

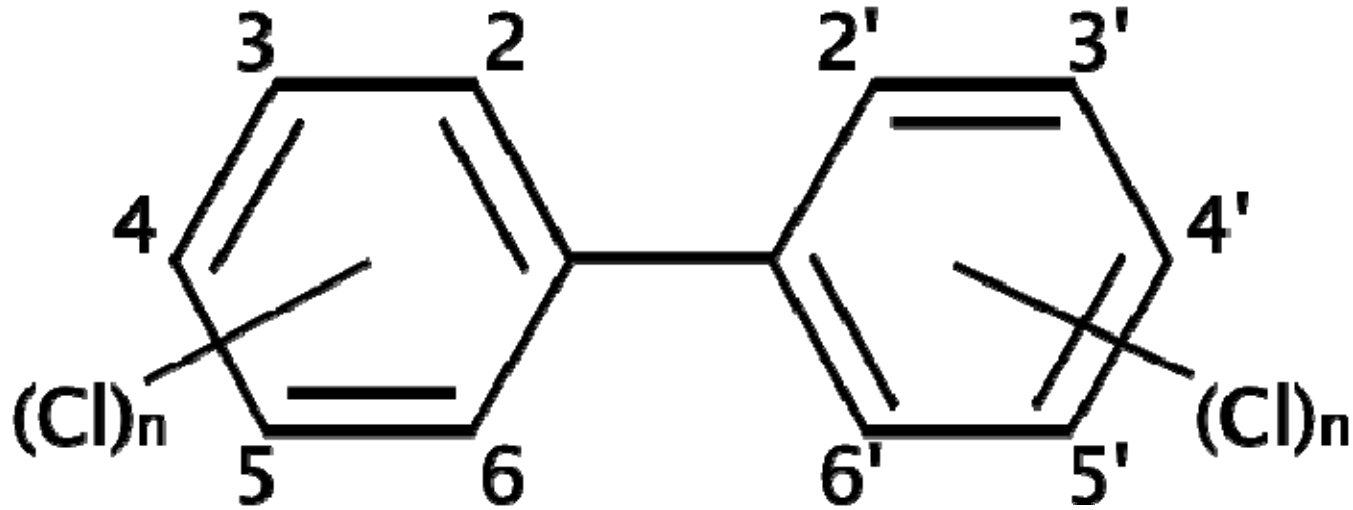
**KOCAELİ İLİ YOL TOZLARINDA
POLİKLORLU BİFENİL SEVİYELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Demet ARSLANBAŞ* - Mihriban CİVAN

1- GİRİŞ

Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK'lar), yüksek dirençleri nedeniyle doğaya karıştığında ortamda uzun süre kalan, besin zincirinde aktarılarak biyolojik birikime uğrayan, bu yolla insan sağlığı ve çevre üzerinde zararlı etkilere yol açan kimyasal bileşiklerdir. Kalıcı Organik Kirleticiler hava akımlarıyla dünya çapında uzun mesafeler boyunca yayılabilmeleri ve besin zincirine girerek hayvan ve insan dokularında birikebilmeleri nedeniyle küresel düzeyde bir çevre ve sağlık sorunu oluşturmaktadırlar.

Aromatik klorlu bileşik olarak kabul edilen PCB'ler, değişik karbon atomlarına bağlanmış iki benzen halkası ile tek bir zincirden oluşan kararlı organik kimyasallar arasında yer almaktadırlar. PCB'ler diğer organik kirleticilere gore toprakta daha çok birikim yapmaktadırlar. PCB konsantrasyonlarının fazla olduğu bölgeler şehir merkezleri, sanayi alanları, yaşamsal bölgeler ve yeşil alanlardır .



12 Kalıcı Organik Kirleticilerden biri olan PCB'lerin zararlı etkileri, bu maddelerle kirletilmiş gıda ve içecekler tüketildiğinde veya bu maddeler teneffüs edildiğinde, yutulduğunda ya da deriyle temas ettiğinde ortaya çıkmaktadır. PCB'ler bertaraf veya başka herhangi bir amaçla yakıldıklarında tam bir yanma meydana gelmezse, çok daha zararlı etkilere sahip antropojenik en toksik bileşikler olan poliklorlu furanlar (PCDF) ve poliklorlu dioksinler (PCDD) yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır.

Söz konusu kirleticilere ilişkin Stockholm Sözleşmesi Türkiye dahil 125 ülke tarafından imzalanmıştır. Bu sözleşme ile taraf ülkeler PCB'ler dahil 12 kalıcı organik kirleticinin çevredeki miktarını azaltmak, bu maddeleri imha etmek ve kaynaklarını sınırlamak hususlarında ortak karar almıştır. Bu sözleşmeye taraf olan ülkeler söz konusu kirleticileri 2025 yılına kadar çevresel açıdan en uygun teknolojileri kullanarak bertaraf etmekle yükümlüdür.

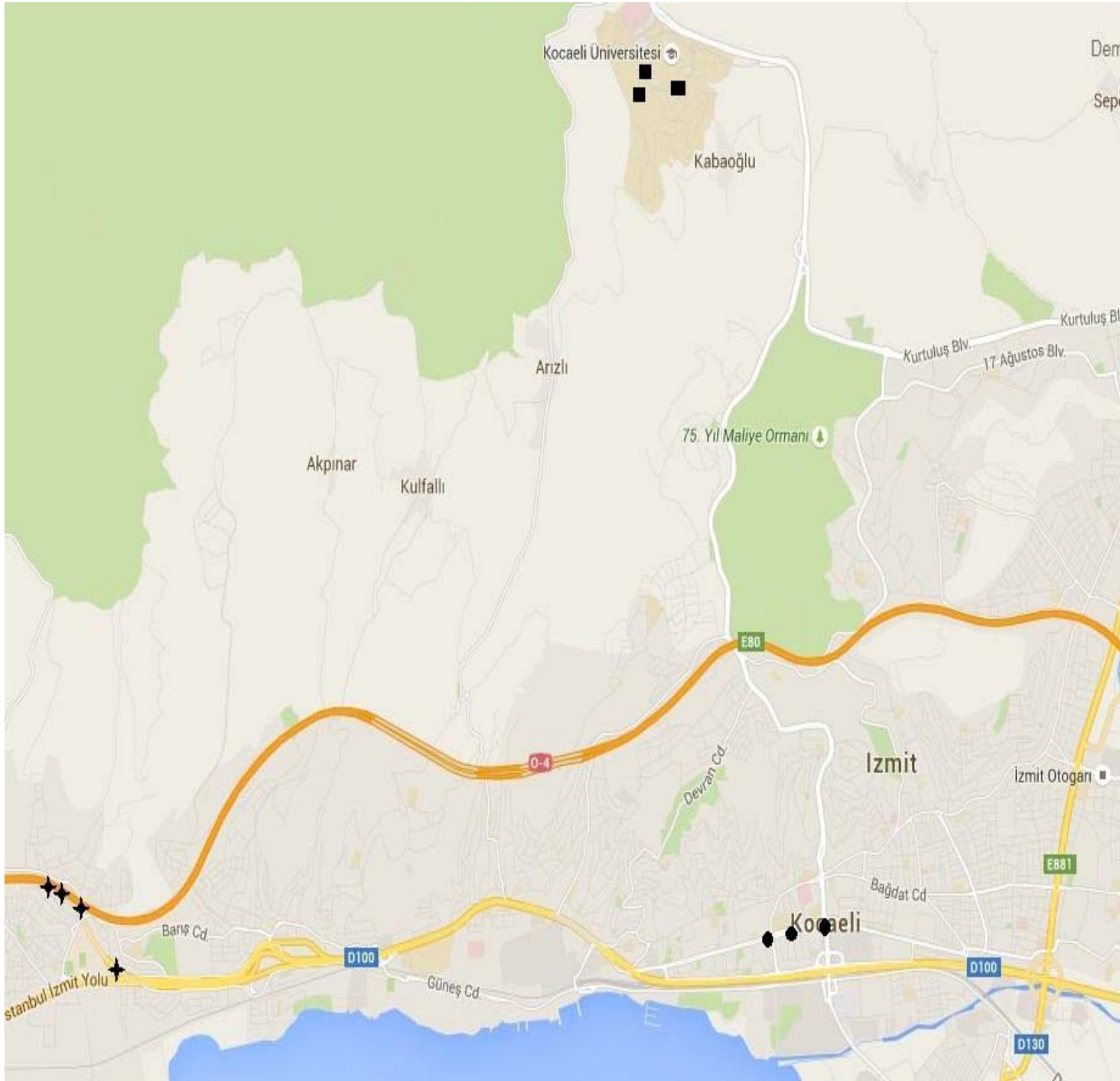
Yol tozu geçirimsiz asfalt yüzey üzerinde biriken tozu ifade eden kompleks çevresel bir matriksdir. Yol tozu örneklemesinin birincil faydası kolay bulunabilirliği, çok çeşitli kaynaklardan gelen kirlilik seviyelerini yansıtabilmesi ve organik ve inorganik bileşiklerin çevresel davranışları ve geçiş yolları için bir indikatör özelliği göstermesidir. Buna rağmen yol tozunda PCB seviyelerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar çok az sayıdadır. Bunun aksine birçok içortom ev tozu çalışması yayınlanmıştır .

2. MATERYAL METOD

2.1. Çalışma Bölgesi

Çalışmanın gerçekleştirildiği Kocaeli ili coğrafi olarak kritik bir bölgede yer alan bir endüstri kentidir. Kocaeli, yüzölçümü en küçük olan iller arasında (Türkiye'nin 8.küçük ili, 3.626 km²) olmasına karşılık nüfus yoğunluğu (Türkiye'de 2.il) nedeniyle çevre kirliliği incelemelerinde öne çıkan bir bölge olma özelliği taşımaktadır.

Bu özelliğine bağlı olarak yoğun nüfus ve trafiğin iç içe olduğu bir ildir. Özellikle son 50 yılda görülen hızlı endüstriyel gelişimi nedeniyle Kocaeli, burada yaşayan insanların kirleticilere maruziyetinin belirlenmesi için yapılacak çalışmalarda öncelikli bölge konumundadır. Anadolu ile Avrupa yakası arasındaki geçiş noktası olması nedeniyle trafik yükü ve günlük araç sayısı anlamında hava kirliliği açısından etkin bir kaynak olarak dikkat çekmektedir.



- Umuttepe Kampüsü
- Demiryolu Caddesi
- ✦ Tem otoyolu

2.2. Örneklerin alınması ve hazırlanması

Kocaeli ilinde trafik yoğunluğuna göre belirlenen 3 ayrı bölgeden (Umuttepe Kampüsü-A1, A2, A3, Demiryolu Caddesi-B1, B2, B3 ve TEM otoyolu tünel içi – dışı ve gişeler C1, C2, C3, C4) olmak üzere toplam 10 örnek yolun hemen kenarında belirlenen 1 m²'lik alandan uygun ekipmanlarla alınarak uygun saklama şartlarında laboratuvar ortamına getirilmiştir.

Laboratuvar ortamına getirilen numuneler kıl, çöp gibi maddelerden temizlendikten sonra elek sistemi ile 63, 100 ve 250 µm boyutuna elenerek amber cam şişelerde buzdolabı ortamında saklanmıştır.



TEM otoyolu örnek alma noktaları



Demiryolu Caddesi örnekleme noktaları



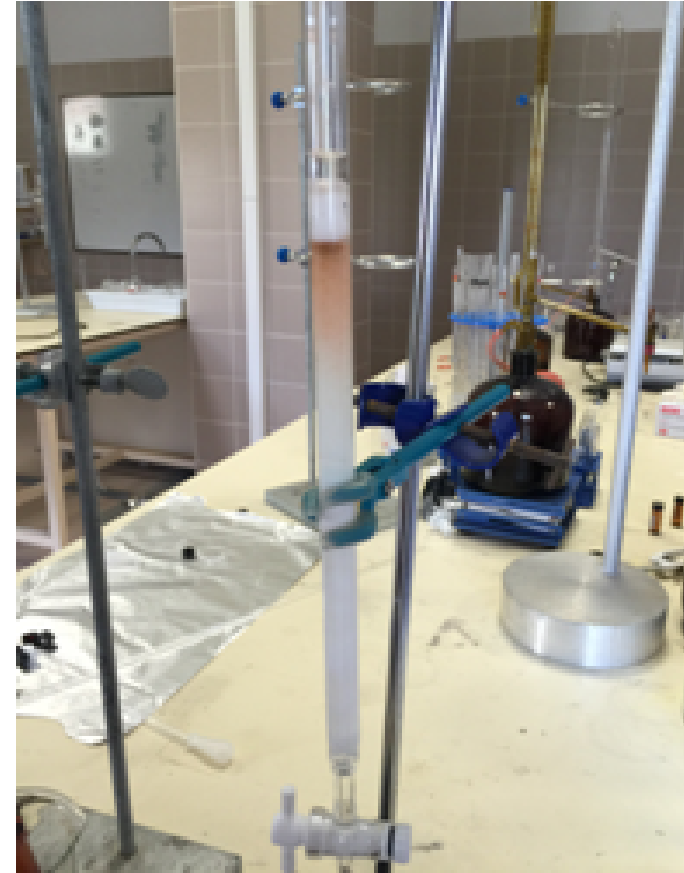
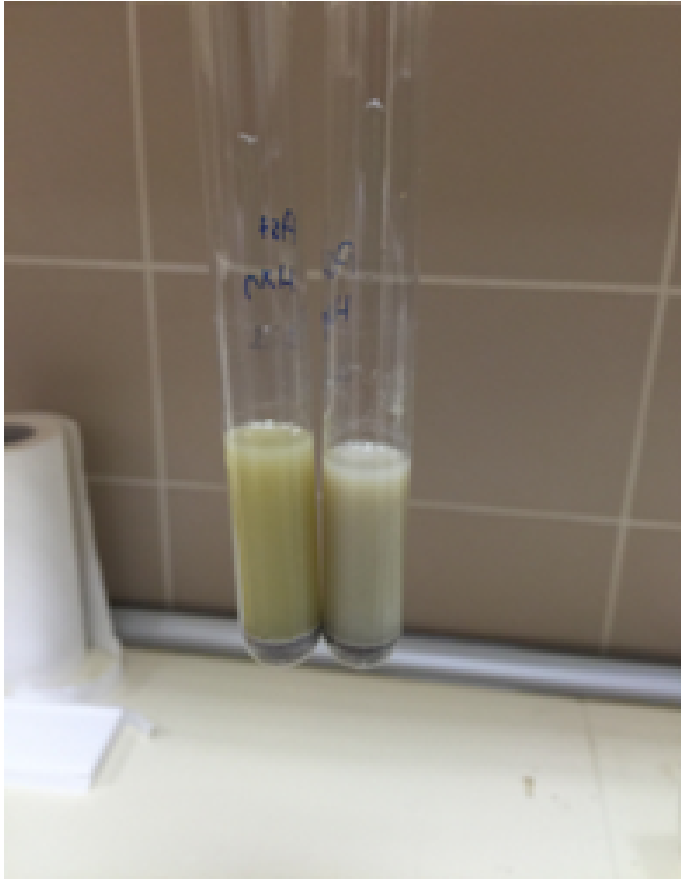
Umuttepe Kampüsü örnekleme noktaları

Ekstraksiyon ve temizleme [Odabasi ve Cetin (2012)]

Ekstaksiyon: 1:1 (Acetone: Hexane)

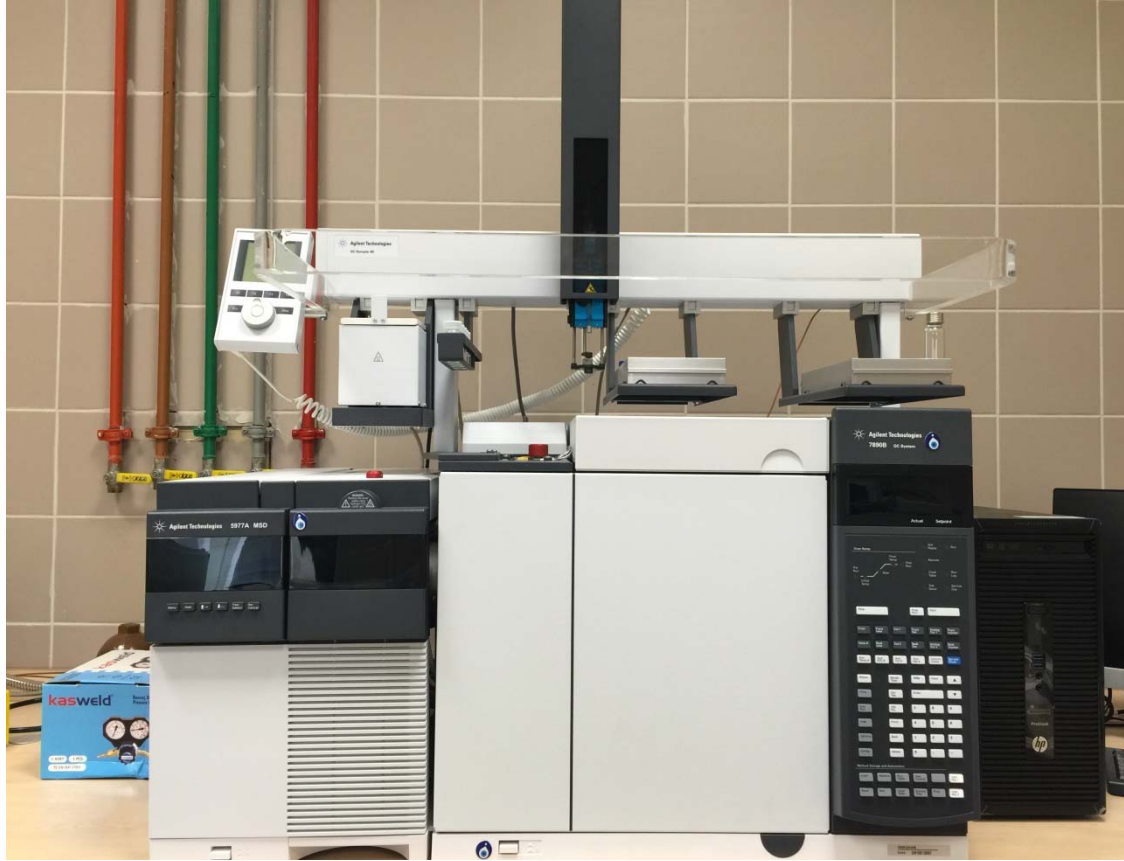
Kolon: 3 gr (6%) Alumina , 4,5 gr skika jel (4.5%), sodyum sülfat

Sıvı faz: 50 ml petrolyum eteri → son hacim: 250 µl



2.3. Analiz

Temizleme işlemi ile hazır hale getirilen örnekler, konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla GC-ECD (Agilent Technologies 5977A) cihazında analiz edilmiştir.



3. BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

3 ayrı bölgeden toplanan 10 örneğin 3 boyuta elenmesi sonucu elde edilen numunelerde 13 adet PCB izomeri için (PCB18, PCB31-28, PCB20, PCB52, PCB44, PCB101, PCB149-118, PCB105, PCB153, PCB138, PCB180, PCB170, PCB194) sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. PCB izomerlerine ait ortalama, ortanca, en düşük ve en yüksek değerleri

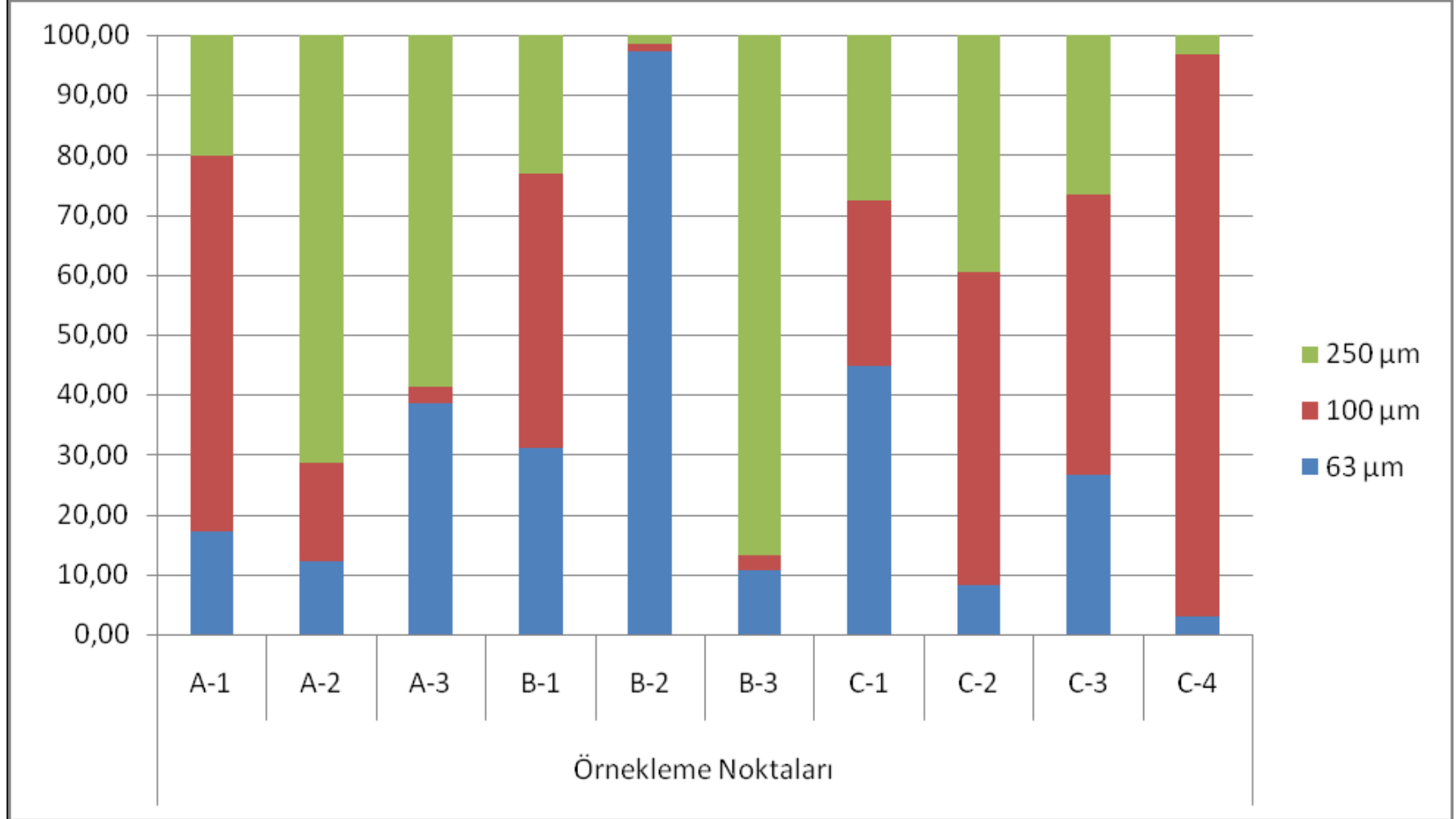
	Umuttepe Kampüsü-A			Demiryolu Caddesi-B			TEM Otoyol Tünel-C		
	$\mu\text{g/kg}$			$\mu\text{g/kg}$			$\mu\text{g/kg}$		
	Ort. \pm Std.Sap	Ortanca	Min / Max	Ort. \pm Std.Sap	Ortanca	Min / Max	Ort. \pm Std.Sap	Ortanca	Min / Max
PCB_18	0,70 \pm 0,59	0,64	0,08 / 1,73	0,62 \pm 0,74	0,23	0,10 / 1,92	199,97 \pm 298,97	47,68	0,31 / 864,70
PCB_31_28	0,47 \pm 0,37	0,34	0,09 / 1,04	0,64 \pm 1,07	0,11	0,001 / 2,74	81,50 \pm 181,48	3,15	1,06 / 598,56
PCB_20	0,24 \pm 0,26	0,13	0,01 / 0,68	0,68 \pm 1,20	0,08	0,02 / 3,05	88,15 \pm 208,12	2,67	0,54 / 692
PCB_52	0,60 \pm 0,37	0,48	0,25 / 1,07	0,72 \pm 0,90	0,34	0,13 / 2,49	268,54 \pm 515,87	4,77	1,28 / 1557,14
PCB_44	0,50 \pm 0,58	0,28	0,07 / 1,57	3,78 \pm 8,49	0,16	0,01 / 21,09	301,16 \pm 646,74	6,34	0,92 / 2071,7
PCB_101	0,26 \pm 0,23	0,19	0,05 / 0,56	1,17 \pm 2,04	0,18	0,02 / 5,19	5,67 \pm 5,73	4,40	0,79 / 19,46
PCB_149_118	0,48 \pm 0,52	0,36	0,04 / 1,49	2,41 \pm 4,49	0,20	0,09 / 11,37	4,40 \pm 2,92	3,73	1,33 / 12,27
PCB_105	0,50 \pm 0,53	0,34	0,02 / 1,44	1,17 \pm 1,85	0,17	0,001 / 4,61	3,45 \pm 3,45	2,08	0,57 / 11,39
PCB_153	0,25 \pm 0,21	0,18	0,03 / 0,53	1,44 \pm 2,17	0,09	0,001 / 4,67	3,17 \pm 3,31	2,31	0,46 / 12,65
PCB_138	0,59 \pm 0,53	0,57	0,03 / 1,24	2,40 \pm 4,55	0,18	0,01 / 11,48	4,28 \pm 2,42	3,62	0,45 / 7,72
PCB_180	0,65 \pm 1,00	0,14	0,05 / 2,57	5,50 \pm 11,77	0,25	0,05 / 29,43	5,56 \pm 7,05	4,21	0,58 / 26,58
PCB_170	0,14 \pm 0,12	0,10	0,03 / 0,35	1,31 \pm 2,57	0,14	0,001 / 6,49	1,70 \pm 1,17	1,62	0,51 / 4,61
PCB_194	2,11 \pm 4,29	0,27	0,08 / 10,82	1,83 \pm 3,58	0,35	0,05 / 9,12	2,94 \pm 2,38	2,18	0,46 / 8,47

Örnekleme noktası olarak belirlenen 3 alanda da hedeflenen tüm PCB kirleticilerine rastlanmıştır. Trafik yoğunluğu açısından diğer bölgelere göre daha az araç yüküne sahip (≈ 4000 araç / gün) Umuttepe bölgesinde 3 örnekleme noktasının ortalama değerleri diğer bölgelere oranla oldukça düşük bulunmuştur.

Demiryolu caddesi (≈ 8000 araç/gün) örnekleme noktaları araç yükünün yanı sıra dur kalk ve trafik sıkışıklığının yoğun olduğu noktalar dikkate alınarak belirlenmiş tek bir hat üstünde olan 3 örnekleme noktasının ortalama değerleri Umuttepe bölgesine göre nispeten daha yüksek bulunmuştur. Bu bölge trafik yükünün yanı sıra yerleşim alanı özelliği de göstermektedir. Bu özelliği nedeniyle trafik kaynaklarının dışında da PCB kaynakları olduğunu göz önüne alınmalıdır.

Karayolları genel müdürlüğünün yıllık olarak hazırladığı istatistiksel verilere göre 2014 yılı için 45000 araç/gün olarak yoğun bir araç sayısına sahip Tem otoyolu verileri diğerk bölgeler içinde en yüksek konsantrasyonlara rastlanan bölge olmuştur (www.kgm.gov.tr). Bu bölgede gişeler ve yaklaşık 1 km sonrasında bulunan tünelin girişi, ortası ve çıkışı, örnekleme noktaları olarak belirlenmiştir. 4 ayrı elde edilen PCB seviyelerinin ortalamaları Tablo 1 de verilmektedir. En yüksek değerk olarak PCB44 bileşiğı 301,16 µg/kg olurken en düşük değerk PCB170 bileşiğı için 1,70 µg/kg olarak ölçülmüştür. Tünelin bulunduğı mevkide yolun yapısında bulunan %3 eğimli rampa nedeniyle tünele hızla giren ve tünel ıkışıındaki viraj nedeniyle yavaşlayan araçların egzoz ıkışılarıındaki değişkenlik nedeniyle bu bölgelerde daha yüksek PCB konsantrasyonlarına rastlanıldığı düşünülmektedir.

Çalışmanın başında da belirtildiği gibi her bir örnekleme noktasından alınan örnekler elenerek 3 ayrı boyuta (63, 100, 250 μm) ayrılmış ve bu boyutlar bazında sonuçlar Şekil 1 deki grafikte sunulmuştur.



Şekil 1. Örneklerin farklı boyutlar içerisindeki yüzde dağılımları

Örneklerin farklı boyutlardaki analiz sonuçları değerlendirildiğinde çoğunlukla 100 ve 250 μm boyutlarında daha yüksek tutulumlara rastlandığı belirlenmiştir. Irvine ve Loganathan (1998) yılında yaptıkları çalışmada PCB6 için 250 μm 'den küçük boyutlar için çalışma yapmış ve bu boyutlarda 90 - 984 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında elde edildiğini belirtmiştir. Yang ve Baumann 1996 yılı çalışmasında ise yine PCB6 için >100 μm boyutundaki yol tozu için 190–3600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ konsantrasyon değerleri ifade edilmiştir. Literatür çalışmaları göstermektedir ki 250 μm ve altındaki boyutlar PCB tutulumları açısından önem taşıyan boyutlardır. Bu çalışmada 250 μm altındaki 3 boyut için değerlendirme yapılarak tutulumun yüksek olduğu boyutlar tercih edilmiştir. 63 μm altındaki tozların uzun mesafe taşınımı için uygun boyuttaki partikül olarak kabul edildiğinden o boyuttaki tozların örnek alınan kaynaktan uzaklaştığı düşünülebilir. Bu nedenlerle 100 ve 250 μm boyutundaki tozlarda tutunan kirleticilerin lokal kaynağı temsil ettiği ve kirlilik seviyelerin bu bölgelere ait kaynaklardan oluştuğu düşünülmektedir.

5. TARTIŐMA VE ÖNERİLER

Yol tozunda PCB örnekleme si ölkemizde ve dünyada son derece az çalıőılan bir konudur olarak karőımıza çıkmıőtır. Literatürde bulunan 90'lı yıllarda yapılmıő birkaç çalışma mevcuttur ancak bu çalıőmalarında bakılan hedef kirleticiler ile çalıőmamızda ölçtüğümüz PCB izomerleri çakıőmamaktadır. Yol tozu değerlendirilirken sadece yoldan kaynaklı bir kirlilik olup olmadığının belirlenebilmesi için farklı özellik gösteren bölgelerde daha fazla örnek alarak oluşturulacak veri setiyle çalıőmak sonuçların değerlendirilmesi açısından daha anlamlı olacaktır. Bu çalışmanın istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için örnekleme ve incelenen kirletici tür sayıları arttırılarak daha kapsamlı bir çalışma planlanmaktadır.

TEŐEKKÜRLER

Bu çalışmanın yürütölmesi esnasında PCB standartlarının temininde nazik desteği için Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Eftade GAGA'ya teşekkür ederiz.

Dr. Demet ARSLANBAŞ

***KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ***

demetars@kocaeli.edu.tr