^b Barletta vd. (2002)

^c Monod vd. (2001)

^d Muezzinoglu vd. (2001)

^e Cetin vd. (2003)

^f Bu çalışma

^g (m+p)ksilen

^h 1,3,5-Trimetil benzen

Tablo 2. Kentsel ve kent dışı örnekleme noktalarında ölçülen VOC konsantrasyonlarının oranı ve benzen ile korelasyon değerleri

Uçucu Organik Bileşikler	Konsantrasyon oranı (Kentsel/Kent dışı)	Benzen ile korelasyon (r^2)	
		Kentsel	Kent dışı
Benzen	5.1	1.00	1.00
Toluen	5.5	0.65	0.32
p-Ksilen	15.6	0.62	0.50
m-Ksilen	10.6	0.66	0.24
o-Ksilen	1.7	0.68	0.17
Etil benzen	2.5	0.68	0.21
İzopropil benzen	3.6	0.81	0.08
1,2,3-Trimetil benzen	2.1	0.86	0.10
Etil alkol	5.9	0.93	0.39
n-Bütil alkol	1.3	0.68	0.25
Etil asetat	1.9	0.05	0.50
Bütil asetat	0.8	0.68	0.63
Metil izobütil keton	2.6	0.84	0.10
n-Hekzan	4.0	0.78	0.51
Etilen diklorür	1.2	0.82	0.54

KAYNAKLAR

ASTM. Method D 3686-84: Standard practice for sampling atmospheres to collect organic compound vapors (activated charcoal tube adsorption method). Annual book of ASTM standards 1988a; vol. 11.03:234-240.

ASTM. Method D 3687-84: Standard practice for analysis of organic compound vapors collected by the activated charcoal tube adsorption method. Annual book of ASTM standards 1988b; vol. 11.03:241-246.

Barletta B, Meinardi S, Simpson IJ, Khwaja, HA, Blake DR, Sherwood Rowland F. Mixing ratios of volatile organic compounds (VOCs) in the atmosphere of Karachi, Pakistan. Atmos Environ 2002;36:3429-3443.

Carter WPL. Development of ozone reactivity scales for volatile organic compounds. J Air&Waste Manage Assoc 1994;44:881-899.

Cetin E. Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical plant. MS thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences. Izmir, Turkey: Dokuz Eylul University, 2002.

Cetin E, Odabasi M, Seyfioglu R. Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. *Sci Total Environ* 2003; 312:103-112.

Dewulf J, Langenhove HV. Anthropogenic volatile organic compounds in ambient air and natural waters: a review on recent developments of analytical methodology, performance and interpretation of field measurements. *J Chromatogr A* 1999;843:163-177.

Grosjean E, Rasmussen RA, Grosjean D. Ambient levels of gas phase pollutants in Porto Allegre, Brazil. *Atmos Environ* 1998;32:3371-3379.

Kalabokas PD, Hatzianestis J, Bartzis JG, Papagiannakopoulos P. Atmospheric concentrations of saturated and aromatic hydrocarbons around a Greek oil refinery. *Atmos Environ* 2001;35:2545-2555.

Monod A, Sive BC, Avino P, Chen T, Blake DR, Sherwood Rowland F. Monoaromatic compounds in ambient air of various cities: a focus on correlations between the xylenes and ethylbenzene. *Atmos Environ* 2001;35:135-149.

Muezzinoglu A, Odabasi M, Onat L. Volatile organic compounds in the air of Izmir, Turkey. *Atmos Environ* 2001;35:753-760.

Na K, Kim YP, Moon KC, Moon I, Fung K. Concentrations of volatile organic compounds in an industrial area of Korea. *Atmos Environ* 2001;35:2747-2756.