Taşıt Kaynaklı İç Ortam PCB Kirliliğinin Değerlendirilmesi: Otopark Örneği

Hepsen Bahar AKYILDIZ
Çevre Müh.
Kocaeli Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisliği
Kocaeli
hepsenakyildiz@gmail.com
orcid: 0000-0002-1680-210X

Demet ARSLANBAŞ
Dr. Öğretim Üyesi
Kocaeli Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisliği
Kocaeli
demetars@gmail.com
orcid: 0000-0001-8016-0925

ÖZ

Otoparklar modernleşen dünyayla birlikte şehirlerin önemli bir parçası olmakta ve özellikle trafik kaynaklı içortam kirlilik göstergesi olarak önem kazanmaktadır. Bu otoparklarda otopark güvenliğinin sağlanması, otopark temizliği ve otopark ücretlerinin alınması gibi konularda görevli birçok çalışan içortam şartlarından etkilenmektedir. Poliklorlubifeniller (PCB), atık veya halen kullanılmakta olan malzemelerden doğaya salınmaktadır. Doğada kolay bozunmayan kalıcı özellikleriyle insan sağlığı üzerine çok ciddi etkileri bulunmaktadır. Bu çalışmada 3 katlı kapalı bir otoparktan alınan farklı boyutlardaki (<61 µm ve 61-243 µm) toz örneklerinde PCB kirletici seviyeleri belirlenmiştir. Her katından kompozit olarak alınan örnekler temizleme ve ön zenginleştirme işlemlerinden geçirilerek GC-MS cihazında analiz edilmiştir. Cihazın PCB izomerleri için kalibrasyonu 15 hedef PCB mix karışımı (Accusstandard), geri kazanım (recovery) ve surrogate stadandartları için hazırlanmış kalibrasyon çözelti karışımları ile yapılmıştır. 15 PCB izomerleri için toplam ortalama konsantrasyonlar 111,83 ng gr^{-1} olarak hesaplanmıştır. En yüksek katkıyı PCB 31-28'in (23,77 ng gr^{-1}) sağladığı belirlenmiştir. Otoparklardan elde edilen PCB sonuçları literatürden elde edilen yol tozu sonuçlarına göre yüksek seviyelerdedir. Türkiye'de özellikle kamyonlarda kullanılan atık yağlardan elde edilen mazotların yüksek PCB içerdiği daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Kapalı sistemlerde sıradan koşullar altında, kullanıcı veya çevre hiçbir şekilde PCB'ye maruz kalınmazken PCB içeren ekipmanlara yönelik işlemler sonucunda ortaya çıkabilir. Bu çalışmada elde edilen PCB konsantrasyonları da bu kaynakla ilişkilendirilebilir.

Anahtar Kelimeler

İç Ortam, Hava Kirliliği, Toz, Otopark, PCB.

Evaluation of Internal Polluted PCB Pollution: Example of Car Parking

ABSTRACT

With the modernizing world, parking lots are becoming an important part of cities and gaining importance especially as an indicator of traffic-induced indoor pollution. Many employees in these parking lots are affected by indoor conditions, such as ensuring parking security, parking lot cleaning and collecting parking fees. Polychlorinated biphenyls (PCB) are released into nature from waste or currently used materials. It has very serious effects on human health with its permanent properties that are not easily degraded in nature. In this study, PCB pollutant levels were determined in dust samples of different sizes (<61 µm and 61-243 µm) taken from a 3-storey parking garage. Samples taken from each layer as composite were subjected to cleaning and pre-enrichment processes and analyzed in the GC-MS device. Calibration of the device for PCB isomers was done with 15 target PCB mixtures, calibration solution mixtures prepared for recovery and surrogate standards. Total mean concentrations for the 15 PCB isomers were calculated as 111.83 ng gr^{-1}. It was determined that PCB 31-28 (23.77 ng gr^{-1}) provided the highest contribution. PCB results obtained from parking lots are at higher levels than road dust results obtained from the literature. It has been revealed in previous studies that diesel oils obtained from waste oils used in trucks, especially in Turkey, contain high PCBs. PCB concentrations detected in parking lots in this study can also be associated with this source.

Keywords

Indoor, Air Pollution, Dust, Car Park, PCB.

Geliş Tarihi : 31.10.2018
Kabul Tarihi : 05.02.2019

Akyıldız, H.B., Arslanbaş, D., Taşıt Kaynaklı İç Ortam PCB Kirliliğinin Değerlendirilmesi: Otopark Örneği, 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, sf. 1433-1439, 17-20 Nisan 2019.

1. GİRİŞ

1930 yıllarda endüstriyel kullanım amacı ile üretilmiş olan poliklorlu bifenillerin (PCB) doğada kalıcı oldukları belirlendikten sonra dünyanın birçok ülkesinde üretimleri yasaklanmıştır. Ancak PCB içeren birçok ürün bugün hâlâ kullanımda olduğundan insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir.

Büyük şehirlerin özellikle iş ve ticaret merkezlerinde trafikle ilgili en önemli sorunlarından biri de araçların mağaza ve büro faaliyetleri süresinde nereye park edileceği problemidir. Otomobil sahipliğinin yüksek olduğu şehirlerde bu konu özellikle önem taşımaktadır. Otoparklarda araçların park edilmesi, otopark güvenliğinin sağlanması, otopark temizliği ve otopark ücretlerinin alınması gibi konularda görevli birçok çalışan istihdam edilmektedir. Bunların yanı sıra, bazı otoparkların içinde araç yıkama istasyonları ve kuru temizleme gibi işletmeler de bulunmaktadır. Tüm bu çalışanların ve kısa sureli de olsa araç sahiplerinin zaman geçirdiği otoparklarda iş sağlığı ve güvenliği konularında birçok eksiklik bulunmaktadır. Park yerleri, garajlar ve açık alan otoparklarından kaynaklanan egzoz kirliliğinin şimdiye kadar modern şehirlerde ve daha geniş kentsel alanlarda hava kalitesi sorunları üzerinde büyük bir etkiye sahip olmadığı düşünülse de kent içinde kapladıkları alanlar dikkate alındığında toplam hava kirliliği katkısı olabileceği görülmektedir. Trafik kaynaklı emisyonlar ve endüstrilerden ve fabrikalardan çıkan emisyonlar gibi diğer birçok kaynaktan gelen egzoz emisyonları çokça araştırmacı tarafından izlenmektedir ancak otoparklarla ilgili spesifik çalışmalar yapılmamıştır. [1]. Gaston Bardet, şehirdeki binek otomobillerin (otomobiller) yaklaşık 24 saatlik ömrünün 2 saatinin sürüş durumunda geçtiğini ve kalan 22 saatin park halinde geçtiğini belirtmişken, Litman, bu durumu şöyle ifade etmektedir: "Şehirlerdeki otomobillerin 24 saatlik yaşamlarının yaklaşık 1 saati sürüş durumu ve geri kalan 23 saati park halinde geçmektedir." [2]. Bu yaklaşımlar, sürdürülebilir ve yaşanabilir bir şehir açısından bölgeye bağımlı otomobiller için yerleşim alanlarındaki otoparkların önemini göstermektedir. Otoparkların, çevresi ve çalışanları için sağlıklı bir ortam sağlayacak malzemelerle düzgün şekilde donatılmış olması veya araç sahiplerini otoparkta geçireceği zamanın kısa olması büyük önem taşımaktadır [3]. Kapalı ve açık otoparkların içinde hem çalışanların hem de kullanıcıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen kirleticiler bulunmaktadır. Son yıllarda hızlı endüstriyel gelişmeler, aynı zamanda kullanılan kimyasalların miktarını da arttırmıştır. Bu kimyasalların ve ürünlerin fazla kullanımı kalıcı organik kirleticiler (KOK'lar) ile ilişkili olarak çevre kirliliğine yol açmıştır. Toprak bu toksik kimyasalların birikiminde havuz görevi görerek önemli bir rol oynamaktadır. İç ortam tozu örneklerinde PBDE, PAH ve PCB'lerin varlığını gösteren birçok çalışma yapılmıştır [4]. Otoparklardan alınan toz, iç mekan tozunu ve iç hava kalitesini yansıtır çünkü özellikle katlı otoparklarda içerde belirli bir süre araç kullanılmakta ve bazen uzun süreler araç çalışır durumda bulunmaktadır. Kapalı ortamlarda kirleticilerin oluşturduğu potansiyel sağlık riskleri büyük önem taşımaktadır. Çoğu iç ortam kirleticileri, başlangıçta havada asılı kalmış ve daha sonra toz olarak yerleşen partiküler maddeler tarafından absorbe edilir. Bu nedenle yerleşik iç ortam tozu, maruziyet ortamı ve iç ortam kirliliğinin küresel bir göstergesi olarak düşünülmüştür [5]. Yerleşmiş iç ortam tozundaki pestisitler, duman kalıntıları, PAH'lar, alev geciktiriciler, plastikleştiriciler, ağır metaller ve asbest içeren çok sayıda kimyasal kirleticilerin varlığı ve açık havadaki oranlarına kıyasla genellikle daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. İç ortam maruziyeti ve sağlık etkileri Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) öncelikleri arasına girmiştir [6].

2. POLİKLORLU BİFENİLLER

PCB'ler insan yapımı olan organik kimyasallar olup, 209 farklı klorlanmış organik bileşikten oluşurlar, her bir bileşik konjener olarak adlandırılır. Klorlanmanın derecesi reaksiyon süresinin uzunluğuna bağlıdır. PCB'ler farklı ülkelerde farklı ticari isimler altında ve karışımlar halinde üretilmişlerdir. ABD'de üretilen ve Aroclor adı altında piyasaya sürülen karışımlar en yaygın olarak kullanılmıştır. Aroclor 1016 (A1016)'nın her molekülünde 3 klor, Aroclor 1221 (A1221)'in yapısında 1 klor, Aroclor 1242 (A1242)'nin 3 klor, Aroclor 1248 (A1248)'in 4 klor, Aroclor 1254 (A1254)'ün yapısında 5 klor ve Aroclor 1260 (A1260)'ın yapısında ise yaklaşık olarak ortalama 6 klor bulunmaktadır. PCB'lerin planar ve non-planar özelliklerinin yanı sıra, bifenil halkası üzerinde bulunan klor iyonu sayısının da bu maddelerin biyolojik etki derecelerini etkiledikleri bilinmektedir. Bu nedenle, yukarıda belirtilen Aroclor karışımları birbirinden farklı biyolojik aktivite gösterebilmektedir [7].

ABD'de 1970'lerde sadece kapalı sistemlerde kullanımı izinli olup, 1977'den sonra tümüyle yasaklanmış. Japonya'da 1972'den sonra üretim ve kullanımı yasaklanmış,, Avrupa ülkelerinde 70'li yılların ortalarında kısıtlanmış, 80'li yılların ortalarında tamamen yasaklamış. Türkiye'de ise 1993 yılında sınırlanmış, 2010 yılında yasaklanmıştır. PCB'ler endüstride kapalı ve açık sistemlerde kullanılmaktadır. Kapalı sistem PCB'lerin tamamen ekipmanın için de tutulduğu bir sistemdir. Açık sistem ise PCB'lerin doğrudan çevre ile temas halinde olduğu ve bu nedenle alıcı ortama kolaylıkla ulaşabildikleri sistemdir. Sıradan koşullar altında, kullanıcı veya çevre hiçbir şekilde PCB'ye maruz kalmaz. Ancak, PCB emisyonları ekipmanın bakımı, onarılması, devreden çıkarılması sırasında veya hasarlı bir ekipmanın sızıntı yapması sonucunda ortaya çıkabilir. Kapalı PCB uygulamalarının en önemli iki örneği kondansatör ve transformatörlerdir (Aroclor 1016, 1221, 1242, 1254, Piralen 3010).

Kapalı ortamda kirleticilerin oluşturduğu potansiyel sağlık riskleri büyük önem taşımaktadır. Kapalı mekanlardaki PCB'lerin gaz ve toz seviyeleri maruz kalmanın önemli bir bölümünü oluşturabilirler Çünkü PCB'ler tozda kalıcıdır ve insanlar zamanlarının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirirler. Çoğu iç ortam kirleticileri, başlangıçta havada asılı kalmış ve daha sonra toz olarak yerleşen partiküler maddeler tarafından absorbe edilir. Bu nedenle yerleşik iç ortam tozu, maruziyet ortamı ve iç ortam kirliliğinin küresel bir göstergesi olarak düşünülmüştür [8]. Bu çalışmada tamamen kapalı bir otoparkta oluşan PCB kirliliğinin belirlenmesi ve literatürle karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

3. MALZEME YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Asya ile Avrupa'yı birbirine bağlayan Kocaeli aynı zamanda demiryolu ve karayolu hatlarını taşımaktadır. Nüfus yoğunluğu yüksek şehirlerden biri olmakta beraber Türkiye'nin en küçük yüzölçümüne sahip illeri arasındadır. Trafik yoğunluğu açısından ele alındığı zaman hava kirliliği konusunda takip edilmesi gereken en önemli bölgelerden biridir. Kalabalık nüfusu nedeniyle her geçen gün trafiğe çıkan araç sayısının artması açık ve kapalı otoparkların sayısındaki artışı da beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada örneklemelerin gerçekleştirilebilmesi için Kocaeli merkezinde şehir içi trafiğine yakın bir otopark belirlenmiştir. Seçilen otopark zeminden yeraltına doğru 2 kat aşağıya olacak şekilde konumlanmış olup toplamda 3 katlı tamamı kapalı bir otopark özelliği göstermektedir. Brüt alanı 40.000 m^2 olan 3 katlı bu otoparkta 6 adet havalandırma ünitesi (24 saat çalışır halde) bulunmaktadır. Otoparka giren araç sayısı günlük 1500 adet olup, temizliği saat 24:00'den sonra personel tarafından yapılmaktadır.

3.2. Deneysel Hazırlık

Numuneler otoparkın her katı 4 eşit alana bölünerek bölünen her alanın 10 farklı noktasından toplanıp karıştırılarak kompozit bir hale gelecek şekilde toplanmıştır. Belirlenen otoparktan daha önce laboratuvar ortamından hekzan ile yıkanan faraş takımı ile eş zamanlı olarak üst toz örnekleri alınmıştır. Şahit olarak sodyum sülfat tuzu kullanılmıştır. Daha önce 4 saat süreyle 450 °C'de aktive edilmiş KOK kirleticisi barındırmayan sod-



Şekil 1. Örnekleme yapılan otoparkın konumu

yum sülfat tuzu otoparkta isooktan çözeltisi ile temizlenmiş bir alana (yaklaşık 1 m^2) dökülüp, aynı yöntemle toplanmış ve diğer örneklerle birlikte laboratuvara götürülmüştür. Şahidin kullanılmasındaki amaç örneklerin işlenmesi ve hazırlanması sırasında herhangi bir kirlenmenin olup olmadığının anlaşılmasıdır [9].

Bu çalışmada Civan ve Kara (2016) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu, ön zenginleştirmesi sırasında kullanılan %99,9 saflıkta diklorometan (SupraSolve), %99,8 saflıkta Aseton (SupraSolve), %98 saflıkta n-hekzan (SupraSolve), %90 saflıkta Petrol eteri (SupraSolve), Sodyum sülfat silika jel 60 (0,063-0,200 mm) ve nötral alümina 90 (0,063-0,200 mm) Merc firmasından temin edilmiştir. Granül halindeki sodyum sülfat %99 saflıkta ve susuzdur. Azot gazı %99 saflıktadır. Sertifikalı PCB surragate standart maddeleri, standart karışımları ve Absolute standart (USA)'tan temin edilmiştir. Kullanılan standartlar, bileşikleri ve ürün kodları Tablo 1'de sıralanmıştır.

Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümüne ait dondurucuda amber şişeler içinde bulunan toz örnekleri 243 ve 61 mikrometre boyutundaki eleklerden elenmiş ve ardından içerdikleri kaba parçalardan ve organik (saç ve hayvan tüyü gibi) maddelerden arındırılmak üzere ayıklanmıştır. Ayıklanan örnekler temiz amber cam şişelere alınarak etiketlenip ve ekstraksiyon işleminde kullanılmak üzere -20 °C'de derin dondurucuda bekletilmiştir.

Hazırlanan örneklerden ekstraksiyon işlemi için hassas terazide 3 gr tartılmış ve önceden temizlenmiş cam tüplere dökülmüştür. Tüm örneklere ekstraksiyon işleminden önce geri kazanım verimini bulmak için geri kazanım "recovery" standardı eklenmiştir. Geri kazanım standardının analitik geri dönüşüm verimleri ise %73±14 13 (C12PCB- 181) olarak bulunmuştur. Üzerine 10 ml aseton: hekzan (1:1) çözeltisi ilave edilmiştir.

Ardından cam tüpün ağzı teflon bant ile kapatılarak toplam 1 gece karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiştir. Birinci geceden sonra 1 saat ultrasonik (ısıtma özelliği kapalı) banyodan geçirilen örneklerin sıvı kısmı 45 mikrometrelik sartirous filtre den geçirilmiş ve ardından 5 ml'ye evaparatörle 2 ml'ye azot gazı ile düşürülmüştür. Temiz kapaklı bir amber cam şişeye pastör pipetle alınıp, ardından buzdolabına konulmuştur. Örnekler temizleme (clean-up) işlemine kadar -4 °C'de buzdolabı buzluğunda bekletilmiştir.

Çalışma kapsamındaki hedef alınan kirleticilerin ölçülmesi sırasında örnekte var olan girişim yapabilecek kimyasalların giderilmesi için clean-up prosedürü uygulanmıştır. Alümina ve silika jel, organik kirleticileri tutmak için kullanılmışken sodyum sülfat ise örneklerdeki su ve nemi tutmak için kullanılmıştır. Kolon kimyasallarının aktive edilmesi için aşağıdaki hazırlıklar yapılmıştır. Ekstraksiyon işleminden geçen örnekler girişim yapabilecek organikleri uzaklaştırmak, örnek matrisini zenginleştirmek ve fraksiyonlarına ayırmak üzere cam yünü, silika jel (90), alümina ve susuz sodyum sülfat içeren kolondan geçirildi

Kolondan alınan birinci fraksiyon 40 °C döner buharlaştırıcı cihazında zenginleştirme işlemiyle hacmi yaklaşık 5 ml'ye düşürülmüştür. Hacmi 5 ml'ye düşürülen örnekler saf azot gazı ile hacmi azaltılmaya devam edilmiştir. Örnek hacmi yaklaşık 2 ml'ye düştüğünde örneğe hegzan eklemesi yapılarak 3 kez yaklaşık 5 ml'ye tamamlanarak çözücü değişimi yapıldı ve son zenginleştirme gerçekleştirilmiştir. Üçüncü turun sonunda rotary jojesindeki örnek hacmi 1 ml'ye düşürülerek GC-MS'te okunmaya hazır hale getirilmiştir.

3.3. Numunelerin Analizi

Temizleme işlemi ile hazır hale getirilen örnekler, PCB izomer derişimlerinin belirlenmesi amacıyla EI modu olan GC-MS (Agilent Technologies 5977A-7890B) kütle spektrometre cihazında analiz

Tablo 1. Kullanılan Surragate ve Standart Solüsyonlar

Kimyasal	Bileşikler	Stock Solüsyon	Ürün Kodu
PCB(mix)	PCB-18, 20, 28, 31, 44, 52, 101, 105, 118, 138, 149, 153, 170, 180 ve 194	100 µg/L	Absolute Standard PCB Congener Mix, 15 component s in 1 mL
PCB (sur)	13C12PCB-181	50 µg/L	Absolute Standard PCB Congener Mix, 15 component s in 1 mL

edilmiştir. Cihazda DB-5HT kapiler kolon (15 m × 0,25 mm i.d., 0,10 µm film kalınlığı, J&W Scientific) kullanılmıştır. Cihazın PCB izomerleri için kalibrasyonu 15 hedef PCB mix karışımı (Accusstandard) 2,2',5-TriCB (PCB 18), 2,2,3'-TriCB (PCB 20), 2,4,4'-TriCB (PCB 28), 2,4',5-TriCB (PCB 31), 2,2',3,5'-TetraCB (PCB 44), 2,2',5,5'-TetraCB (PCB 52), 2,2',4,5,5'-PentaCB (PCB 101), 2,3,3,'4,4'-PentaCB (PCB 105), 2,2',3,4, 4', 5'- PentaCB (PCB 118), 2,3',4,4',5 -PentaCB (PCB 138), 2,2',3,4',5',6-HexaCB (PCB 149), 2,2',4,4',5,5'-HexaCB (PCB 153), 2,2',3,3',4,4',5-HexaCB (PCB 170), 2,2',3,4,4',5,5'-HeptaCB (PCB 180), 2,2',3,3',4,4,5,5'-OctaCB (PCB 194), ve geri kazanım (recovery) ve surrogate stadandartları için hazırlanmış kalibrasyon çözelti karışımları ile yapılmıştır. Cihaza okutulan örnekteki kirleticilerin kütleleri liner regreasyonla belirlenen eğriler yardımıyla belirlenmiştir.

PCB hedef kirleticileri: PCB için kalibrasyon çözelti derişimleri 0,1, 1, 10, 25, 100, 250 ng ml^{-1} (ppb) olarak hazırlanmıştır. Fırın sıcaklığı 80 °C'de 2 dakika bekletildi. 30 °C/dk'lık artışla 200 °C'ye çıkıp 6 dk bekletildi, 10 °C/dk artışla 320 °C'ye çıkartılarak 10 dk bekletilmiştir. Her 10 örnek kolonu için geri kazanım oranlarının ölçülmesi amacıyla bir adet standart kolon yapılmıştır. Standart (Şahit) kolonuna sadece PCB standardı eklenmiş ve gerçek örneğe yapılan normal prosedür uygulanmıştır. Standart kolondan elde edilen fraksiyonlar GC-MS'te okutulmuştur.

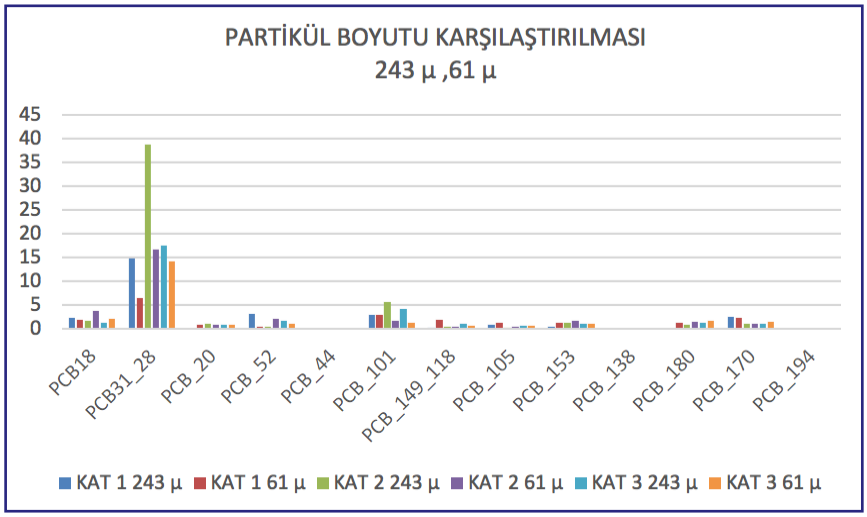
SONUÇ

Bu çalışmada kapalı bir otoparkın her katında PCB kirletici belirlenebilmesi amacıyla 10 farklı noktadan kompozit toz örneklemesi yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.15 PCB izomerleri için toplam ortalama konsantrasyonlar 111,83 ng gr^{-1} olarak hesaplanmıştır. En yüksek katkıyı ortalama 23,77 ng gr^{-1} ile PCB 31-28'in sağladığı belirlenmiştir.

Grafikte de görüldüğü gibi her bir katta <243 µ ve <61 µm boyutundaki tozlardan elde edilen PCB izomerlerinin değerleri görülmektedir. PCB 31_28 dışındaki tüm izomerler için kat ve boyut açısından belirgin bir farklılık görülmezken 31_28 için kat 2'de 243 µm boyutunda belirgin bir artış saptanmıştır. Otoparka ait verilerin toplanması sırasında 2. katta araç yoğunluğunu diğer katlara göre daha yüksek olduğu ve katlar arasında geçişlerden kaynaklı toz hareketinin 2. katta daha fazla birikim yaptığı belirlenmiştir.

DEĞERLENDİRME

Ülkemizde ve diğer ülkelerde yapılan otopark çalışması olmadığından literatürle karşılaştırılırken toprak ve toz örnekleri ele alınarak değerlendirme yapılmıştır. Ülkemizde yapılan bir toprak örneklemesinde ortalama PCB 31-28 31,5 µg kg^{-1} hesaplandığı görülmüştür [10]. Almanya'da sokak tozu örneklerinde yapılan bir çalışmada PCB 28 endüstriyel ve ticari alanlarda PCB emisyon kaynakları içinde en yüksek konsantrasyonda çıktığı görülmüştür [11]. Otopark toz örneklerinde PCB 28'in



Şekil 2. Katlar arası toz boyutu açısından kirlilik seviyeleri karşılaştırmaları

yüksek çıkmasının sebebi triCB içeren kondansatör ve transformatörlerde kullanılan AROCLOR 1016, 1242, 1232'de bulunuyor olması ile ilişkilendirilebilir [12]. Diğer bir yandan PCB içeren yağlar periyodik kullanımı dışında çevreye direk teması olmayan bir durumdur. Bu tür kullanımlar havaya veya suya deşarj yoluyla PCB salınımına da yol açabilirler. (AROCLOR 1016, 1221, 1242, 1254). PCB içeren yağların ısı transfer sıvıları, hidrolik sistemler ve vakum pompaları gibi yerlerde kullanılmıştır [13]. Araç ekipmanlarında kullanılan bu kondansatörler ve yağlar araç bozulmasından kaynaklı dış ortama sızarak çevreye karışabilmektedir. PCB 28 yüksek çıkması bu verilerle ilişkilendirilmiştir. Kaynağı kondansatör ve transformatör olan ve motorlu araçlardan salındığı literatür taramalarında görülen PCB 31_28 bu katta daha yüksek olması beklenen bir durum olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Türkiye'de özellikle kamyonlarda kullanılan atık yağlardan elde edilen mazotların yüksek PCB içerdiği daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Bu tür araçlardan kaynaklanan yol tozu PCB kirliliği nedeniyle araçların tekerlekleri aracılığıyla bu tür kirleticileri kapalı ortamlara taşımaları mümkün görülmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarının daha net değerlendirilebilmesi için farklı türde otoparklarda (açık otopark vb.) benzer çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Böylece özellikle açık otoparklardan elde edilen sonuçlarla dış ortam PCB kaynaklarının katkısı belirlenebilecektir. Çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde ortamda bu kirleticilere maruz kalan kişilerin sağlık riskini azaltmak açısından havalandırma yöntemleri geliştirilmesi ve otopark temizliğinin sağlanmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Höglund P.G., 2004. Parking, Energy Consumption and Air Pollution Science of The Total Environment Volumes 334–335, 1, Pages 39-45.

[2] Litman, T., 2006. Parking Management Best Practices, American Planning Association, Victoria Transport Policy Institute.

[3] Demi A., 2015. Investigation of Air Quality in the Underground and Aboveground Multi-Storey Car Parks in Terms of Exhaust Emissions Volumes 195, Pages 2601-2611.

[4] Cettier J., Bayle M. L., Beranger R., Billoir E., Nuckols J. R., Combourieu B., Fervers B., 2015. Efficiency of Wipe Sampling on Hard Surfaces for Pesticides and PCBresidues in Dust, Science of the Total Environment, 505, 11-21.

[5] Wang B., Liu Y., Li Z., Li Z., 2015. Association of Indoor Air Pollution From Coal Combustion With Influenza-Like Illness in Housewives, Environmental Pollution, 2016, 216, 646-652.

[6] Oliveira M., Slezakova K., Matos C. D., Pereira M. C., Morais S., 2016. Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Indoor Andoutdoor air of Preschool Environments (3-5 years old children), Environmental Pollution, 208, 382-394.

[7] Seyran, A., Erişir, M., 2008. Poliklorlu Bifenillerin Sağlık Üzerine Etkileri, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi, 22(1) 33-40.

[8] Ma Y., Harrad S., 2015. Spatiotemporal Analysis and Human Exposure Assessment on Polycyclicaromatic Hydrocarbons in Indoor Air, Settled House Dust, and Diet: A Review, Environment International, 84, 7-16.

[9] Civa M. Y., Kara U. M., Risk 1sment of PBDEs and PAHs in House Dust in Kocaeli, Turkey: Levels and Sources, Environ. Sci. Pollut. Res., DOI 10.1007/s11356-016-7512-5.

[10] Ceti B., 2016. Investigation of PAHs, PCBs and PCNs in Soils Around a Heavily Industrialized Area in Kocaeli, Turkey: Concentrations, Distributions, Sources and Toxicological Effects Science of the Total Environment Volumes 560–561 Pages.

[11] Klees M., Hiester E., Bruckmann P., Molt K., Schmid C.T., 2015. Polychlorinated Biphenyls, Polychlorinated Dibenzo-P-Dioxins and Dibenzofurans in Street Dust of North Rhine-Westphalia, Germany Science of the Total Environment Volumes Pages 511 72–81.

[12] Çok, İ., 2011. Sektör Eğitimi; PCB ve PCT Hakkında Eğitim, Çevre ve Orman Bakanlığı.

[13] Yurtseven Y., 2007. Endüstriyel Kaynaklı Atık Yağlar ve Değerlendirme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.