

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAKTAKİ YILLANMIŞ p,p'-DDE'NİN AŞILI
BİTKİLERLE FİTOREMEDİASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimyager Mahmut SAK

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet İŞLEYEN

Şubat 2011

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAKTAKİ YILLANMIŞ p,p'-DDE'NİN AŞILI
BİTKİLERLE FİTOREMEDİASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

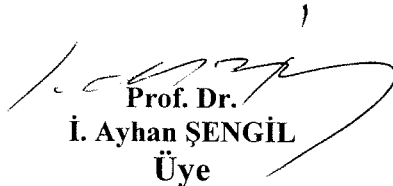
Kimyager Mahmut SAK

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

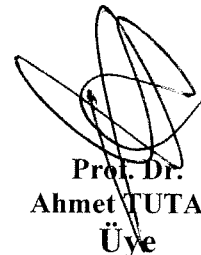
Bu tez 04.02.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr.
Mehmet İŞLEYEN
Jüri Başkanı



Prof. Dr.
İ. Ayhan ŞENGİL
Üye



Prof. Dr.
Ahmet FUTAR
Üye

Bu alışma 108O244 numaralı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aőamasında değerli gürüőlerini, önerilerini ve yakın ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet İŞLEYEN'e içtenlikle teşekkür ediyorum.

Laboratuar çalıőmalarında yardımcı olan arkadaşım Pınar SEVİM'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY.....	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Pestisitler.....	3
2.2. Önceki Çalışmalar.....	5
2.3. Fitoremediasyon.....	7
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOD.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Kullanılan kimyasallar.....	12
3.1.2. Kullanılan cihaz ve malzemeler.....	12
3.1.3. Kullanılan bitkiler.....	12
3.1.4. Çalışma alanı.....	14
3.1.4.1. Bitkilerin ekimi.....	14
3.1.4.2. Bitkilerin hasat edilmesi ve numunelerin toplanması..	16

3.2. Metod.....	17
3.2.1. Toprak ekstraksiyonu.....	17
3.2.2. Bitki ekstraksiyonu.....	18
3.2.3. Nem tayini.....	18
3.2.4. Numunelerin analiz edilmesi.....	18
3.2.5. Kalibrasyon standartlarının hazırlanması.....	19
BÖLÜM 4.	
SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	20
4.1. Kalibrasyon Standartları.....	20
4.2. Çalışma Alanı Toprak Numuneleri.....	20
4.2.1. Toprak numuneleri nem tayini.....	20
4.2.2. Toprak numunelerindeki DDTs miktarları.....	22
4.3. Bitkilerin Analizi.....	25
4.3.1. Bitkilerdeki nem tayini.....	25
4.3.2. Bitkilerdeki DDTs miktarları.....	25
4.3.2.1. Bitki köklerindeki DDTs miktarları.....	27
4.3.2.2. Bitki gövdelerindeki DDTs miktarları.....	28
4.3.2.3. Bitki yapraklarındaki DDTs miktarları.....	30
4.3.2.4. Bitki meyvelerindeki DDTs miktarları.....	31
4.3.2.5. Bitkinin tamamındaki DDTs miktarları.....	31
4.4. Öneriler.....	32
KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	40

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BHC	: Benzenheksaklorür
DDTs	: Toplam pestisit (DDT+DDD+DDE)
ECD	: Elektron yakalayıcı dedektör
GC	: Gaz kromatografisi
IS	: İç standart
KOK	: Kalıcı organik kirletici
Log K _{ow}	: İzooktan / su arasındaki dağılma katsayısı
PAHs	: Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
PCBs	: Poliklorlu bifeniller
P,p'-DDD	: p,p'-diklorodifenildikloroetan
P,p'-DDE	: p,p'-diklorodifeniltrikloroetilen
P,p'-DDT	: p,p'-diklorodifeniltrikloroetan

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	DDT ile metabolik bozunma ürünleri olan DDD ve DDE.....	5
Şekil 3.1.	Kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler.....	13
Şekil 3.2.	Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerden alınan tohumların çimlendirilmesi.....	14
Şekil 3.3.	Çalışma alanı ve ekimi yapılan bitkiler.....	15
Şekil 3.4.	Çalışma alanına ekilen bitkiler için temsili çizim.....	15
Şekil 3.5.	Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin meyveleri.....	16
Şekil 4.1.	p,p'-DDE kalibrasyon standardı için grafik.....	20
Şekil 4.2.	Bitkilerin köklerindeki p,p'-DDE miktarları.....	27
Şekil 4.3.	Bitkilerin köklerindeki toplam DDTs miktarları.....	28
Şekil 4.4.	Bitkilerin gövdelerindeki p,p'-DDE miktarları.....	29
Şekil 4.5.	Bitkilerin gövdelerindeki toplam DDTs miktarları.....	29
Şekil 4.6.	Bitkilerin yapraklarındaki toplam DDTs miktarları.....	30
Şekil 4.7.	Bitkilerin meyvelerindeki p,p'-DDE miktarları.....	31

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1.	Çalışma alanından alınan toprak ve bitki numune adetleri	17
Tablo 4.1.	Toprak nem miktarları.....	21
Tablo 4.2.	Çalışma alanı toprak numunelerindeki DDTs miktarları.....	23
Tablo 4.3.	Bitki türlerinin ekim yapıldığı topraklardaki DDTs miktarları.....	24
Tablo 4.4.	Bitki nem miktarları.....	25
Tablo 4.5.	Bitkilerdeki DDTs miktarları.....	26
Tablo 4.6.	Bitkinin tamamındaki DDTs miktarları.....	32

ÖZET

Anahtar kelimeler: p,p'-DDE, DDD, DDT, Aşılı, Karpuz, Farklı tür ile aşılı

Bu çalışmada p,p'-DDE kirlenmiş alanda yetiştirilen aşılı kabakgillerdeki p,p'-DDE'nin birikme potansiyeli incelenmiştir. İki çeşit kabakgil, kabak ve karpuz, bunların aynı tür üzerindeki aşılı, aşılı kabak ve aşısız bitkiler topraktaki diklorodifenilrikloretan (DDT), diklorodifenildikloretan (DDD) ve diklorodifenidikloretilen (DDE) konsantrasyonları 9,28–85,20 ng/g, 22,38–133,52 ng/g ve 62,32–210,48 ng/g olan alanda yetiştirilmiştir.

Numunelerdeki p,p'-DDE miktarı mikro-elektron yakalayıcı dedektörü (μ -ECD) olan Agilent 6890N marka gaz kromatografisi ile ölçülmüştür. Aşılı ve aşısız bitkilerin analizi yapılmıştır. Aşılı karpuz, aşısız karpuz, aşısız kabak ve kendi arasındaki aşılı bitkilerin kök, gövde, yaprak ve meyvelerindeki p,p'-DDE konsantrasyon miktarları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Kökü kabak olan bitkilerin gövdesindeki birikimi karpuz bitkilerinden daha fazla olup, karpuzdan istatistiksel olarak farklıdır. Deney sonuçları DDTs birikiminde kabak anacının artırıcı etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

PHYTOREMEDIATION OF WEATHERED p,p'-DDE IN SOIL BY CUCURBITACEA

SUMMARY

Key Words: p,p'-DDE, DDD, DDT, Grafted, Watermelon, Heterografted

In this study, the possibility of uptake and translocation of weathered p,p'-DDE were investigated by grafted Cucurbitaceae grown under field condition in p,p'-DDE contaminated soil. Two Cucurbitaceae, Zucchini, Watermelon, and their heterografts, and homografts were grown in a field containing soil contaminated with dichlorodiphenylethanes (DDT and DDD) and -ethene (DDE), concentration ranging from, 9.28 to 85.20 ng/g, 22.38 to 133.52 ng/g, and 62.32 to 210.48 ng/g, respectively.

The p,p'-DDE content in the samples was determined on a Agilent 6890N gas chromatograph (GC) with a micro-electron capture detector (μ -ECD). Intact plants, homografted, and compatible heterografts of zucchini and watermelon plants grown in the contaminated soil were analyzed. Concentrations of p,p'-DDE in roots, shoots, leaves, and fruits were also compared for intact plants, homografted, and heterografted zucchini and watermelon plants. The average DDT concentrations of shoots for zucchini and heterografted watermelon were significantly different ($p < 0.05$) from watermelon but neither was different from each other. The results showed that the accumulation of the DDTs contents had been enhanced by Zucchini rootstocks.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusuna paralel olarak gıda ihtiyacını karşılamak için tarım alanlarından daha fazla ürün elde edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tarımsal alanlarda pestisitler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tarım amaçlı kullanılan klor ve fosfor içeren pestisitler dünya genelinde en iyi bilinen çevresel organik kirleticilerdendir. Bu pestisitler uzun yıllar toprakta kalan, biyolojik parçalanmaya uğramayan, sudaki çözünürlüğü az, lipit ve organik maddelere ilgisi yüksek olan kalıcı organik kirleticilerdir (KOK) (Wania ve Mackay, 1996). KOK'lar Log K_{ow} değerleri (izooktan /su arasındaki dağılımı) 3,5' den büyük oldukları için hidrofobik organik kirleticiler olarak bilinirler. Bu kirleticiler toprak ve sedimentlerin organik maddelerine sıkıca bağlanarak zamanla toprağın en içyapısına kadar geçerler. Topraktaki bu tür kirleticilerin zamanla biyolojik kullanılabilirliği azaldığı için, kirlenmiş alanların temizlenmesinde yerinde arıtım teknolojilerinin birçoğu yetersiz kalır (Alexander, 2000).

Topraktaki KOK'lar toprak, su, hava etkileşmesi sonucunda su ve havaya geçerek atmosferik taşınım sonucunda uzun mesafelere taşınabilirler. Uzun yarılanma ömrü, atmosferik taşınım, biyo-birikim ve kanserojen etkilerinden dolayı bu kirleticiler en önemli çevresel ilgi odağı haline gelmiştir. Bu kirleticilerin kullanımı yasaklanarak, uluslararası çalışmalar ile dünya genelindeki miktarının azaltılması hedeflenmiştir.

Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar yıllar önce yasaklanan diklorodifeniltrikloroetan (DDT) gibi klorlanmış organik pestisit kalıntılarında hâlâ su, toprak, balık ve anne sütü numunelerinde rastlandığını göstermiştir.

Daha önce yapılan bilimsel araştırmalarda topraktaki p,p'-diklorodifenidikloretilen (p,p'-DDE) gibi klorlanmış organik pestisitleri yapısında en fazla biriktiren bitki

türünün kabak olduğu ve karpuzun biriktirmediği verilmiştir. Karpuz üretiminde Türkiye, Çin, İspanya ve İtalya gibi ülkelerde yaygın olarak aşılı karpuz bitkileri kullanılmaktadır. Aşılı karpuz bitkisinde, yani kökü kabak ve diğer kısmı karpuz olan bitkide, p,p'-DDE gibi pestisitlerin birikimi ile ilgili herhangi bir bilimsel araştırma bulunmamaktadır.

İlk defa bu çalışma ile topraktaki yılanmış p,p'-DDE'nin kabak, karpuz, bunların kendi aralarında aşılı ve kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin yapısında birikip birikmeyeceği araştırılmıştır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Pestisitler

Bitkilerin gelişimini etkileyerek tarımsal üretimi azaltan zararlı böcek, yabancı ot, fungus ve kemirici hayvanlarla mücadelede kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bitkilerin üretimi veya besinlerin depolanması sırasında bitkilere zarar veren ve besin maddelerini bozan zararlıları yok etmek için kullanılan kimyasal bileşiklerin genel olarak hepsine birden pestisit denir. Kimyasal mücadele aracı olan pestisitlerle ilgili en önemli sorun zamanla onların etkilerinin istenmeyen zararlılara olduğu kadar yaşayan diğer canlılar ve insanlar için de toksik olmalarıdır (Kaur, 1998).

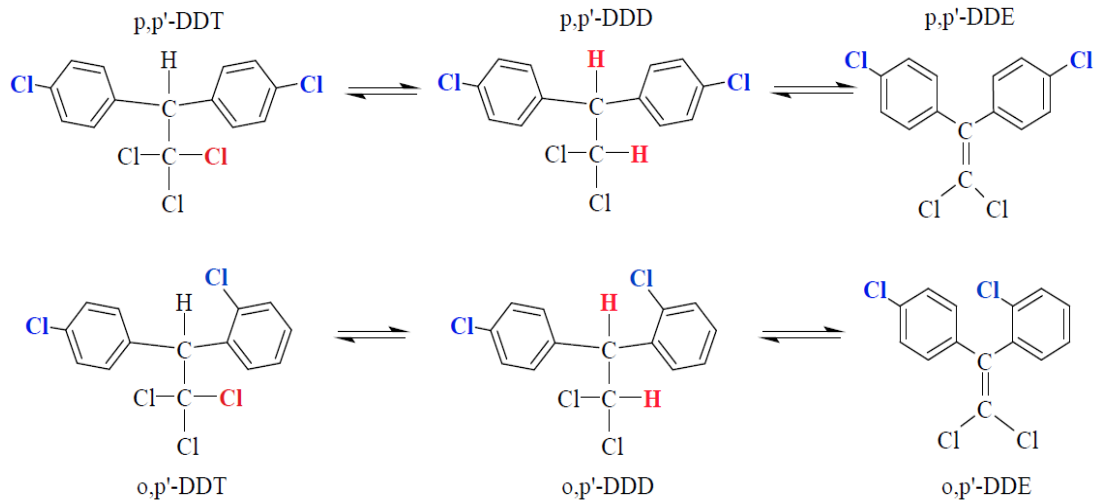
Verimi artırmak için meyve üretiminde insektisit, fungusit gibi ilaçlar kullanılırken, tarla bitkileri üretiminde yabancı ot öldürücü herbisitler ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde pestisitler içerisinde en fazla kullanılmakta olan kimyasal maddeler insektisitlerdir (Topbaş ve ark., 1998). Tarım amaçlı kullanılan klor ve fosfor içeren insektisitler dünya genelinde en iyi bilinen çevresel organik kirleticilerdendir. Bu pestisitler uzun yıllar toprakta kalan, biyolojik parçalanmaya uğramayan, sudaki çözünürlüğü az, lipit ve organik maddelere ilgisi yüksek olmasından dolayı KOK olarak adlandırılırlar (Wania ve Mackay, 1996). Bu tür kimyasalların Türkiye’de de kullanımı Tarım Bakanlığı’nın yayınladığı ‘Ruhsatlı Zirai Mücadele İlaçları’ verilerinde belirtilmiştir (Yücer, 2000).

KOK’lar, uzun süre ortamda kalması, toksik özellikleri, biyolojik birikim için potansiyel kaynak olması, küresel taşınım nedeniyle çevresel ilgi odaklarının en önemlilerinden biridir (Wania ve Mackay, 1996). Topraktaki miktarlarının azaltılması için uluslararası çaba harcanan en önemli KOK’lar şunlardır: Aldrin, klordan, DDT/DDE, dieldrin, dioksin, endrin, furans, heptaklor, lindan, mireks, poliklorlu bifenil (PCB) ve toksafen’dir (Ritter ve ark., 1995). Molekül yapıları

gereği enzim sistemleri KOK'ların parçalanması için kullanılamamaktadır. Bundan dolayı bu tür kirleticilerin toprakta kalıcılık süreleri oldukça fazladır. Yarılanma ömürleri yıllar olarak ölçülmüştür (Nash ve Woolson, 1967, Mattina ve ark., 1999). Bu KOK'ların Log K_{ow} kat sayısı 3,5'den büyük olduğu için hidrofobiktirler toprağa veya sedimentlerin organik maddelerine sıkıca bağlanırlar ve zamanla toprağın en içyapısına kadar geçerler. Bu bağlanan kısmın zaman geçtikçe biyo-kullanılabilirliği azalır ve yerinde arıtım teknolojilerinin birçoğu yetersiz kalır (Alexander, 2000).

Topraktaki miktarlarının, uluslararası azaltılması hedeflenen klorlanmış organik pestisitlerden biri olan DDT'nin büyük ölçekte üretimine 1942'de sivrisineklerle mücadele amaçlı başlanmıştır. 1942 yılından bugüne kadar üretilen toplam klorlanmış organik pestisit miktarının 3 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. DDT kullanımı 1970'lerin başında Amerika Birleşik Devletlerinde yasaklanmasına rağmen, hâlâ yaklaşık otuz ülke tarafından böcek kontrolü için kullanılmaktadır (Christen, 1999). Türkiye'de klorlanmış organik pestisitlerin kullanımı 1983 yılında çok ciddi olarak sınırlandırılmış ve daha sonra yasaklanmıştır (Cok ve ark., 1997, Kolankaya, 2006).

Topraktaki DDT, zamanla biyotik (Guenzi ve Beard, 1976, Zayed ve ark., 1994) veya abiyotik mekanizmalarla (Hussain ve ark., 1994), diklorodifenildikloroetan (DDD) ve DDE gibi iki metabolik ürününe çevrilebilir (Şekil 2.1). Bunların da yarılanma ömrü yüksektir ve biyolojik birikim nedeniyle hem DDD hem de DDE, KOK olarak sınıflandırılır (Wania ve Mackay, 1996).



Şekil 2.1. DDT ile metabolik bozunma ürünleri olan DDD ve DDE

DDT 9–18 ay içinde %80 oranında metabolik bozunma ürünü ve en kararlı formu olan DDE'ye dönüşmektedir (Zayed ve ark., 1994). Benzer şekilde Andrea ve ark. (1994) radyoaktif DDT'yi toprak numunelerine eklemişler ve 48 hafta sonra toprak numunelerinde DDE'yi ölçmüşlerdir. DDT'nin kullanılmış olduğu bölgelerde toprak tipi ve karakterine bağlı olarak parçalanma hızı değişmesine rağmen, DDE tarımsal topraklarda yıllarca kalabilir. Bu kirleticiler alıcının lipit fraksiyonunda birikir ve besin zinciri ile biyolojik birikime sebep olur (Kumar ve ark., 2002). Bu tip kirleticilerin toksik olması (Gosselin ve ark., 1984, Gramsan ve ark., 1998) ve dünyadaki dağılımı yüzünden (Meijer ve ark., 2002) etkili arıtım yöntemlerine ihtiyaç vardır. Bunların topraklardan arıtılması, toprakların uzun süre kullanımı ve bu kullanımın sürdürülebilirliği açısından çok önemlidir.

2.2. Önceki Çalışmalar

Türkiye'de yapılan çalışmalar, bazı tür pestisitlerin yıllar önce yasaklanmış olmasına rağmen hâlâ su, toprak, balık, anne sütü ve bal numunelerinde rastlandığını göstermiştir. Türkiye'de pestisitlerle ilgili yasaların olmasına rağmen, kullanıcıların hiçbir zorlukla karşılaşmadan bu tür pestisitleri çok rahatlıkla elde edip kullandıkları ifade edilmiştir.

Turgut C. (2003), 2000–2002 yılları arasında Küçük Menderes nehir suyundaki, heptaklor, aldrin, dialdrin, endrin, metoksiklor, endosülfan ve DDTs gibi klorlanmış organik pestisit kalıntılarını incelemiştir. Klorlanmış organik pestisitlerin kullanımı yıllar önce yasaklanmış olmasına rağmen, Küçük Menderes nehir suyunda bu tür kirleticiler mevsimsel olarak değişik konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Yapılan bu çalışma nehrin ciddi bir pestisit kirliliği ile karşı karşıya olduğunu göstermiştir. Nehirden alınan su numunelerinin çoğunda, DDTs ortalama 44–102 ng/L olarak ölçülmüştür. Aynı çalışmada mevsimsel olarak diğer klorlanmış pestisit konsantrasyonlarının minimum ve maksimum değerleri sırasıyla heptaklor(toplam), aldrin, dialdrin, endosülfan ve endrin için; 0–478 ng/L, 39–1790, 8–5117, 0–152, 50–385 ng/L olarak verilmiştir.

Kurt P.B. ve Ozkoc H. (2004) Orta Karadeniz kıyı şeridindeki 6 noktadan numune olarak klorlanmış organik pestisitleri ve PCB'leri araştırmışlardır. Seçilen 17 çeşit klorlanmış organik pestisitlerden sadece heptaklor bütün numune alma noktalarında ölçüm limitlerinin üzerinde, 1–30 pg/mL olarak ölçülmüştür. Ayrıca bazı numunelerde endosülfan, p,p'-DDD, p,p'-DDE, Benzenheksaklorür (BHC) ve aldrin'e rastlanmıştır. Midyelerde bu 17 pestisit, numune alma noktalarına bağlı olarak, çeşitli konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Yaş midye'nin gram ağırlığında biriken pestisit miktarları; 240–1800 pgDDT/gram, 70–2800 pgDDE/gram ve 240–5400 pgDDD/gram olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada klorlanmış organik pestisitlerin canlı organizmalardaki biyo-birikimi vurgulanmıştır.

Kahramanmaraş bölgesinde yapılan araştırmada, anne sütünde rastlanan en önemli kirleticilerin klorlanmış organik pestisitler olduğu bulunmuştur. Toplanan bütün numunelerde p,p'-DDE ve p,p'-DDT ölçülmüştür (Erdogrul ve ark., 2004).

Ayas Z. ve ark. (2007) Sarıyar baraj gölünde üç ayrı istasyondan topladıkları su, sediment ve balık numunelerindeki o,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD, o,p'-DDD, p,p'-DDT, heptaklor, heptaklor epoksit, aldrin, dialdrin, lindan, α -BHC ve β -BHC gibi klorlanmış organik pestisitlerin miktarlarını araştırmışlardır. Ölçümü hedeflenen klorlanmış organik pestisitler konsantrasyonları alınan 20 numune için; 0.011–0.069 mg/L arasında olduğu rapor edilmiştir. Toplanan 12 numunede ise bu miktar

metodun ölçüm limitinin altında olarak verilmiştir. Bu çalışmada balıkların yapısında en fazla biriken pestisit o,p'-DDD olarak verilmiştir.

Sakarya havzası ve Türkiye'nin diğer bölgelerinde tarımsal faaliyetlerin yapıldığı yerlerde klorlanmış organik pestisitler kullanılmış ve kanunsuz olarak hâlâ kullanılmaya devam edilmektedir (Kolankaya, 2006).

Sakarya, Geyve bölgesinde gerçekleştirilen bir çalışmada; bölgede bulunan tarım ilaçları satan yerlerle yüz yüze yapılan görüşmede bölgede bir yıl içerisinde kullanılan klorlanmış organik pestisit ve toplam pestisit miktarları araştırılmıştır. Araştırmada bölgede bir yılda 12666 kg ve 52966 L pestisit satıldığı belirlenmiştir. Satılan bu miktarın kg olarak %9,55 klorlanmış organik ve %24,88 fosforlanmış organik pestisit; Litre olarak da %3,05 klorlanmış organik ve %43,86 fosforlanmış organik pestisit olduğu vurgulanmıştır (Arul ve ark., 2006).

2.3. Fitoremediasyon

Toprakta bulunan kirletici, kökler etrafındaki biyolojik faaliyetler sonucu bitki köküne girmeden parçalanabilir. Bu durum rhizo-parçalanma olarak adlandırılır. Kirletici bitkinin, kök, gövde, yaprak ve meyvesinde birikebilir. Bu ise fito-ekstraksiyon olarak tanımlanır. Kirletici bitkinin içerisinde parçalanıyorsa buna fito-parçalanma, başka forma dönüşüyorsa fito-transformasyon, bitkinin yaprakları ile atmosfere veriliyorsa buda fito-uçurmadır.

Fitoremediasyon, sudan, topraktan veya sedimentlerden organik ve inorganik kirleticileri gidermek için, bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal yetenekleri kullanılarak yerinde yapılan bir arıtım ve iyileştirme tekniğidir (Cunningham ve ark., 1996, Schnoor, 2002, Lasat, 2002). Bu tekniğin fazla masraflı olmaması, doğal ortam üzerine olumsuz etkisinin az olması ve özel şartlar altında başarılı bir şekilde uygulanmasından dolayı son zamanlarda ilgi odağı olmuştur (Schnoor, 2002).

Fitoremediasyon arıtım ve iyileştirmede kullanılan bir teknik olmasına rağmen, işleyiş mekanizmaları tam olarak bilinmemektedir. Bakır (Cu), çinko (Zn), kurşun

(Pb), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) ve selenyum (Se) gibi inorganik maddelerin fitoremediasyonunda maddeler direk alınır veya suyun akışıyla bitkiye doğru fito-ekstraksiyon olmaktadır. Böylece alınan maddeler bitki hücrelerinde birikmektedir (Lasat, 2002, Blaylock ve ark., 1997, Ebbs ve Kochian, 1997, Ma ve ark., 2001). Organik maddeler için fitoremediasyonun işleyiş mekanizması farklıdır ve birçok fitoremediasyon tekniği mevcuttur. Kirletici salgılanan enzimsel aktivite sonucu veya rhizosfer etkisi ile kök bölgesinde parçalanabilir (Schnoor, 2002).

Burken J.G. ve Schnoor J.L. (1996) yaptıkları araştırmada bitki köklerinden fazla miktarda karbon salgılandığını ve bu fazla karbon miktarının fotosentez tarafından kullanılan toplam karbonun %20'si kadar olduğunu rapor etmişlerdir. Rhizosfere bu karbonun girişi ile mikrobiyal aktivite artar ve bu faaliyet bitkisiz topraklardan 10 ile 1000 kat daha fazla olabilir. Salgılanan bu maddelerden dolayı, rhizosferde nutrient bakımından zengin bölge oluşmaktadır. Sonuç olarak bu bölgede aktif mikrobiyal faaliyetler artarak ileri biyolojik aktivitelere sebep olur ve bu durum "rhizosfer" etkisi olarak bilinir.

Organik kirleticilerin geniş bir bölümünün rhizosferde parçalandığı yapılan araştırmalar sonucunda bulunmuştur. Buna örnek olarak 2,4,5-triklorofenoksiasetik asit (Boyle ve ark., 1998), PCB (Leigh ve ark., 2002), trikloroetilen (Anderson ve ark., 1995), 2,4,6-trinitrotoluen (Thompson ve ark., 1998) ve PAH'lar (Parrish ve ark., 2005, Aprill ve ark., 1990, Liste ve ark., 2000) verilebilir. Ayrıca kök salgılarındaki bazı enzimler toprak kirleticilerini direk parçalamaktadır (Burken ve Schnoor, 1996, Siciliano ve ark., 1998).

Düşük molekül ağırlığına sahip PAH'lar, az klorlanmış PCB ve belli klorlanmış çözücüler rhizosferde parçalanabilir. Kirleticiler direk karbon veya enerji kaynağı olarak kullanılabilir ya da belli mikrobiyal enzim sistemlerinin aktiviteleri ile kometabolize olabilirler. Hidrofobik bileşikler su akımıyla bitki hücrelerine girer ve burada parçalanır veya uçarak uzaklaşır (Schnoor, 2002). Ortalama hidrofobik organik kirleticiler ($\log Kow = 1-3.5$) bitki tarafından direk alındığı tahmin edilir. Daha büyük hidrofobik kirleticiler ($\log Kow > 3.5$) toprağa veya bitki kökünün dış yüzeylerine sıkıca bağlanırlar (Schnoor, 2002, Dietz ve ark., 2001). Yüksek

hidrofobik organik bileşikler doğal katılarda ve zamanla bu katıların doğal organik maddelerinde biriktiği bilinmektedir. Bu proses PAH'ların (Hatzinger ve ark., 1995), PCB (Carroll ve ark., 1994), klorlanmış organik pestisitlerin; DDT, heptaklor, dieldrin (Nash ve Woolson, 1967, Robertson ve ark., 1998) gibi kirleticilere uygulanabilirliğini azaltır.

Bazı bitkilerin kökleri tarafından salgılanan yüksek miktarlardaki poliklorinat dibenzo-p-dioxins ve dibenzofuran salgıları adsorplanmış kirleticileri çözerek kirleticilerin bitki kökleri tarafından alınmasını sağlamaktadırlar (Hulster ve ark., 1994). Benzer şekilde asetik asit, sitrik asit ve malik asit gibi asitler topraktan uranyum desorpsiyonunu artırmaktadır. Bunun sonucunda da metaller bitkiler tarafından daha fazla miktarda alınmaktadır (Huang ve ark., 1998). Bitki Kökleri tarafından salgılanan düşük moleküler ağırlığa sahip organik asitler toprağın yapısını bozar ve KOK'ların biyo-yararlanılabilirliğini artırmasına sebep olur. Yapılan abiotik batch reaktörde, düşük moleküler ağırlığa sahip organik asitler topraktan gelen katyon konsantrasyonunu ve p,p'-DDE, Klordan, PAH desorpsiyonunu % 58'e kadar artırdığı bulunmuştur (White ve ark., 2003a, White ve Kottler, 2002, Yang ve ark., 2001).

1960 yıllarının başında, heptaklor, lindan, aldrin ve DDT gibi klorlanmış böcek öldürücülerin değişik tarım bitkilerinin yapısında olduğu belirlenmiştir (Lichtenstein, 1959, Lichtenstein ve ark., 1965). Hulster ve ark. (1994) yaptıkları bir çalışmayla dioxins ve furanın kabağın yapraklarında belli miktarlarda bulunduğunu ve bu birikimin direk olarak topraktan alınmış sonucunu olabileceğini ilk defa belirlemişlerdir.

White ve ark. (2002, 2003b), Mattina ve ark. (2002) yaptıkları araştırmalar sonucunda toprak-bitki etkileşim yolu ile yıllanmış KOK'ların önemli bir miktarını fito-ekstrakt ettiğini bulmuşlar ve son yıllarda bu prosesi sağlayan mekanizmayı anlama üzerine yoğun olarak çalışmışlardır. Burada ilginç olan fito-ekstraksiyon potansiyeli bakımından aynı bitkinin alt türleri arasında da farklılık olmasıdır. C. pepo ssp pepo tarla şartlarında yıllanmış KOK'ların topraktaki büyük bir miktarını giderdiği, C. pepo ssp ovifera'nın ise bu kabiliyetinin olmadığı belirlenmiştir.

White ve ark. (2003c,2005a), DDE ile kirlenmiş bölgede yaptıkları deneysel çalışmalarda besin maddesinin 8 çeşit cucurbits (kabak) türünün DDE'nin fito-ekstraksiyon üzerine etkisini incelemişlerdir. Daha önceki çalışmalarına dayanarak 4 çeşit DDE'yi gideren (alıcı: Cucurbita pepo ssp pepo:Black beauty, Goldrush, Raven, Howden) ve 4 çeşit DDE'yi gideremeyen (alıcı olmayan: C. pepo ssp ovifera ; Early profilic, Zephyr, Hybrid Crescent, Cucumber) türleri kullanmışlardır. Genelde gübrelemenin fitoremediasyonu artıracığı sanılmasına rağmen, makro nutrient ilavesi KOK'ların C. pepo ssp pepo (kabak) tarafından fito-ekstraksiyonunu azalttığı gözlenmiştir. C. pepo ssp pepo tarafından organik kirleticilerin topraktan giderilmesi özel mekanizmalar ile olduğu tahmin edilmekte fakat bu mekanizmaların işleyişi şu an tam olarak bilinmemektedir.

The Connecticut Agricultural Experiment Station'in araştırma grubunun son 10 yıldır yaptığı çalışmalarla klordan ve DDE ile kirlenmiş toprakları bitkiler kullanarak arıtmaya çalışmaktadırlar. Bitkilerin bu pestisiti alış mekanizmasının bilinmesi çok önemli bir adımdır. Bu grup tarafından yapılan çalışmada kabağın (Cucurbita pepo ssp. pepo) yıllanmış KOK'ların geniş bir bölümünü fito-ekstrakt ettiği ve toprak üzerindeki bitkinin bölgelerine aktardığını bulmuşlardır. Cucurbita pepo ssp. pepo, DDE ve klordan ile kirlenmiş topraklardan şu ana kadarki çalışmalarda kullanılan ve bilinen türler içinde en fazla gideren tür olduğunu bulmuşlardır (Mattina ve ark., 2002, White, 2002, Mattina ve ark., 2003, White ve ark., 2003c, White ve ark., 2005b).

Bazı bitkiler DDE, klordan, aldrin gibi maddeleri topraktan alarak yapısında biriktirirler (White, 2000, Pylypiw ve ark., 1997). Çalışma sonuçlarında da görüldüğü gibi bazı bitkiler ve özellikle kabak bitkisi topraktaki DDE'yi bünyesinde biriktirmektedir.

Üretimde verimi artırmanın yollarından biride iklim şartlarına ve olumsuzluklara daha dirençli bitki ekimi yapmaktır. Bunun için farklı türlerde bitkiler üzerine aşılama yapılarak daha dayanıklı ve verimli bitki türleri üretilmektedir. Türkiye'de ilk aşılı fide üretimi 1995 yılında başlamıştır. Yoğun olarak, domates, karpuz ve patlıcan bitkilerinde kullanılmaktadır. Karpuzda aşılı fidelerin kullanımı, son 3 yıl

içinde, 2.5×10^6 adetten 9.0×10^6 âdete yükselmiştir (Atasayar, 2006). 2009 yılında 65 milyon adet civarında aşılı fide üretilmiş, bu miktarın 28 milyonu karpuz, 25 milyonu domates, 10 milyonu patlıcan ve 2 milyonu da hıyar ve kavundan oluşmuştur (internet kaynağı, 2010). Türkiye’de karpuz üretiminde %90 oranında kabak üzerine aşılanmış karpuz fideleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı topraktaki yıllanmış p, p’-DDE’nin kabak, karpuz, bunların kendi aralarında aşıları ve kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin yapısında birikme miktarını incelemektir. Bu çalışma ile ilk defa aşılı karpuz bitkisinin kök, gövde, yaprak, meyvelerindeki DDE birikimi incelenmiş ve bu miktarlar aşısız bitkiler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca anacın bitkideki DDE birikimine etkisi de incelenmiştir.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan kimyasallar

p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE ve α -BHC standartları Supelco firmasından temin edilmiştir.

Araştırmada kullanılan hekzan, metanol, 2-propanol ve sodyum sülfat (Na_2SO_4) Merck firmasından temin edilmiştir. Hekzan, metanol, 2-propanol gibi çözücüler kromatografik saflıktadır.

3.1.2. Kullanılan cihaz ve malzemeler

p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE miktarlarının ölçümünde Agilent 6890N model GC kullanılmıştır. GC' de HP-5MS kapiler kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 μm) ve mikro-elektron yakalayıcı dedektör (μ -ECD) bulunmaktadır. GC' de kullanılan vial, liner, septa, vb. gibi diğer malzemeler Agilent firmasından temin edilmiştir. Analizler sırasında taşıyıcı olarak yüksek saflıkta azot gazı kullanılmıştır.

3.1.3. Kullanılan bitkiler

Bu araştırmada kabak, karpuz ve bunların kendi aralarında çapraz aşılması ile elde edilen bitkiler kullanılmıştır. Bu bitkiler Antalya'da profesyonel olarak bitki aşılması yapan özel bir firmadan temin edilmiştir. Temin edilen kabak türü "Shintoza" karpuz türü "Cr. Tide" olup bitkilerin çapraz aşılmasında bu türler kullanılmıştır. Bunlara ek olarak 2009 yılında 1080244 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülen çalışmalar sonucu elde edilen kabak üzerine karpuz aşı

bitkilerin tohumlarından yetiştirilen bitkiler de kullanılmıştır. Şekil 3.1’de temin edilen kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler, Şekil 3.2’de ise meyvelerden alınan tohumların çimlendirilmesi ile elde edilen bitkiler görülmektedir. Temin edilen ve yetiştirilen bitkiler şunlardır:

- 1) Sadece kabak (Shintoza) bitkisi,
- 2) Sadece karpuz (Cr. Tide) bitkisi,
- 3) Kabak üzerine karpuz aşılı (Shintoza + Cr. Tide) bitki,
- 4) Kabak üzerine kabak aşılı (Shintoza + Shintoza) bitki,
- 5) Karpuz üzerine karpuz aşılı (Cr. Tide + Cr. Tide) bitki,
- 6) Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerden alınan tohumların çimlendirilip yetiştirilmesi ile elde edilen bitkiler.



Şekil 3.1. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler



Şekil 3.2. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerden alınan tohumların çimlendirilmesi

3.1.4. Çalışma alanı

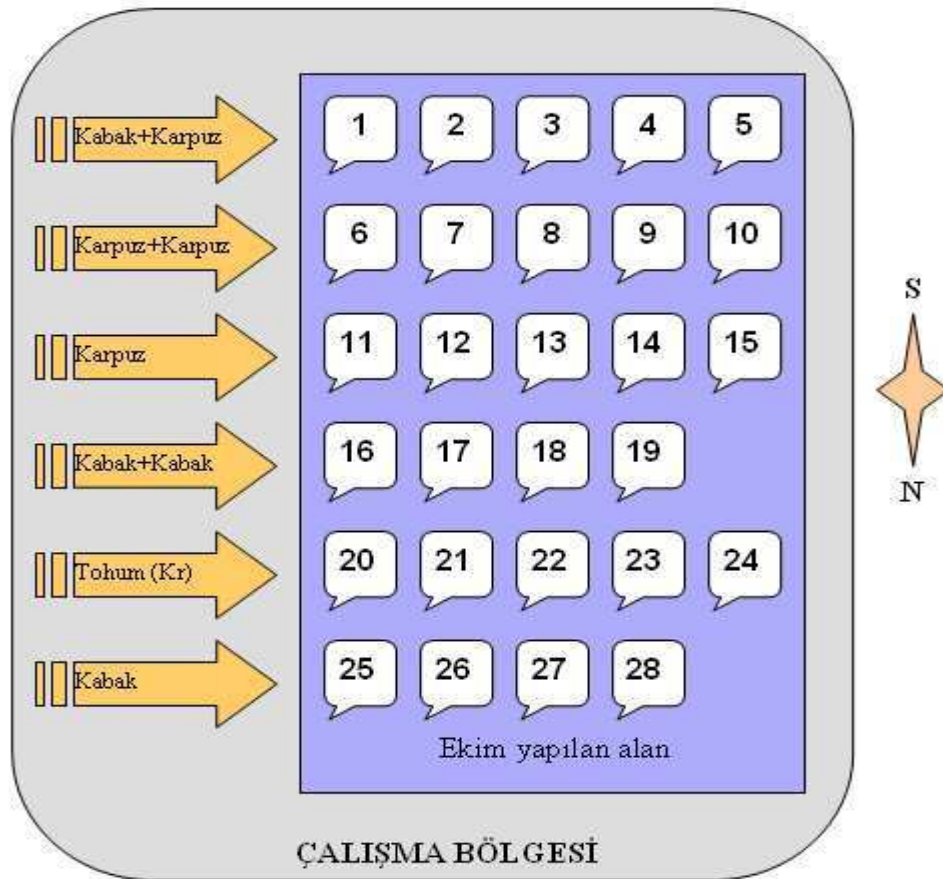
Daha önce Sakarya ilçelerinde yapılan topraktaki pestisit taraması sonucunda Karasu ilçesinde DDT kullanımı ile kirlenmiş bir alan bulunmuştur (Uslan, 2009). Daha sonra bu alanda detaylı incelemeler yapılarak topraktaki kirlilik profili çıkarılmıştır. Bu alanda kirletici konsantrasyonları; p,p'-DDT (182,458–1934,887 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ kuru toprak), p,p'-DDD (39,352–407,041 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ kuru toprak) ve p,p'-DDE (51,772–1313,450 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ kuru toprak) olarak tespit edilmiştir. Kirlilik profili çıkarılan bu alan çalışmalarda kullanılmıştır.

3.1.4.1. Bitkilerin ekimi

DDT ile kirlenmiş Karasu bölgesinde belirlenen çalışma alanına 21.05.2010 tarihinde bitkiler arasında 1'er metre mesafe olacak şekilde 40 m²'lik bir alana ekim yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Çalışma alanı ve ekimi yapılan bitkiler



Şekil 3.4. Çalışma alanına ekilen bitkiler için temsili çizim

Şekil 3.4'te de görüldüğü gibi 1'den 5'e kadar 5 adet kabak üzerine karpuz aşılı bitki, 6'dan 10'a kadar 5 adet karpuz üzerine karpuz aşılı bitki, 11'den 15'e kadar 5 adet karpuz bitkisi, 16'dan 19'a kadar 4 adet kabak üzerine kabak aşılı bitki, 20'den 24'e kadar 5 adet tohumların çimlendirilmesi ile elde edilen bitkiler ve 25'den 28'e kadar 4 adet kabak bitkisi olmak üzere toplam 28 adet bitki ekilmiştir.

3.1.4.2. Bitkilerin hasat edilmesi ve numunelerin toplanması

p,p'-DDE ile kirlenmiş Karasu çalışma alanında yetiştirilmiş olan bitkiler ve meyveleri 65 günlük büyüme periyodu sonunda hasat edilmiştir. Şekil 3.5'te Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin meyveleri görülmektedir.



Şekil 3.5. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin meyveleri

Hasat sırasında bitkiler kök, gövde, yaprak ve meyve kısımlarına ayrılmış ve toplam ağırlıkları kaydedilmiştir. Her kısım etiketlenerek ekstraksiyon edilene kadar derin dondurucuda bekletilmiştir.

Daha önce Mattina ve ark.(1999) tarafından yapılan bir çalışmada 0–15 cm derinlikten alınan toprak numunelerindeki klordan miktarının, 15–30 cm derinlikten alınan toprak numunelerindeki klordan miktarından fazla olduğu ve DDT/DDE gibi klorlanmış organik pestisitler 0–15 cm derinlikteki toprağın organik kısımlarına sıkıca bağlandığı belirtilmektedir. Bu nedenle her bitkinin köklerinin çıkarıldığı ocağın toprak numuneleri 0–15 cm derinlikten korularak alınmıştır. Toprak

numuneleri 2 mm'lik elekten geçirilerek ot, taş gibi homojen olmayan yapılar giderilmiştir. Numuneler 250 mL'lik amber cam şişelere konularak teflon kapakla kapatılmış ve etiketlenerek laboratuara getirilmiştir. Laboratuara getirilen toprak numuneleri oda sıcaklığında kurutularak ekstraksiyona hazır hale getirilmiştir. Çalışmada alınan numune ve adetleri Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 3.1. Çalışma alanından alınan toprak ve bitki numune adetleri

Bitki türü	Toprak Numuneleri	Kök	Gövde	Yaprak	Meyve
Kabak+Karpuz (1-5)	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune
Karpuz+Karpuz (6-10)	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune
Karpuz (11-15)	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	4 adet numune
Kabak+Kabak (16-19)	4 adet numune	4 adet numune	4 adet numune	4 adet numune	4 adet numune
Karpuz(Tohum) (20-24)	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune	5 adet numune
Kabak (25-28)	4 adet numune	4 adet numune	4 adet numune	4 adet numune	4 adet numune
TOPLAM	28	28	28	28	27

3.2. Metod

3.2.1. Toprak ekstraksiyonu

Toprak numuneleri 40 mL'lik amber şişelere 3'er g tartılarak; üzerine 20 µL 25,32 ppb'lik iç standart (IS), 15 mL hekzan ilave edilmiştir. Hazırlanan numuneler teflon kapak ile kapatılarak 70 °C sıcaklıktaki etüvde 5 saat bekletilmiştir. Etüvden alınan numuneler oda sıcaklığında soğutularak sıvı kısımları, içlerine 3 g Na₂SO₄ doldurulmuş temiz şişelere aktarılmıştır. Na₂SO₄ dolu şişelere aktarılan numuneler 24 saat bekletildikten sonra 0,2 µm cam mikro fiber filtreden süzülerek 2 mL'lik GC-viallerine konulmuştur (White ve ark., 2005b). Ağızları sıkıca kapatılan şişeler

buzdolabında analize kadar bekletilmiştir. Ekstraksiyon işlemi her bir numune için 3 tekrarlı yapılmıştır.

3.2.2. Bitki ekstraksiyonu

Laboratuara getirilip dondurucuda muhafaza edilen bitki numuneleri ekstraksiyon işlemi yapılarak analize hazır hale getirilmiştir. Bunun için bitki numuneleri ayrı ayrı (kök, gövde, yaprak, meyve) 1 L'lik blenderin içine konuldu 30 saniye yüksek hızda parçalandı. Numunelerden 10–30 g cam şişelere alınarak üzerine 50 µL 10,13 ppm'lik IS, 10 mL hekzan ve 5 mL propanol ilave edilerek 65 °C etüvde 2,5 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan numuneler üzerine tekrar 10 mL hekzan ve 5 mL propanol ilave edilerek cam yünü ile huniden süzüldü. Süzüldükten sonra 25 mL doymuş Na₂SO₄ çözeltisi ve 100 mL saf su ilave edilip 500 mL'lik ayırma hunilerinde toplanarak 10 saniye yavaşça çalkalandı, fazların ayrılması için 20 dakika daha beklendi. Daha sonra oluşan ağır faz ayırma hunisinden boşaltıldı. Ayırma hunisinde kalan faz kısmına tekrar 50 mL saf su ve 25 mL doymuş Na₂SO₄ çözeltisi eklendi. Ağır faz ayırma hunisinden boşaltılarak sadece hekzan fazı bırakıldı. Bu faz susuz Na₂SO₄ içeren şişelere alınarak kapağı kapalı bir şekilde 24 saat bekletildi. Bu süre sonunda 1 mL'lik numune GC-viallerine alınarak analiz edilene kadar buzdolabında bekletildi (White ve ark., 2005b).

3.2.3. Nem tayini

Numunelerdeki nem miktarının tayini için üç tekrarlı olmak üzere 3 gram numune tartılarak ağzı açık bir kap içerisinde 105 °C sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletilmiştir (White ve ark., 2005b). Numuneler etüvden alındıktan sonra tekrar tartım yapılmış ve iki sonuç arasındaki fark alınarak numunedeki nem miktarları belirlenmiş ve % nem miktarları hesaplanmıştır.

3.2.4. Numunelerin analiz edilmesi

Ekstraksiyon işlemleri yapılan toprak ve bitki numuneleri otomatik örnekleyiciyi kullanılarak GC' de analiz edilmiştir. Kalibrasyon standartları analizlerin başında ve

sonunda günlük olarak çalıştırılmıştır. HP-5MS kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) ve 60 mL/dakika taşıyıcı gaz olarak azot (N₂) kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 280 °C ve dedektör sıcaklığı 300 °C'dir. Kolon sıcaklığı 80 °C 2 dakika tutulup, daha sonra 25 °C/dakika ile 190 °C çıkarıldı ve 5 °C/dakika ile 280 °C ıkarıldı, 25 °C/dakika ile 300 °C'ye çıkarılıp 2 dakika bekletilmiştir. Analiz metodunun bir numune için toplam çalışma süresi 27,2 dakikadır.

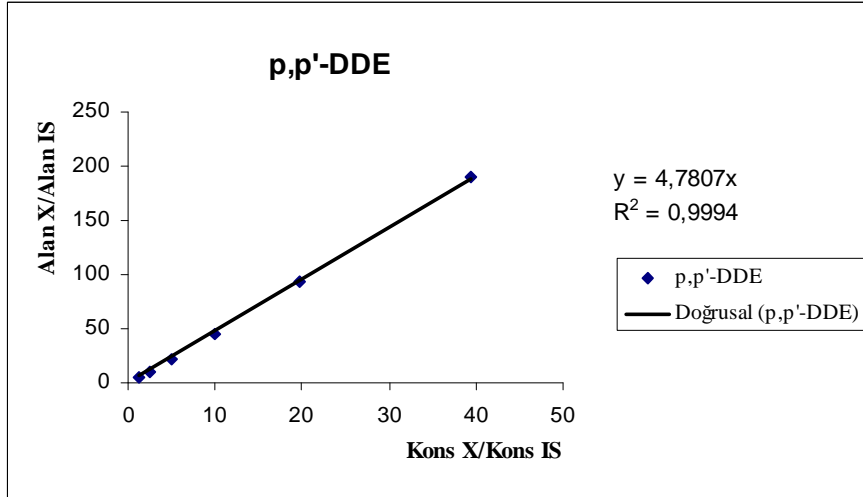
3.2.5. Kalibrasyon standartlarının hazırlanması

Supelco'dan temin edilen p,p'-DDT (5000 µg/mL hekzan), p,p'-DDD (5000 µg/mL hekzan) ve p,p'-DDE (5000 µg/mL hekzan) standartları hekzan ile seyreltilerek 8 adet kalibrasyon standardı hazırlanmıştır. Hazırlanan kalibrasyon standartlarına IS ilave edilmiştir. Kalibrasyon eğrileri kullanılarak numunelerdeki kirletici miktarları ng/g kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

4.1. Kalibrasyon Standartları

Kalibrasyon standartları GC-ECD'de analiz edilmiş ve elde edilen veriler ile grafikler oluşturulmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. p,p'-DDE kalibrasyon standardı için grafik

4.2. Çalışma Alanı Toprak Numuneleri

4.2.1. Toprak numuneleri nem tayini

Topraktaki kirlenici miktarı ng kirlenici/g kuru toprak olarak ifade edildiği için, toprak numunelerindeki nem miktarlarının hesaplanması gerekmektedir. Bu nedenle toprak numunelerinin ekstraksiyonu yapılırken, her numunenin bir kısmı da nem tayini için kullanılmıştır. Toprak numuneleri için yapılan üç tekrarlı nem tayinlerinin ortalaması ve standart sapmaları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Toprak nem miktarları

Numune ¹	% nem mik. \pm std sapma ²
Kb+Kr 1	3,979 \pm 0,017
Kb+Kr 2	3,101 \pm 0,002
Kb+Kr 3	3,677 \pm 0,019
Kb+Kr 4	3,573 \pm 0,021
Kb+Kr 5	3,750 \pm 0,006
Kr+Kr 6	6,806 \pm 0,005
Kr+Kr 7	3,660 \pm 0,018
Kr+Kr 8	3,088 \pm 0,026
Kr+Kr 9	3,607 \pm 0,038
Kr+Kr 10	3,554 \pm 0,073
Karpuz 11	3,006 \pm 0,049
Karpuz 12	4,861 \pm 0,011
Karpuz 13	3,398 \pm 0,009
Karpuz 14	3,205 \pm 0,015
Karpuz 15	5,868 \pm 0,021
Kb+Kb 16	5,065 \pm 0,022
Kb+Kb 17	4,600 \pm 0,024
Kb+Kb 18	3,125 \pm 0,047
Kb+Kb 19	4,235 \pm 0,043
Tohum(Kr) 20	3,784 \pm 0,029
Tohum(Kr) 21	4,043 \pm 0,032
Tohum(Kr) 22	4,880 \pm 0,036
Tohum(Kr) 23	5,666 \pm 0,015
Tohum(Kr) 24	3,437 \pm 0,045
Kabak 25	2,842 \pm 0,013
Kabak 26	5,751 \pm 0,036
Kabak 27	3,739 \pm 0,030
Kabak 28	5,973 \pm 0,051

¹Kb+Kr: Kabak üzerine karpuz aşılı bitki

Kr+Kr: Karpuz üzerine karpuz aşılı bitki

Karpuz: Aşısız karpuz bitkisi

Kb+Kb: Kabak üzerine kabak aşılı bitki

Tohum(Kr): Karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiden elde edilen tohumlardan yetiştirilen bitki

Kabak: Aşısız kabak bitkisi

²ortalama %nem \pm std sapma (n=3)

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi nem miktarları ortalama % 2,842 ile % 6,806 arasında değişmektedir. Bu hesaplanan nem %’si kullanılarak her bir toprak numunesinin kuru ağırlığı hesaplanmıştır.

4.2.2. Toprak numunelerindeki DDTs miktarları

Toprak numuneleri metotlar kısmında belirtilen yöntemle ekstraksiyon edilerek GC' de analiz edilmiştir. Numunelerdeki p,p'-DDT; p,p'-DDD; p,p'-DDE miktarları ng/g kuru toprak olarak Tablo 4.2'de verilmiştir. Tablo 4.2'de p,p'-DDT, p,p'-DDD ve p,p'-DDE'nin toplamları Σ DDTs olarak ifade edilmiştir.

Bütün toprak numunelerinin alındığı noktalarda farklı konsantrasyonlarda p,p'-DDT ile metabolizma ürünleri olan p,p'-DDD ve p,p'-DDE'ye rastlanmıştır. Numunelerdeki p,p'-DDE konsantrasyonları 62,32–242,95 ng/g; p,p'-DDD konsantrasyonları 22,38–141,07 ng/g ; p,p'-DDT konsantrasyonları ise 9,28–85,20 ng/g kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır. Aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkiler dört tekrarlı, diğer bitkiler ise beş tekrarlı olarak kirlenmiş alana ekilmiştir. Ekim yapılan her ocaktan alınan toprak numuneleri üçer tekrarlı ekstraksiyon yapılarak, kirletici konsantrasyonları Tablo 4.2'de tekrarların ortalaması ve standart sapmaları olarak verilmiştir.

Tablo 4.2. Çalışma alanı toprak numunelerindeki DDTs miktarları

Numune ¹	p,p'-DDE ²	p,p'-DDD ²	p,p'-DDT ²	ΣDDTs ³
Kb+Kr 1	161,22±13,08	73,30±8,38	42,54±11,52	277,06±32,98
Kb+Kr 2	118,08±3,71	48,65±2,34	23,67±1,04	190,39±7,08
Kb+Kr 3	122,43±5,09	55,07±4,08	29,91±4,78	207,40±13,96
Kb+Kr 4	71,95±2,43	31,41±1,46	14,95±1,79	118,31±5,68
Kb+Kr 5	62,32±2,42	25,48±0,73	13,49±1,15	101,28±4,30
Kr+Kr 6	220,61±10,91	113,43±4,65	64,77±3,28	398,79±18,84
Kr+Kr 7	242,95±20,79	121,58±11,52	66,39±7,56	430,92±39,87
Kr+Kr 8	160,38±1,64	81,86±0,62	44,40±0,84	286,64±3,11
Kr+Kr 9	135,81±5,31	75,23±6,54	41,89±0,47	252,93±12,31
Kr+Kr 10	69,15±1,20	28,02±0,69	13,15±2,48	110,33±4,38
Karpuz 11	210,48±11,65	97,13±3,92	47,73±3,73	355,34±19,29
Karpuz 12	182,65±5,83	133,52±18,23	85,20±19,66	401,37±43,73
Karpuz 13	150,07±29,99	75,17±1,65	35,16±1,45	365,83±212,5
Karpuz 14	125,34±0,44	53,97±1,34	24,58±1,58	203,89±3,36
Karpuz 15	74,67±3,48	31,22±0,73	15,02±0,74	120,91±4,95
Kb+Kb 16	128,49±2,04	56,49±0,52	31,09±2,25	216,07±4,82
Kb+Kb 17	104,74±4,64	48,43±1,13	21,89±2,14	175,07±7,91
Kb+Kb 18	66,12±0,99	22,38±1,25	9,28±0,87	97,78±3,11
Kb+Kb 19	77,56±3,81	26,79±0,67	9,94±1,11	114,29±5,59
Tohum(Kr) 20	172,46±9,95	79,99±4,93	37,86±3,75	290,32±18,63
Tohum(Kr) 21	145,59±5,13	63,77±3,53	29,82±3,51	239,18±12,17
Tohum(Kr) 22	174,31±25,09	57,38±2,55	32,03±3,99	263,71±31,63
Tohum(Kr) 23	131,26±8,49	50,80±2,18	25,39±1,01	207,45±11,68
Tohum(Kr) 24	83,69±6,77	30,64±2,10	15,73±3,51	130,05±12,38
Kabak 25	191,76±14,29	76,44±5,81	38,97±3,46	307,17±23,57
Kabak 26	156,87±4,35	65,21±2,26	42,48±3,92	264,56±10,53
Kabak 27	101,17±6,37	41,48±0,89	26,59±3,02	169,25±10,28
Kabak 28	87,16±3,77	37,10±1,66	22,16±1,45	146,42±6,88

¹Kb+Kr: Kabak üzerine karpuz aşılı bitki

Kr+Kr: Karpuz üzerine karpuz aşılı bitki

Karpuz: Aşısız karpuz bitkisi

Kb+Kb: Kabak üzerine kabak aşılı bitki

Tohum(Kr): Karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiden elde edilen tohumlardan yetiştirilen bitki

Kabak: Aşısız kabak bitkisi

²Ortalama konsantrasyon ng /g kuru toprak ± std sapma (n=3)

³ΣDDTs = p,p'-DDE + p,p'-DDD + p,p'-DDT

Her bir bitki türünün ekildiği topraktaki ortalama kirletici konsantrasyonları Tablo 4.3'te verilmiştir. Toplam DDTs miktarları 150,80 ile 295,92 ng/g arasında değişmektedir. Bu değerlerin yanındaki aynı harfler, değerler arasında istatistiksel farkın olmadığını göstermektedir. Kabak üzerine karpuz aşılı, aşısız kabak ve tohum bitkilerinin ekildiği topraklardaki toplam DDTs konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Benzer şekilde aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkilerin ekildiği topraklardaki toplam DDTs konsantrasyonlarında istatistiksel farklılık görülmemektedir. Kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin ekildiği topraklardaki toplam DDTs konsantrasyonları ise istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır.

Tablo 4.3. Bitki türlerinin ekim yapıldığı topraklardaki DDTs miktarları

Numune ¹	p,p'-DDE ²	p,p'-DDD ²	p,p'-DDT ²	∑DDTs ^{3,4}
Kb+Kr	107,20± 37,82	46,78± 18,10	24,91± 12,02	178,89 AB
Kr+Kr	165,78±64,83	84,02± 34,72	46,12± 20,26	295,92 B
Karpuz	140,31± 52,45	84,37± 61,71	45,48± 38,19	270,16 B
Kb+Kb	94,23±25,47	38,52±14,97	18,05±9,57	150,80 A
Tohum	141,46±36,09	56,52± 16,96	28,17±8,17	226,14 AB
Kabak	134,24± 44,67	55,06±17,28	32,55± 9,18	221,85 AB

¹Kb+Kr: Kabak üzerine karpuz aşılı bitki

Kr+Kr: Karpuz üzerine karpuz aşılı bitki

Karpuz: Aşısız karpuz bitkisi

Kb+Kb: Kabak üzerine kabak aşılı bitki

Tohum(Kr): Karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiden elde edilen tohumlardan yetiştirilen bitki

Kabak: Aşısız kabak bitkisi

²Ortalama konsantrasyon ng /g kuru toprak ± std sapma (n=15)

³DDTs = p,p'-DDE + p,p'-DDD + p,p'-DDT

⁴Harfler istatistiksel karşılaştırmaları göstermektedir.

Isleyen ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, bu alandaki p,p-DDE konsantrasyonunun derinlik ve bölgeye göre farklılık gösterdiğini belirlemişler. Yüzeyden 60 cm derinliğe kadar p,p-DDE miktarının 0–1215,34 ng/g ve alanın farklı noktalarında toplam DDTs miktarı 51,77 ile 2924,54 ng/g arasında değiştiği rapor edilmiştir. Geçmiş yıllarda DDT'nin bölgede farklı miktarlarda kullanılmasından dolayı, ekim alanındaki DDE miktarları farklılık göstermektedir.

4.3. Bitkilerin Analizi

4.3.1. Bitkilerdeki nem tayini

Bitki numunesindeki nem miktarı hesaplanmıştır. Her bitki türünün kök, gövde, yaprak ve meyvelerindeki ortalama % nem miktarları ve standart sapmaları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Bitki nem miktarları

Numune Adı ¹	Kök	Gövde	Yaprak	Meyve
	%Nem ± Std Sapma ²	%Nem ± Std Sapma ²	%Nem ± Std Sapma ²	%Nem ± Std Sapma ²
Kb+Kr	85,98 ± 2,05	89,46 ± 1,77	84,20 ± 1,35	94,04 ± 1,26
Kr+Kr	81,34 ± 0,71	89,57 ± 1,89	84,42 ± 1,63	94,28 ± 0,95
Karpuz	79,88 ± 2,84	89,61 ± 0,91	85,55 ± 1,18	94,86 ± 0,54
Kb+Kb	84,51 ± 1,56	88,78 ± 1,48	78,96 ± 2,75	85,56 ± 2,65
Tohum(Kr)	81,17 ± 2,03	90,56 ± 0,60	85,97 ± 0,96	94,49 ± 0,56
Kabak	82,30 ± 3,18	86,83 ± 2,90	79,64 ± 2,62	84,51 ± 4,09

¹Kb+Kr: Kabak üzerine karpuz aşılı bitki

Kr+Kr: Karpuz üzerine karpuz aşılı bitki

Karpuz: Aşısız karpuz bitkisi

Kb+Kb: Kabak üzerine kabak aşılı bitki

Tohum(Kr): Karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiden elde edilen tohumlardan yetiştirilen bitki

Kabak: Aşısız kabak bitkisi

² %nem ± std sapma(n=3)

Tabloda, bitkilerdeki nem miktarları % 78,96 ile % 94,86 arasında değişmektedir. Hesaplanan bu nem miktarları, bitkilerdeki konsantrasyonunun nanogram(ng) kirletici/ g kuru bitki ağırlığı olarak hesaplanmasında kullanılmıştır.

4.3.2. Bitkilerdeki DDTs miktarları

Her bir bitki numunesinin kök, gövde, yaprak ve meyvelerindeki p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE konsantrasyonları GC-ECD kullanılarak analiz edilmiştir. Her bitki türünün kök, gövde, yaprak ve meyvesindeki ortalama p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE ve toplam DDTs konsantrasyonları ng/g kuru ağırlık olarak Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Bitkilerdeki DDTs miktarları

Numune ¹	p,p'-DDE ²	p,p'-DDD ²	p,p'-DDT ²	∑ DDTs ²
Kb+Kr				
Kök	282,36±118,22	174,52±66,14	245,79±71,39	702,67±254,45
Gövde	88,60±36,60	109,34±35,03	135,45±39,28	333,38±94,99
Yaprak	4,74±1,01	NA ³	NA ³	4,74±1,01
Meyve	2,02±0,40	NA ³	NA ³	2,02±0,40
Kr+Kr				
Kök	445,85±120,51	211,03±53,33	493,41±151,94	1150,29±321,04
Gövde	13,33±5,97	NA ³	NA ³	13,33±5,97
Yaprak	3,53±0,40	NA ³	NA ³	3,53±0,40
Meyve	0,53±0,08	NA ³	NA ³	0,53±0,08
Karpuz				
Kök	292,62±48,33	121,03±22,98	330,06±79,02	743,72±149,20
Gövde	17,59±3,53	NA ³	NA ³	17,59±3,53
Yaprak	5,26±0,86	NA ³	NA ³	5,26±0,86
Meyve	0,69±0,25	NA ³	NA ³	0,69±0,25
Kb+Kb				
Kök	1727,57±363,7	167,03±22,38	547,02±101,77	2441,61±492,12
Gövde	114,06±56,07	62,68±11,18	98,45±28,65	275,19±104,91
Yaprak	7,99±1,20	22,37±2,42	149,40±18,82	179,77±27,76
Meyve	1,21±0,36	NA ³	NA ³	1,21±0,36
Tohum				
Kök	197,27±25,86	123,05±11,95	179,28±29,38	499,60±55,10
Gövde	10,19±2,26	NA ³	NA ³	10,19±2,26
Yaprak	4,29±0,78	NA ³	NA ³	4,29±0,78
Meyve	1,48±0,69	NA ³	NA ³	1,48±0,69
Kabak				
Kök	1604,82±577,2	130,78±37,54	590,57±184,53	2326,17±787,23
Gövde	143,35±88,49	51,86±7,46	97,03±39,64	291,24±92,31
Yaprak	7,68±1,95	21,40±6,79	83,43±13,95	112,52±22,41
Meyve	1,57±1,00	NA ³	NA ³	1,57±1,00

¹Kb+Kr: Kabak üzerine karpuz aşılı bitki

Kr+Kr: Karpuz üzerine karpuz aşılı bitki

Karpuz: Aşısız karpuz bitkisi

Kb+Kb: Kabak üzerine kabak aşılı bitki

Tohum(Kr): Karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiden elde edilen tohumlardan yetiştirilen bitki

Kabak: Aşısız kabak bitkisi

²ortalama konsantrasyon µg /Kg kuru bitki ± std sapma (n=4-5)

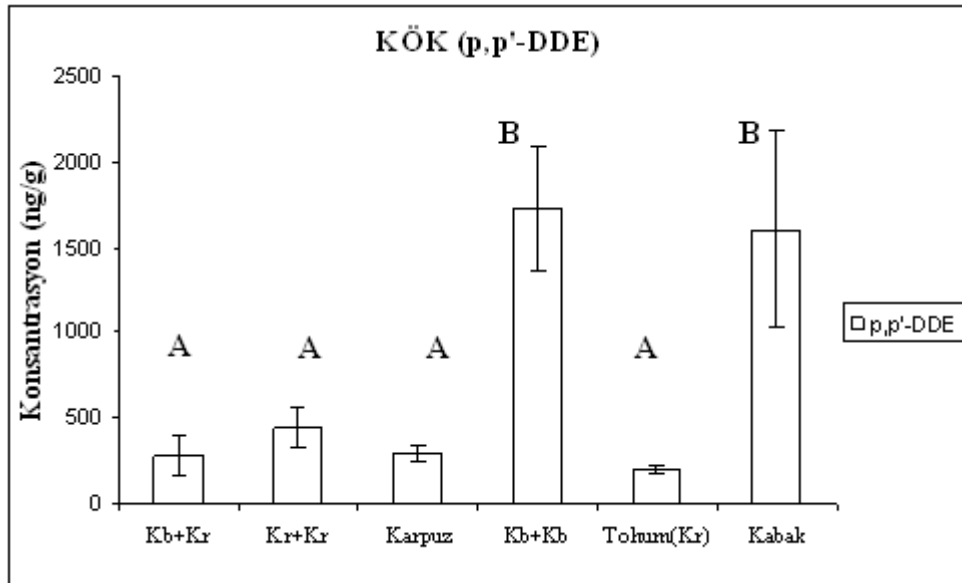
³NA: Ölçüm limitinin altında

Bütün bitkiler için ölçülen DDTs konsantrasyonları büyükten küçüğe doğru kök, gövde, yaprak ve meyve olarak sıralanmaktadır. Bu konsantrasyonlar bitki kısımları ve türleri için istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

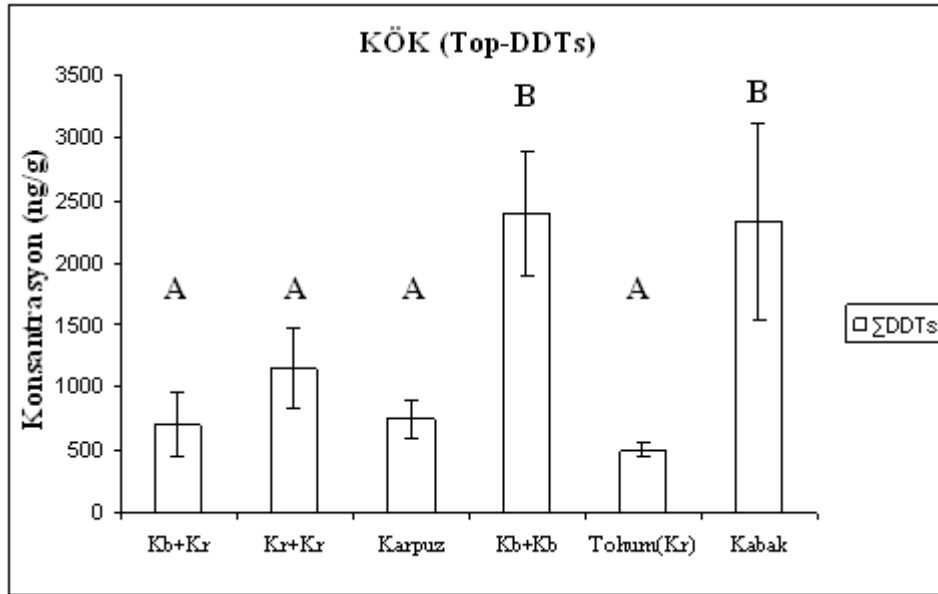
4.3.2.1. Bitki köklerindeki DDTs miktarları

Her bitki türünün kökünde biriken ortalama p,p'-DDE ve toplam DDTs miktarları ng/g kuru ağırlık olarak Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Bu grafiklerde beş tekrarlı deneysel çalışmalardan elde edilen ölçümlerin standart sapmaları da gösterilmiştir.

Bitkilerin köklerinde p,p-DDE konsantrasyonları 197,27–1727,57 ng/g, toplam DDTs ise 499,60–2441,61 ng/g aralığında değişmektedir. Bu değerler ANOVA çoklu karşılaştırma metodu ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Aynı harfler türler arasında istatistiksel olarak fark olmadığını, farklı harfler ise türler arasında bir istatistiksel farklılık olduğunu göstermektedir. Aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerindeki miktarları istatistiksel olarak birbirleriyle aynı diğer bitkilerden farklıdır. Diğer bitkiler arasında ise istatistiksel olarak bir farklılık yoktur.



Şekil 4.2. Bitkilerin köklerindeki p,p'-DDE miktarları



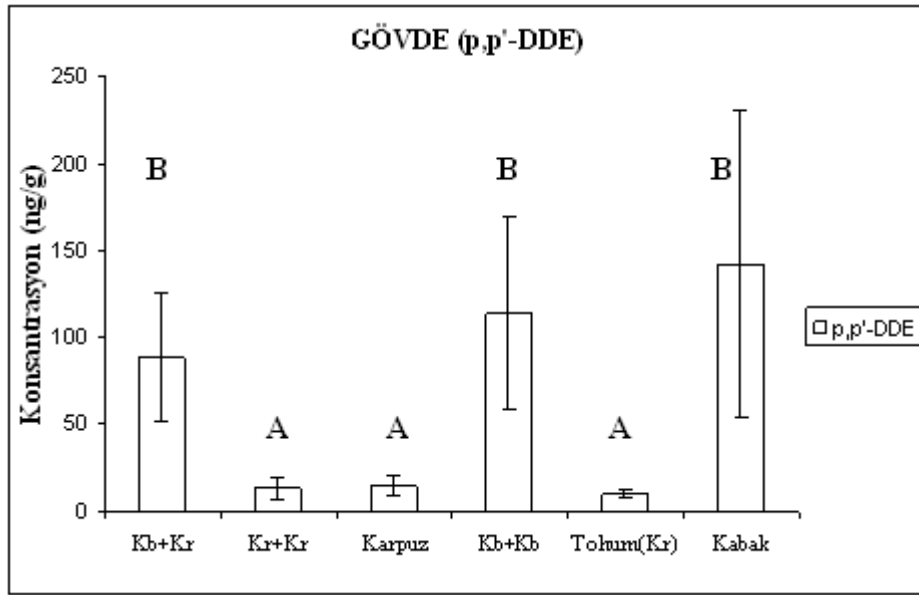
Şekil 4.3. Bitkilerin köklerindeki toplam DDTs miktarları

Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi kabak üzerine karpuz aşılanan bitkilerin köklerindeki birikim karpuz bitkilerinden istatistiksel olarak farklı değildir. Bu aşılama işlemi ile kökteki birikim karpuz bitkisine benzerlik göstermektedir. Kabak anaç üzerine karpuz aşılanan bitkilerin kökleri karpuz gibi davranmaktadır.

4.3.2.2. Bitki gövdelerindeki DDTs miktarları

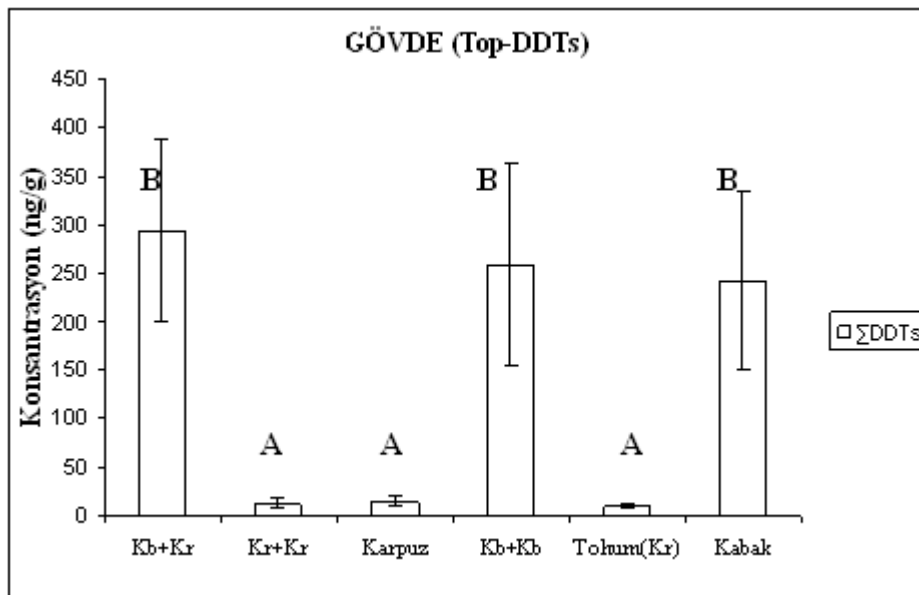
Bitkilerin gövdelerinde biriken ortalama p,p'-DDE ve toplam DDTs miktarları ng/g kuru ağırlık olarak Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

Bütün bitki türlerinin gövde kısımlarında 10,19–143,35 ng/g aralığında p,p'-DDE, 10,19–333,38 ng/g aralığında toplam DDTs ölçülmüştür. Gövdelerdeki p,p'-DDE ve toplam DDTs miktarları incelendiğinde kabak üzerine karpuz aşılanmış bitkilerdeki birikimin aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşıli bitkilerdeki miktarlardan istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmektedir. Kökler ile gövdeler kıyaslandığında bu durum gövdelerin köklerden daha farklı davrandığını göstermektedir.



Şekil 4.4. Bitkilerin gövdelerindeki p,p'-DDE miktarları

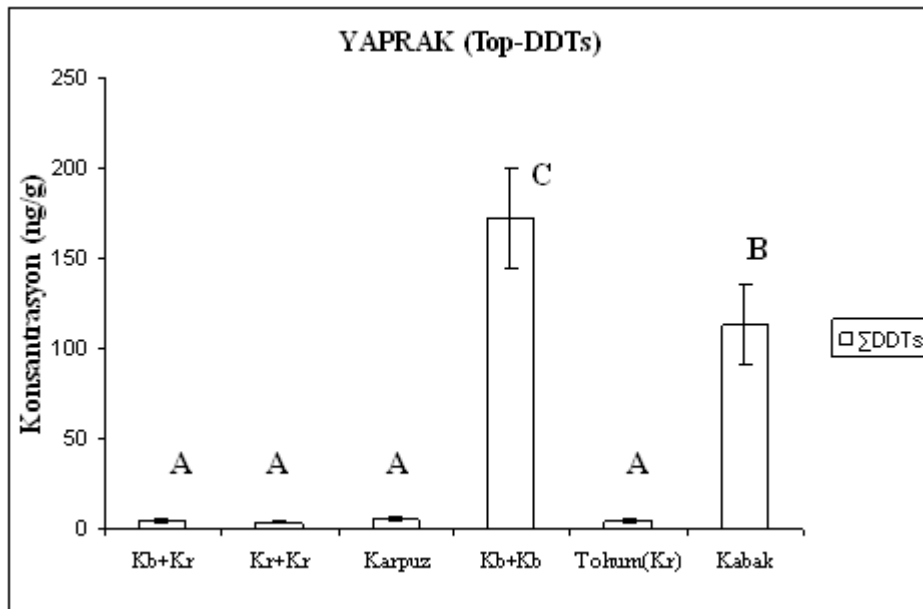
Kabak, kabak üzerine kabak aşılı ve kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin gövde kısmında biriken p,p'-DDE miktarlarında istatistiksel olarak fark olmayıp diğer bitkilerden ise istatistiksel olarak farklıdır. Kabak anacının bitkilerdeki toplam DDTs birikimini artırıcı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. Bitkilerin gövdelerindeki toplam DDTs miktarları

4.3.2.3. Bitki yapraklarındaki DDTs miktarları

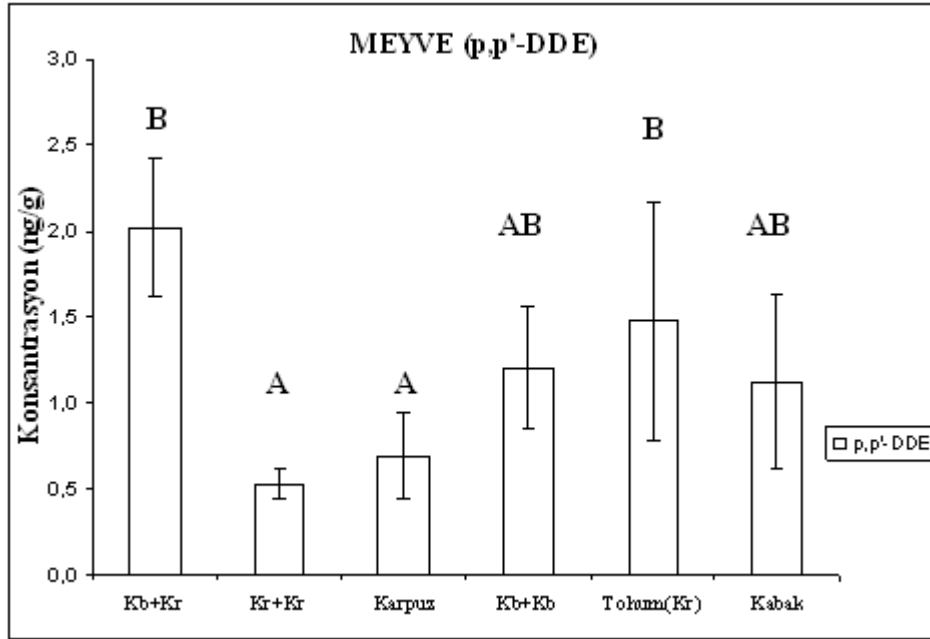
Bitkilerinin yaprak kısımlarında p,p'-DDE konsantrasyonları 3,53–7,99 ng/g olarak hesaplanmıştır. Toplam DDTs miktarı ise p,p'-DDE miktarlarıyla kıyaslandığında farklı olup 3,53–179,77 ng/g aralığında değişmektedir. Diğer bir farklı nokta ise karpuz, karpuz üzerine karpuz aşılı, tohum karpuz ve kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin yapraklarında p,p'-DDT birikmediği gözlenmiştir. Bu durumun tersi olarak kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerde p,p'-DDT birikimi yüksek seviyelerdedir. Bitkiler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında yaprağı karpuz olan bitkilerdeki birikimin farklılık göstermediği görülmüştür. Kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkiler kıyaslandığında, kabak üzerine kabak aşılı bitkilerdeki konsantrasyonların aşısız kabak bitkilerinden daha fazla olduğu ve istatistiksel farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Yetişir ve ark. (2003,2004) yaptığı çalışmalarda aşılanan bitkilerdeki kalsiyum, magnezyum birikiminin fazla olduğu ve bu bitkilerin daha fazla biokütleyle sahip oldukları gözlemlenmiştir. Kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin farklılığının bu sebebe dayandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.6. Bitkilerin yapraklarındaki toplam DDTs miktarları

Sadece aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin yaprak kısımlarında 83,43–149,40 ng/g aralığında p,p'-DDT bulunmaktadır. Bu iki bitkinin yapraklarında biriken p,p'-DDT miktarları istatistiksel olarak farklıdır.

4.3.2.4. Meyvelerdeki DDTs miktarları



Şekil 4.7. Bitkilerin meyvelerindeki p,p'-DDE miktarları

Meyvelerdeki p,p'-DDE konsantrasyonları 0,53–2,02 ng/g aralığında değişmekte olup bu değer bitkilerin diğer kısımları ile kıyaslandığında çok düşük bir miktardır. Meyvelerin istatistiksel analizleri yapıldığında farklılıklar görülmesine rağmen bu durumun ölçülen değerlerin cihazın ölçüm limitlerine yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Meyvelerde ölçülen p,p'-DDE miktarları türkgıda kodeksinin belirlediği değerlerin (50ppb) çok altındadır.

4.3.2.5. Bitkinin tamamındaki DDTs miktarları

Bitkilerin toplam kütlesi ile topraktan giderilen toplam DDTs miktarları Tablo 4.6'da özetlenmiştir. Tabloda görüldüğü gibi topraktan giderilen toplam DDTs miktarları büyükten küçüğe doğru şu şekilde sıralanabilir: kabak üzerine kabak aşısı (97117,35

ng), aşısız kabak (68022,06 ng), kabak üzerine karpuz aşısı (22768,87 ng), karpuz üzerine karpuz aşısı (5191,94 ng), aşısız karpuz (3064,83 ng) ve tohumlardan elde edilen karpuzlar (1338,02 ng).

Tablo 4.6. Bitkinin tamamındaki DDTs miktarları

Numune ¹	p,p'-DDE ²	p,p'-DDD ²	p,p'-DDT ²	ΣDDT ²
Kb+Kr	6838,42	6153,19	9777,26	22768,87
Kr+Kr	2277,84	875,03	2039,07	5191,94
Karpuz	1506,63	412,58	1145,62	3064,83
Kb+Kb	35599,92	14512,30	47005,13	97117,35
Tohum(Kr)	1392,58	265,35	376,26	1338,02
Kabak	23154,28	8775,32	36092,46	68022,06

¹Kb+Kr: Kabak üzerine karpuz aşılı bitki

Kr+Kr: Karpuz üzerine karpuz aşılı bitki

Karpuz: Aşısız karpuz bitkisi

Kb+Kb: Kabak üzerine kabak aşılı bitki

Tohum(Kr): Karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiden elde edilen tohumlardan yetiştirilen bitki

Kabak: Aşısız kabak bitkisi

²Bitkilerde birikim miktarı ng (n=4-5)

Her bir bitki türünün 1m*1m yüzey alanlı ve 0,25m derinlikteki ocakta yetiştiği kabul edilerek bitki tarafından bir ekimle giderilen yüzde fitoekstraksiyon verimi hesaplanmıştır. Bu değerler %0,002 ile %0,169 arasında değişmekte olup en yüksek iki değer kabak üzerine kabak aşılı ve aşısız kabak bitkileri için elde edilmiştir. Bu değerler kirlenmiş bölgelerin fitoekstraksiyonunda kullanılabilir oranların altındadır.

4.4. Öneriler

DDE ile kirlenmiş bölgelerin temizlenmesinde son yıllarda kabak bitkileri kullanılmaktadır. DDE gibi organik pestisitlerin kabağın yapısına nasıl geçtiği şu ana kadar bilinmemektedir. Bu araştırmada topraktaki DDE'yi en iyi biriktiren bitki olan kabak, yapısında biriktirmeyen karpuz bitkileri ile bunların kendi aralarındaki aşılı ve aşılı karpuz (anaç kısmı kabak) bitkileri kullanılmıştır. Topraktaki DDE'nin bitkilerin kök, gövde, yaprak ve meyvelerindeki birikimleri incelenerek bu değerler birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Aşısız kabak ile kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin yapraklarındaki DDE miktarı diğer bitkilerden istatistiksel olarak farklı ve daha fazla olduğu görülmüştür. Diğer bitkiler ise karpuz gibi davranmıştır.

Bu çalışmada keşfedilen ilginç bir nokta ise anaç kısmı kabak olan aşılı karpuz bitkilerinin gövdelerindeki DDE birikim miktarının karpuz bitkilerinden çok daha fazla olduğu ve kabak bitkilerinden istatistiksel olarak farklı olmadığıdır. Yani anaç kısmı kabak olan bitkilerin gövdesindeki DDE birikiminin kabak bitkilerine çok yakın olmasıdır.

Bunun tersi olarak kökteki DDE birikimi göz önüne alındığında anaç kısmı kabak olan bitkilerin köklerindeki miktar karpuz bitkilerinden istatistiksel olarak farklı olmayıp kabak bitkilerinden çok daha azdır. Bu nokta göz önüne alınarak DDE'nin topraktan bitkiye geçişinin anlaşılması üzerine gelecekteki yapılacak olan çalışmalar kök ve gövde üzerine yoğunlaştırılmalıdır.

Bizim yaptığımız çalışmada bitkilerin yapısında biriken toplam DDTs miktarı topraktaki başlangıç miktarı ile kıyaslandığında kabak bitkisi için % 0,169 olup kirlenmiş alanların temizlenmesinde kullanılabilmesi için bu %'de giderimin artırılması gerekmektedir.

Kök sistemi üzerine yapılacak deneysel çalışmalar ile alış mekanizması anlaşılırsa bu %'de giderim miktarı da artırılabilir. Böylece kirlenmiş alanların daha az sayıda yapılacak ekimle temizlenmesi sağlanacaktır.

Ayrıca temiz topraklara ekilen kabaklarda bu tür kirleticiler birikmemektedir. Tarımsal alanlarda kabak üretimi yapılıyor ise bu alanlardaki pestisit kalıntılarının analiz ettirilmesi önerilir.

KAYNAKLAR

ALEXANDER M., Aging, bioavailability, and overestimation of risk from environmental pollutants. *Environ. Sci. Technol.* 34, 4259-4265, 2000.

ANDERSON, T.A., WALTON, B.T., Comparative fate of ¹⁴C-trichloroethylene in the root zone of plants from a former solvent disposal site. *Environ. Toxicol. Chem.* 14, 2041–2045, 1995.

ANDREA, M.M., LUCHINI, L.C., MELLO, M.H.S.H., TOMITA, R.Y., MESQUITA, T.B., MUSUMECI, M.R., Dissipation and degradation of DDT, DDE, and parathion in Brazilian soils. *J. Environ. Sci. Health.* 29, 121-132. 1994.

APRILL, W., SIMS, R.C., Evaluation of the use of prairie grasses for stimulating polycyclic aromatic hydrocarbon treatment in soil. *Chemosphere*, 20, 253–265, 1990.

ARUL, B.N., NİĞDELİOĞLU, M., İŞLEYEN, M., Sakarya'nın Geyve ilçesinde kullanılan tarımsal ilaçların incelenmesi. Sakarya Üniversitesi, 2006.

ATASAYAR, Türkiye'de Aşılı Karpuz Fide Kullanımı. *Hasad*, 21, 87–91, 2006.

AYAS, Z., EKMEKCI, G., OZMEN, M., YERLI, S.V., *Environmental Toxicology and Pharmacology.* 23, 242–249, 2007.

BLAYLOCK, M.J., SALT, D.E., DUSHENKOV, S., ZAKHAROVA, O., GUSSMAN, C., KAPULNIK, Y., ENSLEY, B.D., RASKIN, I., Enhanced accumulation of Pb in Indian mustard by soil-applied chelating agents. *Environ. Sci. Technol.* 31, 860–865, 1997.

BOYLE, J.J., SHANN, J.R., The influence of planting and soil characteristics on mineralization of 2,4,5-T in rhizosphere soil. *J. Environ. Qual.* 27, 704–709, 1998.

BURKEN, J.G., SCHNOOR, J.L., Phytoremediation: Plant uptake of atrazine and role of root exudates. *J. Environ. Eng.* 122, 958–963, 1996.

CARROLL, K.M., HARKNESS, M.R., BRACCO, A.A., BALCARCEL, R.R., Application of permeant/polymer diffusion model to the desorption of polychlorinated biphenyls from Hudson River sediments. *Environ Sci Technol*, 28, 253–258, 1994.

CHRISTEN, K., U.N. negotiations on POPs snag on malaria. *Environ. Sci. Technol.* 33, 444A-445A, 1999.

COK, I., BILGILI, A., OZDZMIR, M., OZBEK, H., BILGILI, N., BURGAZ, S., *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 59, 577-582, 1997.

CUNNINGHAM, S.D., ANDERSON, T.A., SCHWAB, A.P., HSU, F.C., *Phytoremediation of soil contaminated with organik pollutants. Adv Argon*, 56, 55-114, 1996.

DIETZ, A.C., SCHNOOR, J.L., *Advances in Phytoremediation. Environ Health Perspect*, 109, 163-168, 2001.

EBBS, S.D., KOCHIAN, L.V., *Toxicity of zinc and copper to Brassica species: implications for Phytoremediation. J. Environ. Qual.* 26, 776-781, 1997.

ERDOGRUL, O., ADRIAN C., KURTUL, N., SCHEPENS, P., *Environment International.* 30, 659- 666, 2004.

GOSELIN, R.E., SMITH, R.P., HODGE, H.C., *Clinical Toxicology of Commercial Products*, 5th ed. Williams and Wilkens, Baltimore, M.D., USA, 1984.

GRASMAN, K.A., SCANLON, P.F., FOX, G.A., *Reproductive and physiological effects of environmental contaminants in fish-eating birds of the Great Lakes: A review of historical trends. Environ Monit Assess*, 53, 117-145, 1998.

GUENZI, W.D., BEARD, W.E., *The effects of temperature and soil water on the conversion of DDT to DDE in soil. J. Environ. Qual.* 5, 243-246, 1976.

HATZINGER, P.B., ALEXANDER, M., *Effect of aging of chemicals in soil on their biodegradability and extractability. Environ. Sci. Technol.* 29, 537-545, 1995.

<http://www.fidebirlik.org.tr/>, (erişim tarihi 29/12/2010)

HUANG, J.W., BLAULOCK, M.J., KAPULNIK, Y., ENSLEY, B.D. *Phytoremediation of uranyum-contaminated soils: role of organik acids in triggering uranyum hyperaccumulation in plants. Environ. Sci. Technol.* 32, 2004-2008, 1998.

HULSTER, A., MULLER, J.F., MARSCHNER, H., *Soil-plant transfer of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans to vegetables of the cucumber family (Cucurbitaceae). Environ Sci Technol*, 28, 1110-1115, 1994.

HUSSAIN, A.M., MAQBOOL, U., ASI, M., *Studies on the dissipation and degradation of 14C-DDT and 14C-DDE in Pakistani soil under field conditions. J. Environ Sci, Health-Part B: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes* 29, 1-15, 1994.

ISLEYEN, M., SEVIM, P., USLAN, M., Survey of DDT residue in agricultural fields of Sakarya, Turkey (in pres), 2011.

KAUR, I., MATHUR, R.P., TANDON, S.N., DUREJA, P., Persistence of endosulfan in water and soil. *Environmental Technology*, 19, 115–119, 1998.

KOLANKAYA, D., *Int. J. Anal. Chem.*, 86 (1–2), 147–160, 2006.

KUMAR, K.S., KANNAN, K., GEISY, J.P., MASUNAGA, S., Distribution and elimination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, biphenyls, and p,p 9-DDE in tissues of bald eagles from the upper peninsula of Michigan. *Environ. Sci. Technol.* 36:2789–2796, 2002.

KURT, P.B., OZKOC, H., *Marine Pollution Bulletin.* 48, 1076–1083, 2004.

LASAT, M.M., Phytoextraction of toxic metals: A review of biological mechanisms. *J Environ Qual*, 31, 109–120, 2002.

LEIGH, M.B., FLETCHER, J.S., FU, X., SCHMITZ F.J. Root turnover: An important source of mikrobiyal substrates in rhizosphere remediation of recalcitrant contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 28, 1110–1115, 2002.

LICHTENSTEIN, E.P., Absorption of some chlorinated hydrocarbon insecticides from soils into various crops. *J Agric Food Chem*, 7, 430–433, 1959.

LICHTENSTEIN, E.P., SCHULZ, K.R., SKRENTNY, R.F., STITT, P.A., Insecticidal residues in cucumbers and alfalfa grown on aldrin- or heptachlor-treated soils. *J Econ Entomol*, 58, 742–746, 1965.

LISTE, H.H., ALEXANDER, M., Accumulation of phenanthrene and pyrene in rhizosphere soil. *Chemosphere*, 40, 11–14, 2000.

MA, L.Q., KOMAR, K.M., TU, C., ZHANG, W., CAI, Y., KENNELLEY, E.D., A fern that hyperaccumulates arsenic. *Nature*, 409, 579, 2001.

MATTINA, M.I., IANNUCCI-BERGER, W., DYKAS, L., PARDUS J., Impact of long-term weathering, mobility, and land use on chlordane residues in soil. *Environ. Sci. Technol.* 33, 2425–2431, 1999.

MATTINA, M.I., IANNUCCI-BERGER, W., MUSANTE, C., WHITE, J.C., Concurrent plant uptake of heavy metals and persistent organik pollutants from soil. *Environ. Poll.* 124, 375–378, 2003.

MATTINA, M.J.I., WHITE, J.C., EITZER, B.D., IANNUCCI-BERGER, W., Cycling of weathered chlordane residues in the environment: compositional and chiral profiles in contiguous soil, vegetation, and air compartments. *Environ. Toxicol. Chem.* 21, 281–288, 2002.

MEIJER, S.N., STEINNES, E., OCKENDEN, W.A., JONES, K.C., Influence of environmental variables on the spatial distribution of PCBs in Norwegian and UK soils: Implications for global cycling. *Environ. Sci. Technol.* 36, 2146–2153, 2002.

NASH, R.G., WOOLSON, E.A., Persistence of chlorinated hydrocarbon insecticides in soil. *Science*, 157, 924–927, 1967.

PARRISH, Z.D., WHITE J.C., ISLEYEN, M., GENT, M.P.N., IANNUCCI-BERGER, W., EITZER, B.D., KELSEY, J.W., MATTINA, M.I., Accumulation of weathered polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by plant and earthworm species. *Chemosphere*. (In press), 2005.

PYLYPIW, H.M., JR., MISENTI, T., INCORVIA MATTINA, M.J., Pesticide residues in produce sold in Connecticut 1996. Bulletin 940. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, CT, 1997.

RITTER, L., SOLOMON, K.R., FORGET, J., STEMEROFF, M., O'LEARY, C., Persistent organic pollutants. International Programme on Chemical Safety, Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals, United Nations Environment Program, New York, NY, USA, PCS/95.38, 1995.

ROBERTSON, B.K., ALEXANDER, M., Sequestration of DDT and dieldrin in soil: Disappearance of acute toxicity but not the compounds. *Environ Toxicol Chem*, 17, 1034–1038, 1998.

SCHNOOR, J.L., Phytoremediation of soil and groundwater. Technical Evaluation Report 02-01. Ground Water Remediation Technologies Analysis Center, Pittsburgh, PA, USA, 2002.

SICILIANO, S.D., GOLDIE, H., GERMIDA, J.J., Enzymatic activity in root exudates of Dahurian wild rye (*Elmus dauricus*) that degrades 2-chlorobenzoic acid. *J. Agric. Food Chem.* 46, 5–6, 1998.

THOMPSON, P.L., RAMER, L.A., SCHNOOR, J.L., Uptake and transformation of TNT by hybrid poplar trees. *Environ. Sci Technol.* 32, 975–980, 1998.

TOPBAŞ, M.T., BROHI A.R. ve KARAMAN, M.R., Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, 339, Ankara, 1998.

TURGUT C., *Environment International*, 29, 29 – 32, 2003.

USLAN, M., Tarımsal alanlardaki POPs miktarlarının araştırılması; Sakarya örneği, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2009, 35-37.

WANIA, F., MACKAY D., Tracking the distribution of persistent organic pollutants. *Environ. Sci. Technol.* 30, 390A-396A, 1996.

WHITE, J.C., Differential bioavailability of field-weathered p,p'-DDE to plants of the Cucurbita and Cucumis genera. *Chemosphere*, 49, 143–152, 2002.

WHITE, J.C., KOTTLER, B.D., Citrate-mediated increase in the uptake of weathered p,p'-DDE residues by plants. *Environ Toxicol Chem*, 21, 550–556, 2002.

WHITE, J.C., MATTINA, M.I., EITZER, B.D., IANNUCCI-BERGER, W., Tracking chlordane compositional and chiral profiles in soil and vegetation. *Chemosphere*, 47, 639–646, 2002.

WHITE, J.C., MATTINA, M.I., LEE, W.Y., EITZER, B.D., IANNUCCI-BERGER, W., Role of organic acids in enhancing the desorption and uptake of weathered p,p'-DDE by Cucurbita pepo. *Environ Pollut*, 124, 71–80, 2003a.

WHITE, J.C., PARRISH, Z.D., ISLEYEN, M., GENT, M.P.N., IANNUCCI-BERGER, W., EITZER, B.D., MATTINA, M.J.I., Uptake of weathered p,p'-DDE by plant species effective at accumulating soil elements. *Microchemical Journal*. 81, 148–155, 2005a.

WHITE, J.C., Phytoremediation of weathered p,p'-DDE residues in soil. *Int. J. Phytoremed.* 2, 133–144, 2000.

WHITE, J.C., WANG, X., GENT, M.P.N., IANNUCCI-BERGER, W., EITZER, B.D., SCHULTES, N.P., ARIENZO, M., MATTINA, M.J.I., Subspecies-level variation in the Phytoextraction of weathered p,p'-DDE by Cucurbita pepo. *Environ. Sci. Technol.* 37, 4368–4373, 2003b.

WHITE, P.M.JR., WOLF, D.C., THOMA, G.J., REYNOLDS, C.M., Influence of organic and inorganic soil amendments on plant growth in crude oil-contaminated soil. *Int. J. Phyto.* 5, 381–397, 2003c.

WHITE, J.C., PARRISH, Z.D., ISLEYEN M., GENT, M.P.N., IANNUCCI-BERGER, W., EITZER, B.D., MATTINA, M.I. Influence of nutrient amendments on the Phytoextraction of weathered 2,2-bis(p-chlorophenyl)-1,1-dichloroethylene by cucurbits. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24 (4), 987-994, 2005b.

YANG, Y., RATTE, D., SMETS, B., PIGNATELLO, J., GRASSO, D., Mobilization of soil organic matter by complexing agents and implications for polycyclic aromatic hydrocarbon desorption. *Chemosphere*, 43, 1013–1021, 2001.

YETISIR, H., SARI, N., Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 1269-1274, 2003.

YETISIR, H., SARI, N., EKBIC, I.E., Association between plant and fruit characteristics in dihaploid cantaloupe melon (*Cucumis melo* var *cantaloupensis*), *Indian Journal of Agricultural Sciences* 74, 379–381, 2004.

YÜCER, M.M., Tarım İlaçları “Registered Agrochemicals in Turkey”. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 2000.

ZAYED, S.M.A.D., MOSTAFA, I.Y., EL-ARAB, A.E., Chemical and biological release of ^{14}C -bound residues from soil treated with ^{14}C -p,p'-DDT. ,J. Environ. Sci. Health. 29, 169-175, 1994.

ÖZGEÇMİŞ

Mahmut SAK, 1983 yılında Erzurum'da doğdu. Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nden 2007 yılında mezun oldu. 2008 yılı güz döneminde Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında öğrenimine başladı ve 2011 bahar döneminde eğitimini tamamlayarak bu bölümden mezun oldu.