

## BURSA'DA ÜÇ FARKLI BÖLGEDE ATMOSFERİK OCP KONSANTRASYONLARININ VE ZEYTİN AĞACI BÖLÜMLERİNDEKİ OCP DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ

Egemen A. SAKIN<sup>1</sup>, S. Sıddık CINDORUK<sup>1(\*)</sup>, Fatma ESEN<sup>1</sup>, Burak ÇALIŞKAN<sup>1</sup>, Yücel TAŞDEMİR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Nilüfer/Bursa

### ÖZET

Yapılan çalışmada Bursa ilinde 01.02.2016 ve 01.06.2016 tarihlerinde, farklı karakterdeki üç bölgeden hava ve zeytin bileşenleri toplanmıştır. Hava örnekleri pasif hava örnekleycilerle toplanmış, zeytin ağaçlarındaki dağılımın belirlenmesi amacıyla yaprak, bir ve iki yıllık dallar ayrı olarak incelenmiştir. Ayrıca yapraklar üzerinde bulunan tozlar, temiz peçeteler yardımıyla silinerek partikül faz olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen atmosferik ortalama  $\sum_{10}$ OCP konsantrasyonları Uludağ Üniversitesi Gemlik Kampüsü (GK), Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü (UK) ve Orhangazi (OG) için sırasıyla 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 126  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 197  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır. Yapraklardaki OCP konsantrasyonları sırasıyla 7,05  $\text{ng}/\text{g}$  KM, 8,42  $\text{ng}/\text{g}$  KM ve 4,73  $\text{ng}/\text{g}$  KM, bir yıllık dallardaki OCP konsantrasyonları ise 4,18  $\text{ng}/\text{g}$  KM, 4,1  $\text{ng}/\text{g}$  KM ve 2,19  $\text{ng}/\text{g}$  KM olarak hesaplanmıştır. Sıcak ve soğuk aylarda toplanan zeytin bileşenlerinden elde edilen konsantrasyonların regresyonlarında GK ve OG bölgeleri için sırasıyla  $r^2 = 0,75$  ve  $r^2 = 0,86$  değerleri bulunmuştur. Bölgelerde zeytin ağaçları bileşenleri üzerinde belirlenen OCP dağılımının mevsimsel farklılıklardan etkilenmediği görülmüştür. UK bölgesinde ise bu değerler arasında bir ilişkiye rastlanmamış ve en çok farklılık gösteren bölümlerin yapraklar üzerindeki partiküller ve bir yıllık dallar olduğu görülmüştür.

### ANAHTAR SÖZCÜKLER

Pestisit, biyoizleme, zeytin, kalıcı organik kirletici

### ABSTRACT

Air and olive components were collected from 3 sampling sites having different characteristics between the dates of 02/01/2016-06/01/2016 in Bursa. Air samples were collected with passive air samplers (PAS) and leaves and branches with 1-2 years aged were analyzed in order to observe the distribution in olive trees. Dusts deposited on leaves were also collected with clean wipes for determination of particle phase OCPs. Atmospheric concentrations were determined 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 126  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  and 197  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for Uludağ University Gemlik Campus (GK), Uludağ University Görükle Campus (UK) and Orhangazi (OG), respectively. The concentrations obtained for leaves were 7.05  $\text{ng}/\text{g}$  DM (dry matter), 8.42  $\text{ng}/\text{g}$  DM and 4.73  $\text{ng}/\text{g}$  DM; OCP concentrations were 4.18  $\text{ng}/\text{g}$  DM, 4.1  $\text{ng}/\text{g}$  DM and 2.19  $\text{ng}/\text{g}$  DM in 1 year aged branches. The regression results of warmer and colder months olive components were  $r^2 = 0.75$  and  $r^2 = 0.86$  for GK and OG, respectively. It was

(\*) cindoruk@uludag.edu.tr

observed that the OCP distribution determined on the olive tree components in the regions was not affected by the seasonal differences. No relationship was observed on these values in UK sampling site, but the noticeable difference was determined on leaves and 1 year aged branches.

## 1. GİRİŞ

Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK'lar) pasif ya da aktif örnekleme yöntemleri ile izlenmektedirler (Bircul ve ark. 2017, Odabasi ve ark. 2015, Persoon ve Hornbuckle 2009). Aktif örneklemler elektrik kullanılması sebebiyle maliyetli olmaktadır. Bu sebeple son dönemlerde pasif örnekleme hem işletim kolaylığı hem de maliyetin aktif göre daha az olması sebebiyle sık başvurulan örnekleycilerdir (Estellano ve ark. 2012, Yoonki ve ark. 2014).

Poliüretan köpük diskli (PUF) pasif örnekleyciler kontrolünün kolay olması, uzun süreli kullanılabilmesi ve ucuz olması sebebi ile yarı uçucu organik kirleticilerin ölçülmesinde son yıllarda yaygın olarak kullanılmakta ve atmosferik KOK konsantrasyonları kolaylıkla belirlenebilmektedir (Li ve ark. 2012). Yeryüzünün büyük bir kısmı bitki örtüsü ile kaplı ve bitkilerin yüzey alanı genellikle ile zengin bir lipid epidermine sahiptir. Bu durumda bitkilerin KOK'ların döngüsü ve dağılımı konusunda önemli bir role sahip olmasına sebep olmaktadır (Ockenden ve ark. 1998). KOK'ların tespitinde çam, domates, zeytin, yosun, kivi, üzüm gibi çeşitli bitkiler kullanılmıştır (Costopoulou ve ark. 2010, Grassi ve ark. 2010).

Zeytin ağaçları hem yaz kış yapraklı olması hem de yağ oranlarının yüksek olması sebebiyle KOK'ların yıllık olarak izlenmesinde etkili olabilmektedirler. Ayrıca bu ağaçların meyvesi ve yağı doğrudan tüketilebildiği gibi hastalıklara karşı ilaç ve kozmetikte de birçok alanda kullanılmaktadırlar. Bu sebep ile de insan sağlığına doğrudan bir etkisi bulunabilmektedir. Ağaçların lipit içeriğinden dolayı lipofilik KOK'lar birikim göstermekte ve gaz fazındaki hava kirleticileri ağaçlarının bileşenleri tarafından sorpsiyona uğramaktadır (Simonich ve Hites 1995).

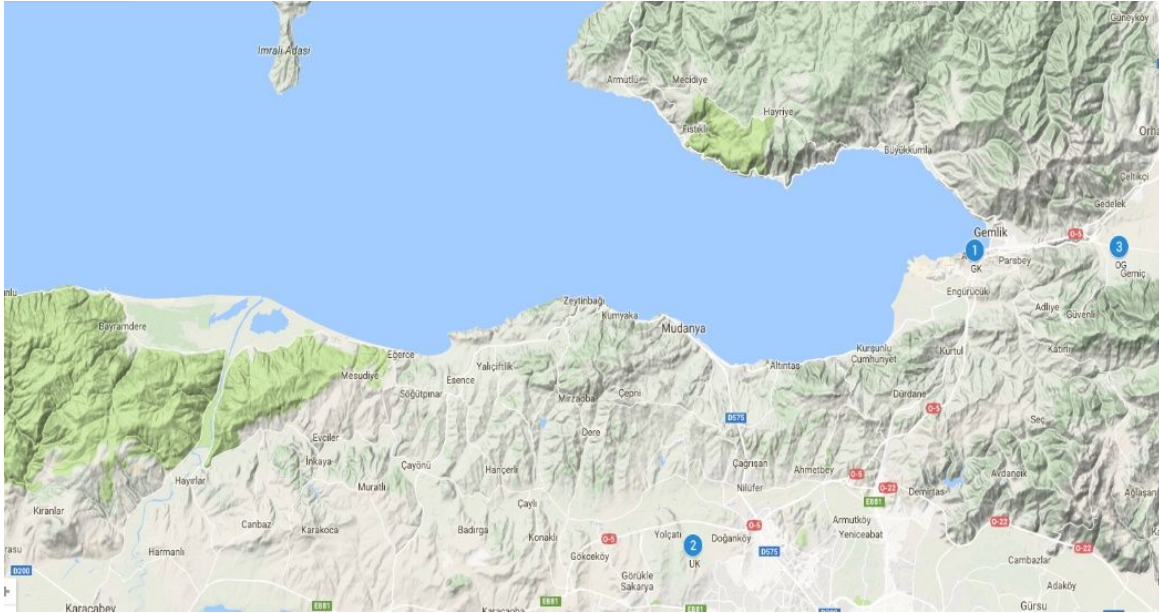
KOK grubuna dahil olan yarı uçucu organik birleşiklerin bir grubu Organoklorlu pestisitler (OCP'ler), kimyasal ve fiziksel özelliklerinden ötürü çevre ortamında bozunmadan uzun süre kalabilmektedir. OCP'ler zararlı haşaratları ve hastalıkları kontrol ederek gıda üretimindeki olumlu etkileri sebebiyle yaygın olarak üretilmekte ve dünya çapında kullanılmaktadırlar (Fang ve ark. 2017). Endüstri ve tarımda çoğunlukla böcek ve herbisit olarak kullanılan OCP'lerin noktasal kaynağı bulunmamaktadır. OCP'ler ile kirlenmiş su, toprak ve bitki örtüsünden buharlaşarak atmosfere geçmektedirler (Cindoruk 2011). Bu kirleticilerin kalıcı olmaları, biyoakümülyasyona uğramaları, insan ve hayvanlarda olumsuz etkileri olması sebebiyle önemli bir çevre sorunu haline gelmişlerdir (Yohannes ve ark. 2014, Kalyoncu ve ark. 2009). Bu sebeple birçok ülkede kullanımı yasaklanmış olmasına karşın yüksek kararlılıklarından dolayı hala suda, toprakta ve atmosferde kolaylıkla tespit edilebilmektedirler (Fang ve ark. 2017, Wang ve ark. 2015).

Bu çalışmada Bursa'da üç farklı bölgede Şubat 2016 ve Haziran 2016 aylarında hem PUF diskler hem de zeytin bileşenleri kullanılarak OCP konsantrasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın başlıca amaçları:

- Toplanan PUF ve zeytin bileşenlerindeki OCP seviyelerinin belirlenmesi,
- Zeytin ağacı bileşenlerindeki dağılımların, sıcak ve soğuk aylardaki değişimlerinin incelenmesi,
- Bir ve iki yıllık zeytin dallarındaki OCP seviyelerinin belirlenmesi,
- Atmosferik OCP konsantrasyonları ve zeytin bileşenlerindeki OCP konsantrasyonlarının incelenmesi,
- Partikül fazda birikim gösteren OCP konsantrasyonlarının ortaya koyulmasıdır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Örneklem noktalarındaki hava örnekleri zeytin ağaçlarına yerleştirilmiş olup zeytin numuneleri de bu ağaçlardan toplanmıştır. Uludağ Üniversitesi'nin Gemlik Kampüsü'nde (GK) gerçekleştirilen örneklemede numuneler 40°25'17.09"K 29°8'29.08"D koordinatından, Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde (UK) 40°15'9.03"K 28°53'30.58"D koordinatından ve Orhangazi örnekleme noktasındaki numuneler ise 40°25'23.45"K 29°16'9.35"D koordinatından toplanmıştır (Şekil 1.)



**Şekil 1.** Örneklem noktaları; 1 numara (Gemlik Kampüsü, GK), 2. Numara (Uludağ Üniversitesi Kampüsü, UK), 3 numara (Orhangazi, OG).

Laboratuvara getirilen PUF örnekleri yaklaşık 200 mL ACE:HEX (1:1) karışımı ile sokslet ekstraksiyon yöntemi ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi 24 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Zeytin örneklerinin dal ve iğneleri makas yardımıyla 1-1,5 cm'lik ufak

parçalara ayrılmıştır. Dallardan 2-3 gram, zeytin yapraklarından ise 5-6 gram tartılarak 100mL'lik şişelere koyulmuştur. Şişelere 50 mL'lik DCM:PE karışımı eklenmiştir. Daha yüksek verimler elde edebilmek için zeytin bileşenleri çalkalayıcı ve ultrasonik cihazda olmak üzere iki farklı ekstraksiyona tabi tutulmuştur (Chen ve ark. 2006). Örnekler çalkalayıcı da 50 mL DCM:PE (1:1) karışımı ile  $\approx 16$  saat tutulduktan sonra ultrasonik ekstraksiyon cihazına koyularak ilk adımında 15 dakika ekstrakte edilmiştir. Bu sürenin sonunda DCM:PE karışımı yeni bir şişeye alınmış ve zeytin bileşenlerinin bulunduğu şişelere 40 mL'lik ACE:HEX (1:1) karışımı eklenmiş ve yeniden 30 dakika boyunca ultrasonik ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstrakte işleminden sonra ACE:HEX karışımı ile DCM:PE karışımı birleştirilmiştir.

Ekstraksiyon adımından sonra kimyasalların hacminin azaltılarak daha konsantrale hale getirilmesi döner buharlaştırıcı (Heidolph Rotary Evaporators Laborota 4001) vasıtası ile yapılmıştır. Ekstrakte edilen örnekler cam balonlara alınarak döner buharlaştırıcıya yerleştirilmiştir. Örnek hacmi ilk olarak 5 mL'ye indirilmiş ve üzerine 10 ml HEX ilave edilmiştir. Sonrasında örneğin hacmi 2 mL'ye kadar azaltılmıştır (Cindoruk ve Tasdemir 2010).

Örneklerin temizlenmesi ve fraksiyonlarına ayrılması aşamasında içinde silisik asit, alümina ve sodyum sülfat bulunan bir kolon kullanılmıştır. Fraksiyon öncesinde, silisik asit ve alüminyum oksit aktivasyon ve deaktivasyon işlemleri yapılmıştır. Bu sebep ile silisik asit ( $H_4SiO_4$ ; Sigma Aldrich;  $\leq 100$  mesh) 24 saat boyunca  $105^\circ C$ 'lik etüvde tutularak aktivite edilmiştir. Desikatörde soğutulduktan sonra 3 gram tartılarak üzerine 100  $\mu L$  saf su eklenmiştir (Tasdemir ve ark. 2004). Alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ; Merck) ise fraksiyonda kullanılacak sodyum sülfat ( $Na_2SO_4$ ) ve cam yünü ile beraber  $450^\circ C$ 'lik kül fırınında tutulmuştur. Alüminyum oksit desikatörde soğuduktan sonra 2 gram tartılarak üzerine 120  $\mu L$  saf su eklenmiş ve homojen dağılım için iyice sallanmıştır (Tasdemir ve Holsen 2006). Hem silisik asit hem de alüminyum oksit fraksiyonda kullanılmadan önce 1 saat beklenmiştir. Hazırlanan kimyasallar kolona silisik asit, alüminyum oksit ve sodyum sülfat olacak şekilde sırasıyla ilave edilmiştir. Olası kirlenmelere karşı klon 20 mL DCM ve PE ile yıkanmış olup OCP örnekleri 20 mL'lik DCM ile toplanmıştır. Döner buharlaştırıcı aracılığı örnek hacimleri 1 mL'ye indirilerek GC-ECD'de okunana kadar  $-20^\circ C$ 'de derin dondurucuda saklanmıştır

### 3. SONUÇLAR

#### 3.1. Atmosferik OCP konsantrasyonları

Yapılan çalışmada 01.02.2016 ve 01.06.2016 alınan hava örnekleri ile farklı karakterdeki 3 bölgede atmosferik OCP konsantrasyonları incelenmiştir. Toplanan örneklerde alpha-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, delta-HCH, Heptachlor epoxide, Endrin, Endosulfan beta, Endrin aldehide, p,p' -DDT ve Methoxychlor olmak üzere 10 OCP türü belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmada Uludağ Üniversitesi Gemlik Kampüsü (GK), Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü (UK) ve Orhangazi (OG) bölgelerinde elde edilen atmosferik OCP konsantrasyonları, Şekil 2'de gösterilmiştir. Şubat ayında yapılan örneklemede elde edilen tür konsantrasyonlarının GK, UK ve OG bölgeleri için sırasıyla  $7-24 \text{ pg/m}^3$ ,  $27-117 \text{ pg/m}^3$  ve  $14-65 \text{ pg/m}^3$  arasında değiştiği görülmüştür. Haziran ayında elde edilen konsantrasyonlar ise aynı sırayla  $0,4-13 \text{ pg/m}^3$ ,  $4-62 \text{ pg/m}^3$  ve  $0,5$  ile  $35 \text{ pg/m}^3$  aralığında değiştiği görülmüştür. Bu bölgelerde elde edilen ortalama  $\Sigma 10$  atmosferik OCP konsantrasyonları ise aynı sırayla  $45 \text{ pg/m}^3$ ,  $126 \text{ pg/m}^3$  ve  $197 \text{ pg/m}^3$  olarak

hesaplanmıştır. Elde edilen konsantrasyonlar incelendiğinde, literatürde raporlanan değerler ile tutarlı oldukları görülmüştür (Tablo 1).

Bölgelerde elde edilen tür dağılımları incelendiğinde GK ve UK bölgelerinde HCH'lerin toplam konsantrasyonların sırasıyla %67,04 ve %32,23'lük bölümlerini oluşturdukları ve bu bölgelerdeki baskın türler oldukları görülmüştür. OG bölgesinde ise HCH'ler toplamın %35,75'ünü oluştururken, bu bölgedeki baskın OCP türünün %54,57 ile Heptachlor epoxide olduğu görülmüştür. UK bölgesinin Marmara Denizinden gelen kalıcı organik kirletici kirliliğine maruz kaldığı daha önce yapılan çalışmalarda görülmüştür. Bunun yanında GK bölgesinde hava örneklerinin toplandığı nokta ile Marmara bölgesi arasında yaklaşık 250-300 m'lik bir mesafe bulunmaktadır. Bu iki bölgenin de Uludağ Üniversitesi bünyesindeki zeytinlikler olması ve Marmara Denizi'nin etkilerine maruz kalmaları, sebebiyle benzer OCP tür dağılımlarına sahip olmaları beklenen bir sonuçtur. Bunun yanında tür dağılımlarındaki diğer farklılıklar örnekleme noktalarının yakın çevrelerinden kaynaklanıyor olabilir. UK bölgesindeki örnekleme noktası etrafında genel olarak çamlıklar ve çevre yolu bulunurken GK bölgesi daha çok Gemlik bölgesi ve çevresindeki çeşitli bahçelerin etkisi altında bulunmaktadır. Örnekleme bölgeleri arasındaki bu farklılıklar bölgelerdeki tür dağılımlarında da kendini göstermiştir. GK bölgesinde elde görülen türler incelendiğinde, UK bölgesinde görülmeyen Heptachlor epoxide, Endosulfan beta ve Methoxychlor türlerine rastlandığı görülmüştür.

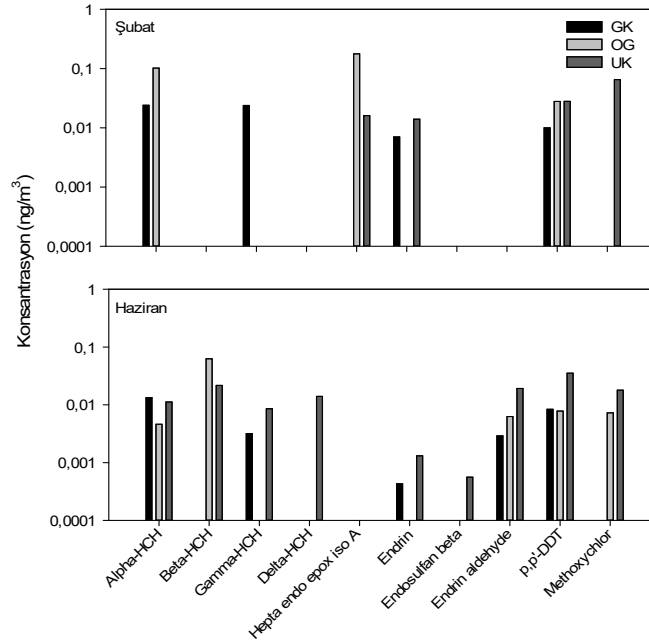
Bölgelerdeki atmosferik konsantrasyonların soğuk ve sıcak mevsimlerdeki değişimi incelendiğinde, üç bölgede de sıcak mevsimlerde daha fazla türe rastlanmıştır. Artan sıcaklıklar ile beraber, atmosferde saptanamayacak seviyelerde bulunan türlerin konsantrasyonlarının artarak ölçülebilecek seviyelere gelmeleri KOK'ların buhar basınçları göz önüne alındığında beklenen bir sonuçtur. Bunun yanında her iki mevsimde de gözlemlenen türlerde artan sıcaklıkla beraber konsantrasyon düşüşü görülen türlere de rastlanmıştır. Yapılan çalışmada örnekler zeytin bahçelerinden alınmıştır ve özellikle GK ve OG bölgeleri çevresinde çok farklı bahçelerin olduğu görülmüştür. Zeytin bahçelerinde yaz ve kış mevsimlerinde farklı sebeplerle ilaçlamalar ve toprak sürme işlemleri yapıldığı görülmüştür. Bu nedenle oluşan bu konsantrasyon farklılıklarının sıcaklık etkisini maskeleyici düşünülmemektedir.

**Tablo 1.** Literatürde İncelenen Atmosferik OCP Konsantrasyonları

	Pakistan (pg/m <sup>3</sup> )	Bursa, Türkiye (pg/m <sup>3</sup> )	Bursa, Türkiye (pg/m <sup>3</sup> )	İzmir, Türkiye (pg/m <sup>3</sup> )	Çin (pg/m <sup>3</sup> )	Basin, Pakistan (pg/m <sup>3</sup> )	Çin (pg/m <sup>3</sup> )	Gana (pg/m <sup>3</sup> )
α HCH	75,76	31	66	111	5,00	16,4	112,60	12,75
β HCH	128,9	184	168	320	13,08	5,6	388,90	15,20
γ HCH	0,00	46	71	117	3,17	1,3	50,00	20,85
δ HCH	69,99	72	14	38	0,58	9,2	103,20	1,25
Heptachlor		114		7				
Aldrin		16		6				
Endosulfan-α		112		48		1,5	156,00	
Endosulfan						2,2		
Endrin		38	25	16				
Endosulfan-β		76	87			0,7		
o,p' DDD	80,59					4,4		1,25
p,p' DDD	89,00	12	23	5		84,7		1,60
Endrin aldehyde		138	20	48				
Endosulfan sulfate		35		369				
o,p' DDE	162,5				3,09	11,8		1,85
p,p' DDE	283,4				1,64	69,3	63,10	6,90
o,p' DDT	52,45				4,47	53,0	85,90	1,90
p,p' DDT	121,4	8		29	23,72	79,0	124,40	6,60
Methoxychlor		134	77	220				
HCB	11,39				18,18	8,1		
CC	3,18						18,50	
TC	6,96						16,00	
Heptachlor	9,41					7,0		
Endosulfan b	21,8							
<b>Referanslar</b>	Bajwa ve ark. 2016				Li ve ark., 2016	Sultana ve ark., 2014	Wang	Adu- Kumi ve ark., 2012

### 3.2. Zeytin örneklerindeki OCP konsantrasyonları

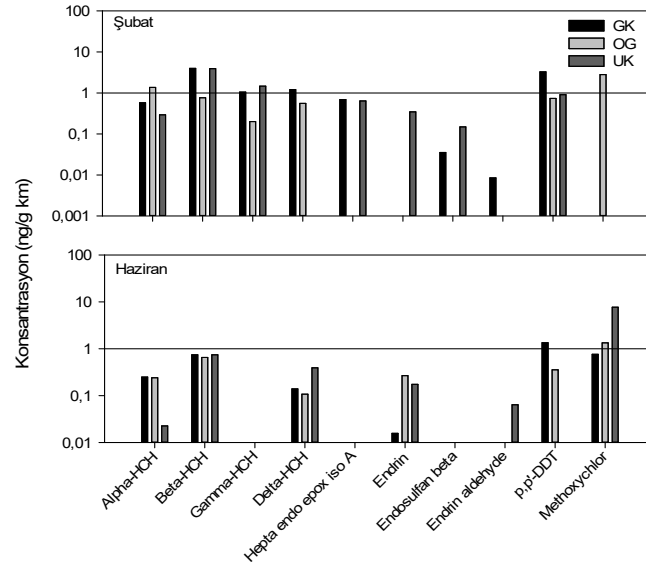
Yapılan çalışmada alınan hava örnekleri ile beraber zeytin örnekleri de alınmış ve bu örnekler yaprak, 1 yıllık dal, 2 yıllık dal ve yaprakların üzerindeki partikül faz olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Toplanan yaprakların üzerindeki partiküller temiz peçeteler ile nazikçe silinerek analiz edilmiştir. Bu yolla elde edilen örnekler partikül faz, üzeri silinmiş yaprakların analiz edilmesi ile elde edilen örnekler ise yapraklardaki çözünmüş faz olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Atmosferik OCP Konsantrasyonları

**Yaprak örneklerinden elde edilen OCP konsantrasyonları.** Yapılan çalışmada yaprak örnekleri kullanılarak elde edilen OCP konsantrasyonlarının Şubat ayında GK, UK ve OG bölgeleri için sırasıyla 0,7-3,98 ng/g KM, 0,2-2,8 ng/g KM ve 0,15-3,90 ng/g KM arasında değiştiği, Haziran ayında ise 0,14-1,35 ng/g KM, 0,1-1,33 ng/g KM ve 0,17-7,72 ng/g KM aralığında değiştiği görülmüştür. Bu bölgelerde elde edilen atmosferik ortalama  $\sum_{10}$ OCP konsantrasyonları ise aynı sırayla 7,05 ng/g KM, 8,42 ng/g KM ve 4,73 ng/g KM olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler literatürde farklı bitkiler ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, rapor edilen değerler ile tutarlı oldukları görülmüştür (Tablo 2).

Zeytin yapraklarından elde edilen konsantrasyonların tür dağılımları incelendiğinde OG ve UK bölgelerinde baskın türlerin HCH'ler ve Methoxychlor olduğu görülmüştür. Bu türlerin OG bölgesinde elde edilen konsantrasyonların sırasıyla %41,5 ve %42'sini, UK bölgesinde ise %31,65 ve %54,52 sini oluşturduğu görülmüştür. GK bölgesinde ise HCH konsantrasyonları toplamın %54,41'ini oluştururken p,p' DDT %28 ile ikinci en yüksek konsantrasyonu oluşturmaktadır. Tür dağılımları incelendiğinde beklenen, GK ve UK bölgesinde konsantrasyonların atmosferik OCP seviyelerinde olduğu gibi birbirlerine yakın olmasıdır. Fakat elde edilen değerler incelendiğinde OG ve UK bölgesinin hâkim türler açısından benzerlik gösterdiği görülmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde birçok bölgede yasaklanmış olmasına rağmen hala bazı OCP türlerinin bilerek ya da yanlışlıkla kullanıldıklarına dair sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu bölgelerde beklenenin dışında yapraklarda oluşan kirliliğin atmosferdeki konsantrasyonlara değil de direk olarak ilaçlanmaya bağlı olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. Zeytin Yapraklarından Elde Edilen OCP Konsantrasyonları

Bölgelerdeki zeytin yapraklarında elde edilen türlerin ortalama değerleri dışında Şubat ve Haziran aylarındaki konsantrasyonları da incelenmiş ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Yapraklarda elde edilen çözünmüş fazdaki tür sayısının, sıcak mevsimlerde azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durum atmosferik OCP konsantrasyonları düşünüldüğünde tam tersi bir eğilimi işaret etmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde sıcaklığın artmasıyla KOK'ların topraktan ve buldukları ortamlardan buharlaşarak atmosfere geçme eğiliminde oldukları görülmüştür. Bu bilgiler ışığında tür sayısında görülen azalmanın beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Hesaplanan konsantrasyonlar incelendiğinde ise beklendiği üzere, yaz aylarında elde edilen değerlerdeki düşüş göze çarpmaktadır. Özellikle hafif ve buhar basınçları yüksek olan türlerde bu azalma daha net görülebilmektedir. Bunların yanında bazı türlerde konsantrasyon artışları da görülmektedir. Bu durumun daha önce bahsedilen mevsimsel ilaçlama farklılıklarından ya da OCP'lerin taşınım ve çökeltmelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

**Dal örneklerinden elde edilen OCP konsantrasyonları.** Çalışmada toplanan dal örnekleri, farklı sürelerde oluşan birikimler arasındaki ilişkinin değerlendirilebilmesi açısından GK ve UK bölgelerinde 1 yıllık dallar ve 2 yıllık dallar olmak üzere ayrı ayrı incelenmiştir. OG bölgesinde ise sadece 1 yıllık dallar değerlendirilmiştir. 1 yıllık dallardan elde edilen konsantrasyonlar GK, UK ve OG bölgelerinde Şubat ayında sırasıyla 0,06-3,69 ng/g KM, 0,2-0,94 ng/g KM ve 0,03-5,79 ng/g KM arasında değiştiği, Haziran ayında ise 0,03-0,32 ng/g KM, 0,18-0,92 ng/g KM ve 0,004-1,4 ng/g KM arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 4). Aynı değerler 2 yıllık dallarda ise GK ve UK bölgelerinde 0,05-1,84 ng/g KM ve 0,14-2,19 ng/g km arasında değiştiği, Haziran ayında ise 0,02-1,03 ng/g km ve 0,05-2,68 ng/g km arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 5). Bölgelerde 1 yıllık dallar kullanılarak elde edilen toplam 10 OCP konsantrasyonları ise GK, UK ve OG için sırasıyla 4,18 ng/g km, 4,1 ng/g km ve 2,19 ng/g km olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde 2 yıllık dallar için elde edilen konsantrasyonlar ise GK ve UK bölgeleri için sırasıyla 3,55 ng/g km ve 4,66 ng/g km olarak hesaplanmıştır.

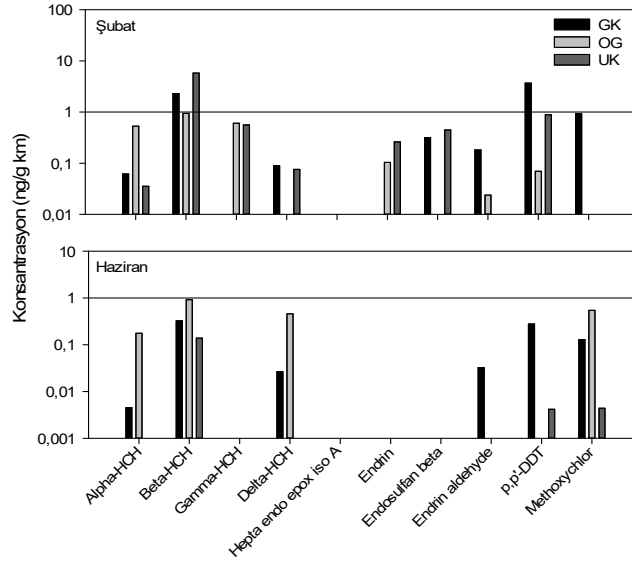


**Tablo 2.** Farklı Bitkilerde Elde Edilen OCP Konsantrasyonları

OCP Türü	Mango Ağacı Yaprakları ng/g (yaş ağırlık)	Ağaç Kabuğu ng/g (Kuru ağırlık)	Ağaç yosunu ng/g (Kuru ağırlık)	Willow ağaç kabuğu ng/g (Kuru ağırlık)	Saliz matsudana ağaç kabuğu ng/g (yağlı ağırlık)
$\alpha$ HCH	1,3	9,5	4,5	0,40	14,51
$\beta$ HCH	12	39,6	13	1,2	38,93
$\gamma$ HCH	2	15,4	11,5	0,46	13,55
$\delta$ HCH		11,9	2,1	0,19	7,27
o,p' DDD	0,5–55	3,5	0,8	0,17	
p,p' DDD	1–231	12,4	2,6		
o,p' DDE	<– 4	0,6	0,1	0,26	0,00
p,p' DDE	0,4– 13	18,4	6	0,35	8,12
o,p' DDT	<–290	16	3,2		74,34
p,p' DDT	2,7–649	63,9	14,8	3,4	71,74
o,p' DDT+ p,p' DDD				2,7	
HCB		0,38	0,23	0,41	43,43
CC		0,04	nd		
TC		0,04	0,01	0,01	
c-Chlordane +endosulfan II				0,43	
Pentachloroanis ole	3,9				
OxC		0,07	0,01	belirlenemedi	
TN		0,05	0,01		
Mirex				0,01	

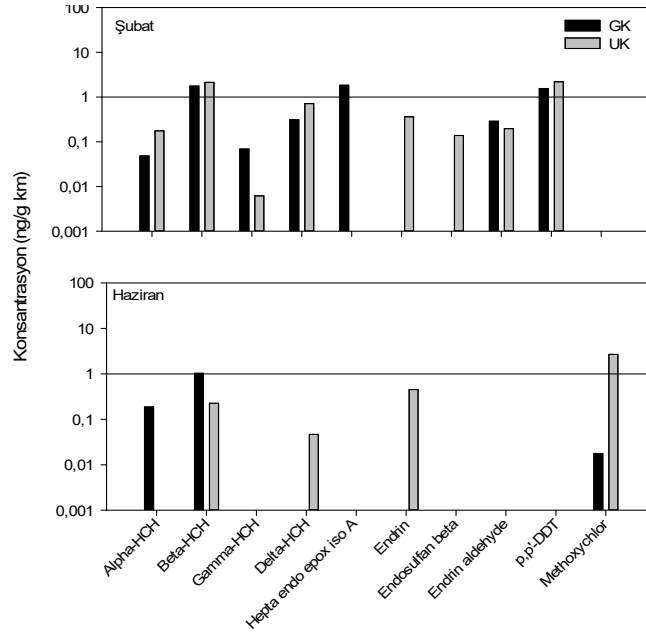
1 yıllık dal örneklerindeki tür dağılımları ve tür konsantrasyonları incelendiğinde OG ve UK bölgesinde HCH'lerin baskın türler olduğu görülmektedir ve sırasıyla bölgelereki konsantrasyonların %76,02 ve %75,84'ünü oluşturmaktadır. GK bölgesinde ise baskın türler %45 ile p,p'DDT ve %32 ile HCH'ler olarak görülmüştür. GK bölgesinde 1 yıllık dallarda elde edilen baskın türlerin yapraklar ile aynı olduğu ve OA ile UK bölgesindeki baskın türlerin ise benzer oldukları görülmektedir. Buradan zeytin ağaçlarındaki 1 yıllık dallar ile yaprak örneklerinin benzer özellikler gösterse de bazı farklılıklarının olduğu görülmektedir. 2 yıllık dal örneklerinde ise baskın türlerin GK bölgesi için %33,87 ve %32,86 ile sırasıyla HCH'ler ve Heptachlor epoxide olduğu görülmüştür. UK'da ise baskın türler %36,42 ve 29,89 ile sırasıyla Methoxychlor ve p,p' –DDT olduğu görülmüştür. Farklı yıllık örneklerde farklı baskın türlerin görülmesi zeytin dallarındaki bölümlerin yaşlandıkça birikim özelliklerinin değişebileceği ya da önceki birikimlerden etkilendiklerini düşündürmektedir.

Dal örneklerinin mevsimsel sıcaklıklar ile olan ilişkileri incelendiğinde ise, yaprak örneklerine benzer olarak hem 1 hem de 2 yıllık dal örneklerinde Şubat ayında Haziran ayına göre her bölgede daha az OCP türü görülmüştür. Dal örneklerinde ölçülen tür konsantrasyonlarındaki değişimler incelendiğinde ise genel olarak bir azalma trendi görülmüştür. Yaprak örneklerinde olduğu gibi bazı tür konsantrasyonlarında artışlar gözlenirken bunların ilaçlamalardaki mevsimsel farklılıklar ve OCP'lerin taşınımı ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür.



Şekil 4. 1 yıllık Zeytin Dallarından Elde Edilen OCP Konsantrasyonları

**Partikül faz örneklerinden elde edilen OCP konsantrasyonları.** Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak yapraklar, ağaç kabukları ve çeşitli bitki parçaları ile yapılan analizlerde, örnekler üzerindeki toz ve partikül maddelerin örnekler ile beraber ekstrakte edildikleri görülmüştür. Daha önce Bursa bölgesinde yapılan çalışmalarda atmosferdeki kalıcı organik kirleticilerin yaklaşık %15'ini partikül fazın oluşturduğu görülmüştür. Böyle bir oranın elde edilecek konsantrasyonlara etki edebileceği düşünülmüştür. Bu etkinin ortaya konması adına toplanan yaprak örneklerinin üzerindeki partiküller temiz peçeteler ile silinmiş ve bu peçeteler analiz edilmiştir. Analizler sonucu elde edilen kütle değerleri, toplanan yaprak örneklerinin kuru ağırlığına bölünmüştür. Böylece yaprakların birim ağırlığı başına ne kadar partikül faz kirletici bulundukları belirlenmiştir. Yapılan işlemler sonucunda GK, UK ve OG noktalarından alınan örneklerde sırasıyla 4,05 ng/g KM, 2,02 ng/g KM ve 0,45 ng/g KM toplam 10 OCP konsantrasyonu hesaplanmıştır. Bu değerler yapraklardaki konsantrasyonlar ile karşılaştırıldığında elde edilen partikül faz konsantrasyonlarının yapılan çalışmadaki yaprak konsantrasyonlarına %5,5-43 aralığında etki edebileceği hesaplanmıştır. Bu oranların çok yüksek olduğu ve ayrı olarak analiz edilmedikleri durumlarda yanlışlara sebep olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 5. 2 yıllık Zeytin Dallarından Elde Edilen OCP Konsantrasyonları

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 114Y577 No'lu proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Bajwa, A., U. Ali, A. Mahmood, M. J. I. Chaudhry, J. H. Syed, J. Li, G. Zhang, K. C. Jones, and R. N. Malik. "Organochlorine Pesticides (Ocps) in the Indus River Catchment Area, Pakistan: Status, Soil-Air Exchange and Black Carbon Mediated Distribution." [In English]. *Chemosphere* 152 (Jun 2016): 292-300.
- Bigot, M., D. C. G. Muir, D. W. Hawker, R. Cropp, J. Dachs, C. F. Teixeira, and S. B. Nash. "Air-Seawater Exchange of Organochlorine Pesticides in the Southern Ocean between Australia and Antarctica." [In English]. *Environmental Science & Technology* 50, no. 15 (Aug 2 2016): 8001-09.
- Birgul, A., P. B. Kurt-Karakus, H. Alegria, E. Gungormus, H. Celik, T. Cicek, and E. C. Guven. "Polyurethane Foam (Puf) Disk Passive Samplers Derived Polychlorinated Biphenyls (Pcbs) Concentrations in the Ambient Air of Bursa-Turkey: Spatial and Temporal Variations and Health Risk Assessment." [In English]. *Chemosphere* 168 (Feb 2017): 1345-55.
- Chen, J., H. Zhao, L. Gao, B. Henkelmann, and K. W. Schramm. "Atmospheric Pcd/F and Pcb Levels Implicated by Pine (*Cedrus Deodara*) Needles at Dalian, China." [In eng]. *Environmental Pollution* 144, no. 2 (Nov 2006): 510-5.

- Cindoruk, S. S. "Atmospheric Organochlorine Pesticide (Ocp) Levels in a Metropolitan City in Turkey." [In English]. *Chemosphere* 82, no. 1 (Jan 2011): 78-87.
- Cindoruk, S. S., and Y. Tasdemir. "Ambient Air Levels and Trends of Polychlorinated Biphenyls at Four Different Sites." [In English]. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 59, no. 4 (Nov 2010): 542-54.
- Cindoruk, S. S., and Y. Tasdemir. "Atmospheric Gas and Particle Phase Concentrations of Polychlorinated Biphenyls (Pcbs) in a Suburban Site of Bursa, Turkey." [In English]. *Environmental Forensics* 9, no. 2-3 (2008): 153-65.
- Cindoruk, S. S., and Y. Tasdemir.. "Dynamics of Atmospheric Polychlorinated Biphenyls (Pcbs): Concentrations, Patterns, Partitioning, and Dry Deposition Level Estimations in a Residential Site of Turkey." [In eng]. *Environ Monit Assess* 162, no. 1-4 (Mar 2010): 67-80.
- Costopoulou, D., I. Vassiliadou, D. Chrysafidis, K. Bergele, E. Tzavara, V. Tzamtzis, and L. Leondiadis. "Determination of Pcdd/F, Dioxin-Like Pcb and Pah Levels in Olive and Olive Oil Samples from Areas Affected by the Fires in Summer 2007 in Greece." [In English]. *Chemosphere* 79, no. 3 (Apr 2010): 285-91.
- Esen, F. "Development of a Passive Sampling Device Using Polyurethane Foam (Puf) to Measure Polychlorinated Biphenyls (Pcbs) and Organochlorine Pesticides (Ocps) near Landfills." [In English]. *Environmental Forensics* 14, no. 1 (Jan 1 2013): 1-8.
- Estellano, V. H., K. Pozo, T. Harner, S. Corsolini, and S. Focardi. "Using Puf Disk Passive Samplers to Simultaneously Measure Air Concentrations of Persistent Organic Pollutants (Pops) across the Tuscany Region, Italy." [In English]. *Atmospheric Pollution Research* 3, no. 1 (Jan 2012): 88-94.
- Fang, Y. Y., Z. Q. Nie, Q. Q. Die, Y. J. Tian, F. Liu, J. He, and Q. F. Huang. "Organochlorine Pesticides in Soil, Air, and Vegetation at and around a Contaminated Site in Southwestern China: Concentration, Transmission, and Risk Evaluation." [In English]. *Chemosphere* 178 (Jul 2017): 340-49.
- Grassi, P., E. Fattore, C. Generoso, R. Fanelli, M. Arvati, and E. Zuccato. "Polychlorobiphenyls (Pcbs), Polychlorinated Dibenzo-P-Dioxins (Pcdds) and Dibenzofurans (Pcdfs) in Fruit and Vegetables from an Industrial Area in Northern Italy." [In English]. *Chemosphere* 79, no. 3 (Apr 2010): 292-98.
- Kalyoncu, L., I. Agca, and A. Aktumsek. "Some Organochlorine Pesticide Residues in Fish Species in Konya, Turkey." [In English]. *Chemosphere* 74, no. 7 (Feb 2009): 885-89.
- Karadeniz, H., and S. Yenisoy-Karakas. "Spatial Distributions and Seasonal Variations of Organochlorine Pesticides in Water and Soil Samples in Bolu, Turkey." [In English]. *Environmental Monitoring and Assessment* 187, no. 3 (Mar 2015).

- Li, Y. M., D. W. Geng, F. B. Liu, T. Wang, P. Wang, Q. H. Zhang, and G. B. Jiang. "Study of Pcb's and Pb'des in King George Island, Antarctica, Using Puf Passive Air Sampling." [In English]. *Atmospheric Environment* 51 (May 2012): 140-45.
- Ockenden, W. A., E. Steinnes, C. Parker, and K. C. Jones. "Observations on Persistent Organic Pollutants in Plants: Implications for Their Use as Passive Air Samplers and for Pop Cycling." [In English]. *Environmental Science & Technology* 32, no. 18 (Sep 15 1998): 2721-26.
- Odabasi, M., E. O. Falay, G. Tuna, H. Altıok, M. Kara, Y. Dumanoglu, A. Bayram, D. Tolunay, and T. Elbir. "Biomonitoring the Spatial and Historical Variations of Persistent Organic Pollutants (Pops) in an Industrial Region." [In English]. *Environmental Science & Technology* 49, no. 4 (Feb 17 2015): 2105-14.
- Persoon, C., and K. C. Hornbuckle. "Calculation of Passive Sampling Rates from Both Native Pcb's and Depuration Compounds in Indoor and Outdoor Environments." [In English]. *Chemosphere* 74, no. 7 (Feb 2009): 917-23.
- Simonich, S. L., and R. A. Hites. "Organic Pollutant Accumulation in Vegetation." [In English]. *Environmental Science & Technology* 29, no. 12 (Dec 1995): 2905-14.
- Sofuoglu, A., E. Cetin, S. S. Bozacioglu, G. D. Sener, and M. Odabasi. "Short-Term Variation in Ambient Concentrations and Gas/Particle Partitioning of Organochlorine Pesticides in Izmir, Turkey." [In English]. *Atmospheric Environment* 38, no. 27 (Sep 2004): 4483-93.
- Tasdemir, Y., and T. M. Holsen. "Gas-Phase Deposition of Polychlorinated Biphenyls (Pcb's) to a Water Surface Sampler." [In English]. *Journal of Environmental Science and Health Part a-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering* 41, no. 10 (Oct 2006): 2071-87.
- Tasdemir, Y., N. Vardar, M. Odabasi, and T. M. Holsen. "Concentrations and Gas/Particle Partitioning of Pcb's in Chicago." [In English]. *Environmental Pollution* 131, no. 1 (Sep 2004): 35-44.
- Wang, J. X., W. Liang, B. Henkelmann, G. Pfister, and K. W. Schramm. "Organochlorine Pesticides Accumulated by Spmd-Based Virtual Organisms and Feral Fish in Three Gorges Reservoir, China." [In English]. *Environmental Pollution* 202 (Jul 2015): 160-67.
- Yohannes, Y. B., Y. Ikenaka, A. Saengtienchai, K. P. Watanabe, S. M. Nakayama, and M. Ishizuka. "Concentrations and Human Health Risk Assessment of Organochlorine Pesticides in Edible Fish Species from a Rift Valley Lake-Lake Ziway, Ethiopia." [In eng]. *Ecotoxicol Environ Saf* 106 (Aug 2014): 95-101.
- Yoonki, M., H. Jongwon, and L. Meehye. "Determination of Toxic Congeners of 17 Pcd's/Pcd's and 12 D1-Pcb's Using Polyurethane Foam Passive Air Samplers in Ten Cities around Seoul." [In English]. *Science of the Total Environment* 491 (Sep 1 2014): 17-27.