

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

**TOPRAKTAKİ YILLANMIŞ p,p-DDE'NİN AŞILI  
KABAKGİLLERLE ALINIŞI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çevre Müh. Pınar SEVİM**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Mehmet İŞLEYEN**

**Haziran 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAKTAKİ YILLANMIŞ p,p-DDE'NİN AŞILI  
KABAKGİLLERLE ALINIŞI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Pınar SEVİM

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 23 / 06 /2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Yrd.Doç.Dr.  
Mehmet İŞLEYEN  
Jüri Başkanı



Prof.Dr.  
İ. Ayhan ŞENGİL  
Üye



Doç.Dr.  
Abdil ÖZDEMİR  
Üye

Bu alışma 1080244 numaralı TÜBİTAK projesi ve Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon başkanlığı tarafından desteklenmiştir (2011-50-01-024).

## **TEŞEKKÜR**

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

## 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
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOD.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Kullanılan kimyasallar.....	10
3.1.2. Kullanılan cihaz ve malzemeler.....	10
3.2. Metod.....	11
3.2.1. Toprak numunelerinin toplanması ve rhizotronların hazırlanması.....	11
3.2.2. Toprak numunelerinin ekstraksiyonu.....	12
3.2.3. Bitkilerin temini ve ekilmesi.....	12
3.2.4. Bitkilerin hasadı ve numunelerin toplanması.....	13
3.2.5. Bitkilerin ekstraksiyonu .....	15

3.2.6. Katı faz mikro ekstraksiyon (KFME) metodunun optimizasyonu.....	16
3.2.7. Numunelerdeki p,p-DDE ölçümü.....	19
3.2.8. İstatistiksel analiz .....	19
BÖLÜM 4.	
SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	21
4.1. Rhizotronlardaki p,p-DDE miktarları.....	21
4.2. Boşluk suyu ve ksilemdeki p,p-DDE konsantrasyonları.....	24
4.3. Bitkilerdeki p,p-DDE konsantrasyonları.....	31
4.3.1. Bitkilerin köklerindeki p,p-DDE konsantrasyonları.....	33
4.3.2. Bitkilerin gövdelerindeki p,p-DDE konsantrasyonları.....	35
4.3.3. Bitkilerin yapraklarındaki p,p-DDE konsantrasyonlar.....	37
4.3.4. Bitkilerin meyvelerindeki p,p-DDE konsantrasyonları.....	39
4.4. Öneriler.....	40
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	50

## 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 <sub>ow</sub>	: 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.	p,p-DDT ve metabolik ürünlerinin kimyasal yapısı.....	7
Şekil 3.1.	Temin edilen aşıllı ve aşısız bitkiler.....	13
Şekil 3.2.	KFME metodu için seçilen fiberin farklı sıcaklıklardaki optimizasyonu.....	17
Şekil 3.3.	KFME metodu için seçilen fiberin farklı zaman aralıklarındaki optimizasyonu.....	18
Şekil 4.1.	Aşıllı ve aşısız türlerin ksilemindeki p,p-DDE akışı (2009).....	30
Şekil 4.2.	Aşıllı ve aşısız türlerin ksilemindeki p,p-DDE akışı (2010).....	30
Şekil 4.3.	Bitkilerin köklerinde biriken p,p-DDE miktarı(2009).....	33
Şekil 4.4.	Bitkilerin köklerinde biriken p,p-DDE miktarı(2009).....	35
Şekil 4.5.	Bitkilerin gövdelerinde biriken p,p-DDE miktarı(2009).....	36
Şekil 4.6.	Bitkilerin gövdelerinde biriken p,p-DDE miktarı(2010).....	37
Şekil 4.7.	Bitkilerin yapraklarında biriken p,p-DDE miktarı(2009).....	38
Şekil 4.8.	Bitkilerin yapraklarında biriken p,p-DDE miktarı(2010).....	39
Şekil 4.9.	Bitkilerin meyvelerinde biriken p,p-DDE miktarı(2010).....	40



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Sakarya ilinde tarımsal mücadele ilaçları (etkili madde olarak) kullanımı .....	4
Tablo 3.1.	Ekilen bitkilerin türleri ve elde edilen numuneler .....	14
Tablo 4.1.	Topraklardaki p,p-DDE konsantrasyonu (2009 ve 2010).....	22
Tablo 4.2.	Boşluk suyu ve ksilemdeki p,p-DDE konsantrasyonu (2009 ve 2010) .....	25
Tablo 4.3.	Biyolojik birikim faktörü (2009 ve 2010).....	28
Tablo 4.4.	Aşılı ve aşısız türlerin ksilemlerindeki p,p-DDE akışı.....	29
Tablo 4.5.	Bitkilerde ölçülen p,p-DDE konsantrasyonları.....	32

## ÖZET

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

*Cucurbita pepo ssp pepo* (Kabak) topraktaki yıllanmış p,p-DDE yi fitoekstrak etme yeteneğine sahiptir. Karpuzda bu yetenek olmadığı için, kabak üzerine aşılınmış karpuz bitkilerinde yıllanmış p,p-DDE nin birikimini incelemek için serada 2 yıl boyunca deneyler yapıldı. Aşısız kabak, aşısız karpuz, kabak üzerine karpuz aşılı, kabak üzerine kabak aşılı ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiler konsantrasyonları 485,43 ng/g ile 1434,52 ng/g arasında değişen saksılara 2009 ve 2010 yıllarında ekilmiştir. Boşluk suyu, ksilem, kök, gövde, yaprak ve meyvelerdeki p,p-DDE miktarları ölçülerek bu miktarlar aşılı ve aşısız bitkilerle karşılaştırıldı.

Karpuz üzerine karpuz aşılı ve aşısız karpuz bitkilerinin ksilemindeki p,p-DDE miktarı 0,49 µg/L ve 0,50µg/L ölçülüp bunlar birbirinden istatistiksel farklı olmayıp, kabak üzerine kabak aşılı ve aşısız kabak için bu değerler 139,94 µg/L ve 141,20 µg/L olarak ölçülmüştür. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin ksilemindeki miktar 71,00 µg/L olup bu değer istatistiksel olarak diğer türlerden farklıdır. Ölçülen p,p-DDE miktarı kökten başlayarak, gövde, yaprak ve meyveye doğru azaldı. Bitkiler arasında, ortalama p,p-DDE konsantrasyonu kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler için en yüksek olup, kökte 16488 ng/g, gövdede 360 ng/g, yaprakta 11 ng/g, ve meyvede 10 ng/g olarak ölçülmüştür. Aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkilerle karşılaştırıldığında, kabak anacının aşılı bitkilerde p,p-DDE birikimini artırdığı gözlenmiştir.

# ACCUMULATION OF WEATHERED *p,p'*-DDE IN SOIL BY GRAFTED CUCURBITACEA

## SUMMARY

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

*Cucurbita pepo ssp pepo* (zucchini) has been shown to uniquely phytoextract certain amounts of weathered dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) from soil. Since *Citrullus lanatus* (watermelon) does not have this ability, a two-year greenhouse experiment was conducted to investigate the weathered *p,p'*-DDE accumulation in watermelon plants grafted onto zucchini rootstocks from contaminated soil. Zucchini, watermelon, their heterograft's, and homografts were grown in pots packed with the *p,p'*-DDE contaminated soil concentration ranging from 485.43 ng/g to 1434.52 ng/g in 2009 and 2010. Concentrations of *p,p'*-DDE in pore water, xylem sap, roots, stems, leaves, and fruits were measured and compared to intact plants, homografted, and heterografted zucchini and watermelon plants.

Xylem sap concentrations of homografted and intact plant of watermelon were 0.49 µg/L and 0.50 µg/L and neither is different ( $p > 0.05$ ) than each others whereas xylem sap *p, p'*-DDE concentrations were measured as 139.94 µg/L and 141.20 µg/L for homografted and intact plant of zucchini. Xylem sap *p, p'*-DDE concentration of heterografted watermelon (watermelon grafted onto zucchini rootstock) is 71.00 µg/L and it is significant different than their homografts and intact plants of watermelon and zucchini. The highest concentrations were detected in the roots, followed by decreasing amounts in the stems, leaves, and fruits. Among the cultivars, an average of the *p, p'*-DDE concentration was the highest for grafted watermelon and measured as 16488 ng/g in roots, 360 ng/g in stems, 11 ng/g in leaves, and 10 ng/g in fruits. The results show that accumulation of *p, p'*-DDE in grafted watermelon was enhanced by zucchini rootstocks when we compare it to intact watermelon and homografted watermelon.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusuna paralel olarak gıda ihtiyacını karşılamak için tarım alanlarından daha fazla ürün elde edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tarımsal alanlarda bitkilerin gelişimini etkileyerek tarımsal üretimi azaltan zararlı böcek, yabancı ot, mantar ve kemirici hayvanlarla mücadelede için 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.

Tarım amaçlı kullanılan klor ve fosfor içerikli 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 iç yapısına kadar geçerler. Topraktaki bu tür kirleticilerin zamanla biyolojik kullanılabilirliği azaldığı için, kirlenmiş alanların temizlenmesinde yerinde arıtım teknolojilerinin birçoğu yetersiz kalmaktadır (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 kullanımını 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 ise bu kirleticileri biriktirmediği verilmiştir ( MATTINA ve ark., 2006a; WHITE, 2010; WHITE ve ark., 2003b). Karpuz üretiminde Türkiye, Çin, İspanya ve İtalya gibi ülkelerde yaygın olarak aşılı karpuz bitkileri kullanılmaktadır. Çapraz aşılı (kabak üzerine karpuz aşılantısı) bitkilerde pestisitlerin birikimi ile ilgili bilimsel bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile topraktaki yığılmış p,p'-DDE nin ülkemizde yaygın olarak kullanılan kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin yapısında birikip birikmeyeceği araştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca iki yıl içerisinde (2009 ve 2010) iki farklı kabak ve karpuz türleri ile bunların kendi aralarında aşılı ve kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin boşluk suyu, ksilem, kök, gövde, yaprak ve meyvelerindeki birikim miktarları birbirleriyle kıyaslanmıştır

## BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRILMASI

Aşılı karpuz Çin, Kore, İspanya, İtalya ve Türkiye’de yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir (MIGUEL *ve ark.*, 2004; YETİSİR *ve ark.*, 2007; YETİSİR *ve SARI*, 2003). Çin’den sonra ki en büyük karpuz üreticisi ülke Türkiye’dir (YETİSİR *ve ark.*, 2007). 2001 yılında Türkiye’de yaklaşık olarak 4 milyon ton karpuz üretilmiştir (ANONYMOUS, 2001). 2006 yılında Türkiye’deki aşılı karpuzların sayısı 2,5 milyondan 16 milyona çıkmıştır (ATASAYAR, 2006). Karpuzların aşılmasında kullanılan yaygın anaç türleri yaz kabağı (*Cucurbita pepo*), bal kabağı (*Cucurbita moschata*), bal kabağı (*Cucurbita maxima*), hibrit kabak (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) ve su kabağı (bottle gourd) olarak sıralanabilir (DAVIS *ve ark.*, 2008; Lee, 1994). Kore, Japonya ve Tayvan’da 1998 yılında karpuzların % 95 inin “squash” veya “gourd” anaçları üzerine aşılandığı rapor edilmiştir (LEE *ve ODA*, 2003).

Karpuz bitkisine aşı yapılmasının temel sebebi *fusarium wilt*, *verticillium wilt* ve *phomopsis sclerotioides* gibi toprak kaynaklı hastalıkları kontrol etmek ve bitkilerde viral hastalıklara karşı daha dayanıklı bir yapı oluşturmaktır (MIGUEL *ve ark.*, 2004; SAKATA *ve ark.*, 2007; SHISHIDO *ve ark.*, 2006; WANG *ve ark.*, 2002). Daha önce yapılan çalışmalara göre aşılama meyve verimini, kaliteyi, tuzlu topraklarda ve düşük sıcaklıklarda bitkinin hastalıklara karşı toleransını arttırmaktadır (LIU *ve ark.*, 2003b; NIE *ve CHEN*, 2000; PULGAR *ve ark.*, 2000; RIVERO *ve ark.*, 2004; RUIZ *ve ark.*, 1997; XU *ve ark.*, 2005d). Örneğin shin-tosa (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) anacı düşük sıcaklıklarda daha yüksek büyüme hızı sağlamaktadır. Crimson tide (karpuz) üç farklı anaca aşılandığında tuzlu şartlarda aşılammış karpuzlardan daha fazla kök ağırlığı ürettiği, kalsiyum ve magnezyum biriktirdiği görülmüştür (YETİSİR *ve UYGUR*, 2010). Başka bir çalışmada su kabağı üzerine aşılammış karpuz bitkileri kontrol bitkileri ile kıyaslandığında verimin %27 ile %106 arttığı verilmiştir (YETİSİR *ve SARI*, 2003; YETİSİR *ve ark.*, 2004;

YETİŞİR *ve ark.*, 2003). Aşılama karpuz bitkisine yukarıda bahsedilen avantajları sağlayacağı gibi aşılınmış karpuzlar hakkında kötü tat, lifli yapı gibi yaygın şikayetler bulunmaktadır (DAVIS *ve ark.*, 2008; LEE *ve ODA*, 2003). Şu ana kadar aşılamanın bitkiye sağlayacağı avantajlar üzerine bir çok araştırma yapılmasına rağmen DDT (2,2-bis(chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane) gibi pestisitlerin aşılı karpuzların yapısında birikimi konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Tarım amaçlı kullanılan klor ve fosfor içeren pestisitler dünya genelinde en çok bilinen çevresel organik kirleticilerdendir. Bu tür kimyasalların Türkiye’de de kullanıldığı Tarım Bakanlığı’nın yayınladığı ‘Ruhsatlı Zirai Mücadele İlaçları’ verilerinde de belirtilmiştir (YUCER, 2000). Ülkemizde nadas uygulaması yapılmayan tek il olan Sakarya’ da turuncgiller ve subtropik meyveler dışında her türlü tarla bitkisi, meyve ve sebze yetiştirilebilmektedir. Meyve üretiminde insektisit, fungusit gibi ilaçlar kullanılırken, tarla bitkileri üretiminde yabancı ot öldürücü herbisitler ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. İklimin rutubetli olmasının neticesi olarak çok sık rastlanan mantar hastalıklarına karşı fungusit kullanılmaktadır. Sakarya bölgesinde tarım ilacı kullanım oranı Tablo 2.1 de verilmiştir ve hektar başına kullanılan pestisit miktarı Türkiye ortalamasının çok üzerindedir.

Tablo 2.1. Sakarya İlinde Tarımsal Mücadele İlaçları (etkili madde olarak) Kullanımı (SESAM, 2002)

İlaç Çeşidi	Sakarya		Türkiye	
	Miktar (ton)	kg/ha	Miktar (ton)	kg/ha
İnsektisit	357	1,45	17.383	0,81
Fungusit	253	1,03	5.774	0,27
Herbisit	55	0,23	8.876	0,41
Diğer	48	0,20	4.960	0,23
Top/Ort	713	2,91	36.993	1,72

Türkiye’de yapılan çalışmalar, bazı pestisitlerin yıllar önce yasaklanmış olmasına rağmen hala su (AYAS *ve ark.*, 1997; TURGUT, 2003), sediment (FİLİZ *ve KUCUKSEZGİN*, 2008), balık (ERKMEN *ve KOLANKAYA*, 2006), anne sütü (COK *ve ark.*, 2010) ve bal (YAVUZ *ve ark.*, 2010) numunelerinde rastlandığını

göstermiştir. Ayrıca Türkiye de pestisitlerle ilgili yasaların olmasına rağmen, kullanıcıların hiçbir zorlukla karşılaşmadan bu tür pestisitleri çok rahatlıkla elde edip kullandıkları vurgulanmıştır(KOLANKAYA, 2006). Turgut (2003), Küçük Menderes nehir suyundaki, Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Methoxychlor, DDT'ler(DDT, DDD, DDE), Endosulfan gibi Klorlanmış Organik Pestisit kalıntılarını 2000–2002 yılları arasında 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, DDT'ler(DDT, DDD, DDE) ortalama olarak 44–102 ng/L olarak ölçülmüştür. Aynı çalışmada mevsimsel olarak klorlanmış pestisit konsantrasyonlarının minimum ve maksimum değerleri sırasıyla heptachlor(toplam), aldrin, dieldrin, endosulfan ve endrin için; 0–478 ng/L, 39–1790 ng/L, 8–5117 ng/L, 0–152 ng/L, 50–385 ng/L olarak verilmiştir. Benzer olarak Ayas ve ark., 2007'de yaptıkları çalışmada *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDT, heptachlor, heptachlor epoxide, aldrin, dieldrin, lindane,  $\alpha$ -BHC, ve  $\beta$ -BHC gibi klorlanmış organik pestisitlerin Sarıyar baraj gölünün 3 ayrı istasyondan topladıkları su, sediment ve balık numunelerindeki miktarlarını araştırmışlardır. Ölçümü hedeflenen klorlanmış organik pestisitlerin konsantrasyonları alınan 20 numune için; 0,011mg/L – 0,069 mg/L arasında ölçülmüştür. Toplanan 12 numunede ise bu miktar metodun ölçüm limitinin altında olarak verilmiştir. Bu çalışmada balıkların yapısında en fazla biriken pestisit ise *o,p'*-DDD olarak verilmektedir (Biyoloji birikim faktörü =71,2 ).

Kurt ve Ozkoc (2004) yaptıkları çalışmada orta Karadeniz deniz kıyı şeridindeki klorlanmış organik pestisitleri ve PCB (Polychlorinated Biphenyls) leri araştırmışlardır. Seçilen 17 çeşit klorlanmış organik pestisitlerden sadece Heptachlor bütün numune alma noktalarında (toplam 6 tane numune alma noktası seçilmiş) ölçüm limitlerinin üzerinde, 1 pg/ml - 30 pg/ml olarak ölçülmüştür. Ayrıca bazı numunelerde Endosulfan, *p,p'*-DDD, *p,p'*-DDE, BHC, HCB ve Aldrin'e rastlanmıştır. Midyelerde de bu 17 pestisit numune alma noktalarına bağlı olarak, çeşitli konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Yaş midye'nin gram ağırlığında biriken pestisit miktarları; 240–1800 pg DDT /gram, 70–2800 pg DDE/gram ve 240–5400



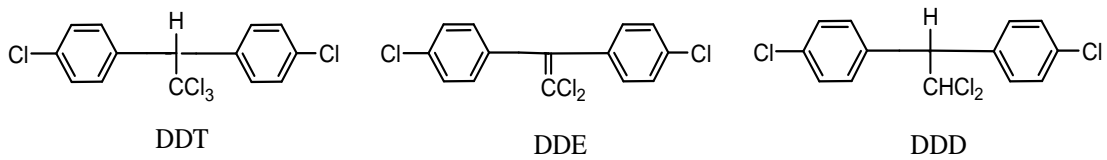
pg DDD /gram olarak ölçülmüştür. Bu çalışmayla klorlanmış organik pestisitlerin canlı organizmalardaki biyo-birikimi vurgulanmıştır (KURT ve OZKOC, 2004).

Arul ve ark., (2006) Sakarya, Geyve bölgesinde yaptıkları bir çalışmada; bölgede bulunan tarım ilaçları satan yerlerle yüz yüze yapılan görüşmelerde bölgede bir yıl içerisinde kullanılan klorlanmış organik pestisit ve toplam pestisit miktarlarını araştırdılar. Araştırmada bölgede bir yılda 12666 kg ve 52966 litre pestisit satıldığı öğrenilmiştir. 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).

İsleyen ve ark.,(2011) tarafından yapılan diğer bir çalışmada Sakarya ilinin bütün ilçelerinde tarımın yoğun yapıldığı bölgelerden toplanan toprak numunelerinin bazılarında aşırı derecede Poli Aromatik Hidrokarbon (PAH), DDT, DDD, ve DDE gibi klorlanmış organik pestisit ve bazı fosforlu organik pestisitler bulunmuştur. Toprak numunelerinin bazılarında aşırı derecede DDT ye rastlanmıştır ve bu numunelerdeki DDT miktarının bozunma ürünleri olan DDD ve DDE den çok daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum DDT nin kullanımının yasak olmasına rağmen, bunun kanunsuz olarak kullanıldığı şüphesini uyandırmıştır (ISLEYEN ve ark., 2011).

Görüldüğü gibi çevredeki klorlanmış organik pestisitler, diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de önemli çevresel problemlerden biridir. Toprakta uzun yıllar kalabilen, biyolojik parçalanmaya uğramayan, sudaki çözünürlüğü az olan bu kirleticiler, kalıcı organik kirleticiler (KOK) olarak adlandırılır. KOK'ler, uzun süre ortamda kalması, toksik özellikleri, biyolojik birikim için potansiyel kaynak olması ve küresel taşınımları nedeniyle çevresel ilgi odaklarından biri olmuştur (WANIA ve MACKAY, 1996). DDT ve DDE Stockholm sözleşmesinde uluslar arası sınırlandırılan ve azaltılmaya çalışılan 12 adet kalıcı organik kirleticiden biridir. Bu kalıcı organik kirleticilerin log  $K_{ow}$  (oktanol-su etkileşim katsayısı) 5 ten büyük olup bu gibi kirleticilerin topraktaki yarılanma ömürleri uzun yıllar olarak verilmektedir (MATTINA ve ark., 1999). DDT gibi kirleticiler toprağın organik maddesine güçlü bir şekilde bağlanırlar ve bunların biyolojik kullanılabilirliği zamanla hızlı bir şekilde

azalır (ALEXANDER, 2000). DDE ile kirlenmiş toprakların arıtılması son derece zordur. DDT 1960 yıllarının ortalarına kadar dünya çapında en yaygın kullanılan klorlanmış organik pestisitlerden biridir. 1950 ile 1993 yılları arasında 2.6 milyon ton DDT nin kullanıldığı tahmin edilmektedir (VOLDNER ve LI, 1995). DDT diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de 1960 ile 1970 yılları arasında çok yaygın bir şekilde kullanılmış (KOLANKAYA, 2006) olmakla birlikte 1985 yılında yasaklanmıştır. Fakat buna rağmen daha önce de belirtildiği gibi Türkiye’nin çeşitli bölgelerinden toplanan bal (YAVUZ ve ark., 2010), sediment (FİLİZ ve KUCUKSEZGİN, 2008), midye (KURT ve OZKOC, 2004) ve su numunelerinde (AYAS ve ark., 1997; TURGUT, 2003) DDT ve bozunma ürünleri olan DDD ve DDE ye rastlanmıştır. DDT %80 *p,p'*-DDT ve %20 *o,p'*-DDT nin karışımından oluşmaktadır (KANNAN ve ark., 1995). DDT zamanla biyotik (GUENZI ve BEARD, 1976; ZAYED ve ark., 1994) veya abiyotik (HUSSAIN ve ark., 1994) aktiviteler sonucunda, DDD (2,2-bis(chlorophenyl)-1,1 -dichloroethane) ve DDE (2,2-bis(chlorophenyl)-1,1 -dichloroethylene) gibi iki metabolizma ürünlerinden birine çevrilebilir. Bu bozunma ürünlerinin de DDT gibi yarı ömrü yüksektir ve biyolojik birikim nedeniyle hem DDD hem de DDE, KOK olarak sınıflandırılır (WANIA ve MACKAY, 1996). *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDD ve *p,p'*-DDE nin kimyasal yapılar Şekil 2.1 de verilmektedir.



Şekil 2.1. *p,p'*-DDT ve Metabolik Ürünlerin Kimyasal Yapısı

Rizosferde görülen *p,p'*-DDE mikrobiyal aktivite sonucu veya direk bazı enzimler yardımıyla biyolojik parçalanma sonucu oluşabilir. Zayed ve ark.(1994) DDT nin DDE ye dönüşümünün 9-18 ay içinde %80 oranında olduğunu rapor etmiştir. Benzer şekilde Andrea ve ark. (1994) radyoaktif DDT’yi toprak numunelerine eklediklerinde 48 haftada toprak numunelerinde DDE ölçmeye başladıklarını belirtmişlerdir (ANDREA ve ark., 1994). 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 (GOSSELİN ve ark., 1984; GRASMAN ve ark., 1998) ve dünyadaki dağılımı yüzünden (MEIJER ve ark., 2002; WANIA ve MACKAY, 1996) etkili arıtım yöntemlerine ihtiyaç vardır.

Fitoremediyasyon, su, toprak veya sedimentlerden organik ve inorganik kirleticileri gidermek için, bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal yetenekleri kullanarak yerinde yapılan bir arıtım-iyileştirme teknolojidir (CUNNINGHAM ve ark., 1996; LASAT, 2002; SCHNOOR, 2002). Bu teknolojinin son zamanlarda ilgi odağı olmasının sebepleri; fiyatının fazla olmaması, doğal ortam üzerine olumsuzluklarının az olması, özel şartlar altında başarılı uygulanışdır (SCHNOOR, 2002). Bu nedenle DDE gibi klorlanmış organik kirleticilerin topraktan giderilmesi için bitkiler kullanılır. Bazı bitkilerin DDE, Chlordane, Aldrin gibi maddeleri topraktan alarak yapısında biriktirdiği, bazılarının da biriktirmediği literatürde verilmiştir (PYLYPIW ve ark., 1997; WHITE, 2000).

Daha önce yapılan çalışmalarda, zucchini ve pumpkin (*Cucurbita pepo* spp.*pepo*) gibi bazı kabakgillerin topraktaki bu kalıcı kirleticileri giderebileceği belirtilmiştir (MATTINA ve ark., 2006b; WHITE, 2010; WHITE ve ark., 2003b).

Topraktaki yılanmış *p,p'*-DDE gibi kalıcı organik kirleticiler zucchini, squash ve pumpkinin kök, gövde, yaprak ve meyvesinde belli miktarlarda birikebilmektedir (MATTINA ve ark., 2006a; WHITE, 2010; WHITE ve ark., 2003b). Bitkilerdeki biriken kirleticinin miktarı bitki fizyolojisi ve kirleticinin fiziksel/kimyasal karakterine bağlı olarak değişebilir (MATTINA ve ark., 2006b). *Cucurbita pepo* spp.*pepo* şüana kadar bilinen en iyi *p,p'*-DDE biriktiricisi olarak belirtilirken, karpuz kirlenmiş topraklardaki *p,p'*-DDE yi yapısına almayan (biriktirmeyen) bitki olarak bilinir (MATTINA ve ark., 2006a; WHITE, 2010; WHITE ve ark., 2003b). Fakat aşılı karpuzlarda yani anaç kısmı kabak olan karpuzların yapısında *p,p'*-DDE nin birikip birikmeyeceği konusunda bilimsel çalışmalar mevcut değildir. İlk defa bu çalışma ile topraktaki yılanmış *p,p'*-DDE nin ülkemizde yaygın olarak kullanılan kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin yapısında birikip birikmeyeceği araştırılmıştır. Ayrıca kabak, karpuz, bunların kendi aralarında aşılı ve kabak üzerine karpuz aşılı

bitkilerin boşluk suyu, ksilem, kök, gövde, yaprak ve meyvelerindeki birikim miktarları birbirleriyle kıyaslanmıştır.

## **BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD**

### **3.1. Materyal**

#### **3.1.1. Kullanılan kimyasallar**

p,p-DDT, p,p-DDD, p,p-DDT ve  $\alpha$ -BHC standartları Supelco firmasından temin edilmiştir.

Araştırmada kullanılan hekzan, metanol, 2-propanol, cam yünü ve sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) gibi malzemeler 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  $\mu\text{m}$ ) ve mikro-elektron yakalayıcı detektör ( $\mu$ -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. Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (KFME) metodunda su ortamındaki p,p-DDE'lerin ölçümünde en uygun sonuç veren fiber türü olan PDMS-DVB kullanılmıştır (MATTINA *ve ark.*, 2006a). Kullanılan fiber (65  $\mu\text{m}$  PDMS-DVB fiber) ve taşıyıcıları SUPELCO firmasından temin edilmiştir.

## 3.2. Metot

### 3.2.1. Toprak Numunelerinin Toplanması ve Rhizotronların Hazırlanması

Sakarya ve ilçelerindeki tarımsal amaçlı kullanılan topraklardaki pestisit kalıntılarının araştırıldığı bir çalışmada, Karasuda özel bir alanda dikkat çekici bir şekilde DDT ve bozunma ürünleri olan DDD ve DDE miktarlarının bölge ortalamasına göre yüksek olduğu belirlenmiştir (USLAN, 2009). Daha sonra bu alanda detaylı incelemeler yapılarak topraktaki kirlilik profili çıkarılmıştır. Bu alanda kirlenici konsantrasyonları; p,p-DDT (182,458–1934,887 µg/kg kuru toprak), p,p-DDD (39,352–407,041 µg/kg kuru toprak) ve p,p-DDE (51,772–1313,450 µg/kg kuru toprak) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılacak olan kirli toprağın bu bölgeden alınmasına karar verilmiştir.

İki yıllık tasarlanan bu çalışmanın birinci yılında (2009) rhizotronların doldurulması için gerekli olan 400 kg toprak kirlenmiş bölgeden çıkarılmıştır. 2 mm'lik elekten geçirilen kirli topraktaki ot, taş gibi homojen olmayan yapılar giderilmiştir. Elenen ve karıştırılan toprak numuneleri her bir rhizotrona 7,2'şer kg olacak şekilde 30 rhizotrona doldurulmuştur. Aynı şekilde 20 adet kontrol rhizotronu, DDE içermeyen toprakla doldurularak hazırlanmıştır.

Çalışmanın ikinci yılında (2010) 14 kg lık kirli toprağın bulunduğu rhizotronlar ve kontrol rhizotronları birinci yılda olduğu gibi hazırlanmıştır. Genelde gübrelemenin p,p-DDE ile kirlenmiş topraktan kabakgiller ile alınışını arttıracığı sanılmasına rağmen, p,p-DDE'nin Fito-ekstraksiyonunu azalttığı gözlenmiştir (WHITE ve ark., 2005). Bu sebeple bilinmeyen bu mekanizmaya gübrenin etki edebileceği kaygısıyla bitkilerin yetiştirilmesi sırasında gübre kullanılmamıştır. Bunun sonucunda 2009 da rhizotronlarda yetiştirilen bitkilerden sağlıklı meyveler elde edilememiştir. Elde edilen bazı meyveler ise bitkinin kendini besleyememesinden dolayı yeterli büyüklüğe ulaşamamıştır. Bu sebeple 2010 yılında rhizotronlara konulan toprak miktarı iki katına çıkarılmıştır.

Her bir rhizotrondan ekim yapılmadan önce p,p-DDE miktarının ölçülmesi amacıyla toprak numunesi alınarak 250 ml'lik amber cam şişelere konulup teflon kapakla kapatılıp, etiketlenerek laboratuara getirilmiştir. Laboratuara gelen numuneler oda sıcaklığında 1 hafta kurutularak ekstraksiyon için hazır hale getirilmiştir.

### 3.2.2. Toprak Numunelerinin Ekstraksiyonu

Oda sıcaklığında kurutulan toprak numuneleri 3g'lık iki fraksiyon olarak tartılmıştır. Birincisi fraksiyon numunelerdeki nem miktarının tayini için 100°C' de 24 saat etüvde bekletilerek topraktaki nem miktarları belirlenmiştir. İkinci fraksiyon her numune için 5–7 tekrarlı olmak üzere, 40 ml'lik amber şişelere konularak, üzerine 506,5 ng (50,65 µg/ml lik α-BHC çözeltiliden 10 µl) iç standart(IS) ilave edilmiştir. Daha sonra şişelere 15 ml hekzan ilave edilip teflon kapakları kapatılarak, etüvde 70 °C de 5 saat bekletilmiştir. Etüvden alınan numuneler oda sıcaklığında soğutulup, 0,2µm cam mikro fiber filtreden süzülerek 2 ml lik GC-şişelerine konularak ağızları kapatılmış ve buzdolabında analize kadar bekletilmiştir (WHITE ve ark., 2005).

### 3.2.3. Bitkilerin Temini ve Ekilmesi

Bu çalışmanın birinci yılında (2009) kabak (*C.pepo ssp pepo*), karpuz (*Citrillus lanatus*), ikinci yılında ise kabak (shin-tosa; *Cucurbita maxima X Cucurbita moschota*), karpuz (Crimson Tide) türleri kullanılmıştır. Her yıl için türler kendi aralarında aşısı (homograft), çapraz aşısı (heterograft) ve aşısız bitkiler olarak gruplandırılmıştır. Her iki yılda DDE ile kirlenmiş toprağa toplam 30 adet aşılı ve aşısız bitki ekilmiştir. Bahsi geçen bu bitkiler Antalya daki özel bir firmadan temin edilmiştir (Şekil 3.1). Çalışmada kullanılan bitki türleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- 1) Kabak bitkisi (6 tekrar)
- 2) Karpuz bitkisi (6 tekrar)
- 3) Kabak + Karpuz: Kabak üzerine karpuz aşısı yapılmış bitki (6 tekrar)
- 4) Kabak + Kabak: Kabak üzerine kabak aşısı yapılmış bitki (6 tekrar)
- 5) Karpuz + Karpuz: Karpuz üzerine karpuz aşısı yapılmış bitki (6 tekrar)



Şekil 3.1. Temin Edilen Aşılı ve Aşısız Bitkiler

### 3.2.4. Bitkilerin Hasadı ve Numunelerin Toplanması

Kirli toprakların bulunduğu rhizotronlardan ekimden hasada kadar olan süredeki p,p-DDE nin sulama, buharlaşma veya diğer sebeplerden dolayı kayıplarını ölçmek için 6 adet bitkisiz rhizotron hazırlanmıştır. Bitkili ve bitkisiz rhizotronların ekimden hasada kadar yapılan sulama ve bakım işlemleri aynı şekilde yapılmıştır. Tablo 3.1’de ekim yapılan bitki türleri ve bunlardan elde edilen numuneler özet halinde verilmiştir.



Tablo 3.1. Ekilen Bitkilerin Türleri ve Elde Edilen Numuneler

		p,p-DDE ile kirlenmiş toprakların bulunduğu rhizotronlarda yetiştirilen bitkilerden alınan numuneler	Temiz toprak (p,p-DDE ile kirlenmemiş) ile dolu rhizotronlarda yetiştirilen bitkilerden alınan numuneler
2009 yılı	Kabak Kabak +Kabak Kabak+Karpuz Karpuz Karpuz+Karpuz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> <li>• Ksilem</li> <li>• Kök</li> <li>• Gövde</li> <li>• Yaprak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> <li>• Ksilem</li> <li>• Kök</li> <li>• Gövde</li> <li>• Yaprak</li> </ul>
	Bitkisiz Kontrol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> </ul>
2010 yılı	Kabak Kabak +Kabak Kabak+Karpuz Karpuz Karpuz+Karpuz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> <li>• Ksilem</li> <li>• Kök</li> <li>• Gövde</li> <li>• Yaprak</li> <li>• Meyve</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> <li>• Ksilem</li> <li>• Kök</li> <li>• Gövde</li> <li>• Yaprak</li> <li>• Meyve</li> </ul>
	Bitkisiz Kontrol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toprak</li> <li>• Boşluk suyu</li> </ul>

2009 yılındaki bitkiler 142, 2010 yılındaki bitkiler ise 68 günlük büyüme periyodu sonunda hasat edilmiştir. Bitkilerden toplanan kök, gövde, yaprak ve meyveler yıkanıp parçalayıcıdan geçirildikten sonra uygun şartlarda paketlenerek derin dondurucuda analiz edilene kadar saklanmıştır.

MATTINA ve araştırma grubu tarafından 2006 da yayınlanan makaledeki yöntem kullanılarak bitkilerden ksilem ve boşluk suyu toplanılmıştır (MATTINA ve ark., 2006a). Kullanılan yöntem kısaca şöyle özetlenebilir. Bitkili rhizotronlar yaklaşık 25

derece açıyla ters yatırılmıştır. Bitki gövdesindeki toz ve toprak parçacıkları temizlendikten sonra toprak yüzeyinden yaklaşık 2–3 cm yukarıdan bitki gövdesi kesilmiştir. Bitki gövdesinden çıkan ksilem 5 saniye kadar akıtılmış ve kesilen bitki gövdesi 40 ml'lik temiz amber cam şişelerin içerisine yerleştirilerek, ksilem toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ksilem toplanması sırasında peristaltik pompa yardımıyla rhizotronlara aynı debide saf su pompalanarak toprak nemli tutulmuştur. 24 saatlik toplama işlemi süresince amber şişeler kuru buz ile soğutulmuştur. Aynı çalışmada belirtilen boşluk suyu toplama yöntemi kullanılarak bitkili ve bitkisiz rhizotronlardan boşluk suyu toplanmıştır. Toplama işlemleri sonunda bütün numunelerin hacimleri ölçülerek derin dondurucuya konarak analiz edilene kadar orada saklanmıştır.

### 3.2.5. Bitkilerin Ekstraksiyonu

Hasattan sonra parçalayıcıdan geçirilip derin dondurucuya konulmuş olan bitkilerden (kök, gövde, yaprak ve meyve) 40 ml lik şişelere 10–30 g tartıldı. Numuneler üzerine 250,50 ng iç standart (IS), 10 ml hekzan ve 5 ml propanol ilave edilip teflon kapakla sıkıca kapatılmıştır. Hazırlanan numuneler 65 °C etüvde 3,5 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda etüvden alınan numuneler oda sıcaklığında 10 dakika soğuması için bırakılmıştır. Soğuyan numuneler cam pamuğu yardımıyla süzülerek 500 ml lik ayırma hunilerine toplanılmıştır. 10 ml hekzan ve 5 ml propanol karışımı ile numune şişeleri yıkanarak cam pamuğundan süzülümüştür. Oluşan hekzan ve propanol fazına 25 ml doymuş Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ve 100 ml saf su ilave edilerek 10 sn yavaşça çalkalanarak, fazların ayrılması için 10 dk beklendikten sonra oluşan ağır faz ayırma hunisinden boşaltılmıştır. Ayırma hunisinde kalan faz kısmına 50 ml saf su ve 25 ml doymuş Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi eklenmiştir. Tekrar çalkalanan karışım fazlara ayrıldıktan sonra ağır faz ayırma hunisinden boşaltılarak sadece hekzan fazı bırakılmıştır. Bu faz daha önceden 450 °C de şartlandırılmış 5 g susuz Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile doldurulmuş olan 40 ml lik şişelere boşaltılarak 24 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda numuneler 0,2 µm cam mikro fiber filtreden süzülerek 2 ml lik GC şişelerine konularak ve analiz edilene kadar derin dondurucuda bekletilmiştir.

### 3.2.6. Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (KFME) Metodunun Optimizasyonu

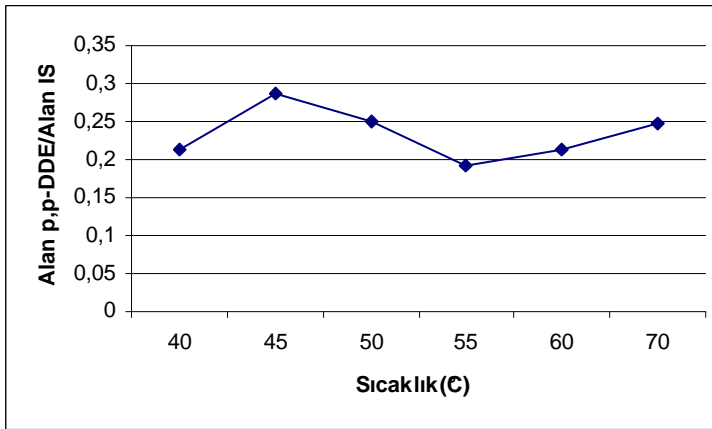
Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (KFME) metodu, az hacimli sıvı fazdaki p,p-DDE'lerin doğru ve kısa sürede ölçümü için optimize edilmelidir. En uygun KFME metodu geliştirilirken ekstraksiyon (fiber türü, ekstraksiyon süresi, numune hacmi) ve desorpsiyonu (sıcaklık ve zaman) etkileyen faktörlerin optimize edilmesi gerekmektedir.

Optimize edilen bu metot, bitkilerin hasadı sırasında toplanan ksilem (xylem) ve boşluk suyundaki p,p-DDE'lerin ölçümünde kullanılmıştır. Daha önce yaptığımız araştırmalar sonucunda hasat sırasında 20 ml ye kadar ksilem toplanabileceği gözlenmiştir. Bu sebeple KFME metodu bu az hacimli ksilemdeki p,p-DDE'nin doğru bir şekilde ölçülmesinde kullanılacak optimum yöntemdir (MATTINA *ve ark.*, 2006a).

Daha önce yapılan araştırmalar sonucunda toplanan boşluk suyunun 3 ml den az olduğu ve ksilemin ise bitki türüne bağlı olarak 24 saat süre sonucunda 4-20 ml civarında toplanabileceği tespit edilmiştir ( MATTINA *ve ark.*, 2006a). Toplanan boşluk suyu ve ksilem hacmi az olduğu için numune hacmi 1 ml olarak seçilmiştir. İç standart kullanıldığı için geri kazanım hesaplanarak, 1 ml numune hacminde p,p-DDE miktarının doğru bir şekilde ölçüldüğü görülmüştür.

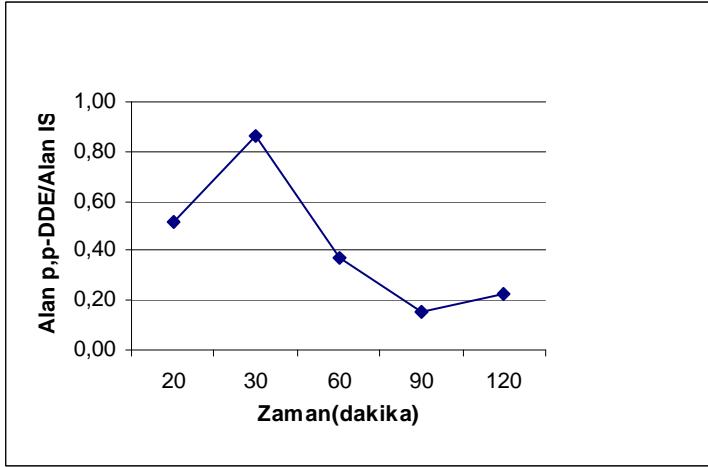
Sıvı ortamındaki kimyasalın kütle transfer hızı da, ekstraksiyon verimine etki eden faktörlerden birisidir. Genellikle, karıştırma ve ultrasonik banyo ile muamele sonucu, kimyasalın sıvı fazdan fibere transfer hızı artırılır. Bu da ekstraksiyon zamanını azaltır (BOYD-BOLAND *ve PAWLISZYN*, 1995; GERECKE *ve ark.*, 2001; LEE *ve ark.*, 1998; BOUAID *ve ark.*, 2001; NAVALON *ve ark.*, 2001; JINNO *ve ark.*, 1996). Bu araştırmada numune hacmi az olduğu için ekstraksiyon işlemi yaparken karıştırma işlemi tercih edilmemiştir. Bunun yerine sıcaklığı otomatik olarak kontrol edilebilen ısıtıcı blok ve su banyosu kullanılmıştır.

SUPELCO'dan alınan standart p,p-DDE çözeltisi kullanılarak, 10 µg/l'lik (1000 µg/l'lik p,p-DDE çözeltisinden 10µl alınarak 990µl distile su eklenmiştir) 1ml p,p-DDE çözeltileri distile su içerisinde hazırlanmıştır (hazırlanan çözeltilerde metanol hacmi aynı tutulmuştur). Geri kazanımı belirleme amacıyla hazırlanan bütün çözeltilere iç standart eklenmiştir. Hazırlanan bu çözeltiler kullanılarak seçilen fiberin 40°C - 70°C sıcaklık aralığında, GC-ECD deki p,p-DDE piklerinin alanları karşılaştırılmıştır. Aşağıda verilen grafikte 45°C de ölçülen alanın en büyük olduğu görülmektedir. Şekil 3.2'de y eksenini p,p-DDE alanının kullanılan iç standart (IS) alanına oranı, X ekseninde de optimizasyonda kullanılan sıcaklıkları (°C) göstermektedir.



Şekil 3.2. KFME Metodu için Seçilen Fiberin Farklı Sıcaklıklardaki Optimizasyonu

Deneyde kullanılan fiber türü için maksimum geri kazanım alanı 45°C de elde edilmiştir. Bundan sonraki aşama için 45°C sıcaklık kullanılarak, 10-120 dakika zaman aralığındaki ekstraksiyon sonucunda GC-ECD deki p,p-DDE piklerinin alanları karşılaştırılmıştır. Şekil 3.3'te görüldüğü gibi 30 dakika sonucunda maksimum alan elde edilmiştir.



Şekil 3.3. KFME Metodu için Seçilen Fiberin Farklı Zaman Aralıklarındaki Optimizasyonu

Yapılan denemeler sonucunda geliştirilen GC-ECD yöntemi için 300°C lik enjeksiyon sıcaklığı ve 5 dakikalık desorpsiyon süresinde maksimum alan elde edilmiştir.

Bitkiler hasat edildiğinde kullanılacak olan boşluk suyu ve ksilemdeki p,p-DDE'nin ölçümü için optimize edilen KFME metodu (ekstraksiyon ve desorpsiyon) aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Ekstraksiyon için 1ml lik numune hacmi, 45°C lik sıcaklık ve 30 dakikalık süre ve PDMS-DVB fiber, desorpsiyon için 300°C lik enjeksiyon sıcaklığı ve enjeksiyon yerinde 5 dakikalık bekleme süresi kullanılmıştır.

Optimize edilen KFME metodu ile su fazındaki p,p-DDE için kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon eğrisi çizilirken 0; 1,25; 2,5; 5; 10; 20; 100; 200 µg/l lik p,p-DDE standartları kullanılmıştır. Hazırlanan 1ml'lik standartlara geri kazanımı belirlemek için 70,6 ng iç standart ( $\alpha$ -BHC) eklenmiştir. Kalibrasyon eğrisi az hacimdeki düşük konsantrasyonlar için iyi bir korelasyon( $R^2= 0,99$ ) elde edilmiştir.

Boşluk suyu ve ksilem numuneleri analizleri sırasında kalibrasyon eğrileri günlük olarak tekrarlanmıştır. Optimize edilen KFME metodu ile toplanan boşluk suyu ve ksilemdeki p,p-DDE miktarı doğru ve kolay bir şekilde ölçülmesine imkân sağlanmıştır.

### 3.2.7. Numunelerdeki p,p-DDE Ölçümü

Ekstraksiyon edilen toprak ve bitki numunelerinin 1 µl si <sup>63</sup>Ni mikro elektron yakalayıcı detektör (µECD) olan AGILENT 6890N gaz kromatografisi (GC) ne enjekte edilmiştir. Metot ile ilgili detayları şu şekilde özetleyebiliriz:

HP-5MS kolon (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm ) ve 60 ml/dakika taşıyıcı gaz olarak azot kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 280°C ve detektör (µECD) sıcaklığı 300°C dir. Kolon sıcaklığı 80 °C 2 dakika tutulup, daha sonra 25 °C /dakika ile 190 °C çıkarılıp, 5 °C / dakika ile 280 °C çıkarılmıştır, 25 °C /dakika ile de 300 °C'ye çıkarılarak 2 dakika bekletilmiştir. İç standartın ve p,p-DDE nin geliş süresi sırasıyla 8,16 ve 13,028 dk olup toplam analiz süresi 27,2 dakikadır.

Numunelerdeki DDT, DDD ve DDE miktarları, 7 adet standartla ( 0 µg/l, 10 µg/l, 50 µg/l, 125 µg/l, 250 µg/l, 500 µg/l, 1000 µg/l) oluşturulan kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır. Günlük analizler esnasında standartlar numunelerin başında ve sonunda çalıştırılmıştır. Toprak ve meyve numunelerindeki p,p-DDE miktarları ng/gr kuru ağırlık olarak verilmiştir.

### 3.2.8. İstatistiksel Analiz

Toprak numuneleri 5 tekrarlı ve kök, gövde, yaprak, meyve, ksilem ve boşluk suyu numuneleri 6 tekrarlı olarak ölçülmüştür. Bu veriler kullanılarak varyans analizi

(ANOVA) takip eden Dunns veya student-Newman-Keuls Çoklu karşılaştırma Testi kullanılarak istatistiksel analiz yapılmıştır.

## BÖLÜM 4. DENEYSEL BULGULAR

### 4.1. Rhizotronlardaki *p,p'*-DDE Miktarları

Çalışma süresince (2009 ve 2010 yılları) her bir rhizotrandan ekimden önce alınan toprak numuneleri 5 tekrarlı olarak ekstraksiyon edilerek, topraktaki *p,p'*-DDE miktarı GC/ECD kullanılarak ölçülmüştür. Bu ölçülen *p,p'*-DDE miktarları ng/g kuru toprak ağırlığı olarak ifade edilmiştir. Her bir tür için 6 rhizotrandan alınan toprak numuneleri ve her bir rhizotron için 5 tekrar olmak üzere toplam 30 adet ölçüm sonucunun ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 4.1 da verilmiştir.

2009 ve 2010 yıllarında kontrol rhizotronlarından alınan toprak numunelerinde *p,p'*-DDE ye rastlanmamıştır. 2009 yılında kullanılan rhizotronlardaki ortalama *p,p'*-DDE konsantrasyonu 485,43 ile 624,50 ng/g arasında değişmektedir. Rhizotronların ortalama *p,p'*-DDE konsantrasyonları, aşısız kabaklar için  $485,43 \pm 42,18$  ng/g; kabak üzerine kabak aşılı bitkiler için  $582,33 \pm 60,92$  ng/g; aşısız karpuz için  $610,21 \pm 39,98$  ng/g; karpuz üzerine karpuz aşısı için  $556,02 \pm 77,67$  ng/g ve kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler için  $624,50 \pm 60,56$  ng/g olarak hesaplanmıştır. Çoklu karşılaştırma yöntemi ile bu numunelerin birbirinden farklı olup olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1 de her bir tür için ortalama konsantrasyonların yanındaki aynı harfler, aynı kolondaki değerlerin istatistiksel farkın olmadığını farklı harfler ise bunların %95 doğruluk oranıyla istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir. Örneğin 2010 yılında *p,p'*-DDE konsantrasyonu aşısız kabak ve aşısız karpuzların ekildiği rhizotronlarda kendi aralarında istatistiksel fark görülmezken, diğer türlerden



istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) farklı olduğu görülmektedir. Her bir rhizotron için 5 tekrardaki değişkenlik % 10 dan daha azdır.

Tablo 4.1. Topraktaki  $p,p'$ -DDE Konsantrasyonu (2009 ve 2010)

Bitki Türleri	Toprak konsantrasyonu * (ng/g) (2009)	Toprak konsantrasyonu * (ng/g) (2010)
Aşısız Karpuz	610,21 ± 39,98 (CD) n=30 Kontrol : ND n=4	1010,92 ± 264,90 (A) n=30 Kontrol : ND n=4
Karpuz + Karpuz (karpuz üzerine karpuz aşısı)	556,02 ± 77,67 (B) n=30 Kontrol : ND n=4	1353,02 ± 159,02 (B) n=30 Kontrol : ND n=4
Kabak + Karpuz (Kabak üzerine karpuz aşısı)	624,50 ± 60,56 (D) n=30 Kontrol : ND n=4	1434,52 ± 127,83 (B) n=30 Kontrol : ND n=4
Kabak + Kabak (Kabak üzerine kabak aşısı)	582,33 ± 60,92 (BC) n=30 Kontrol : ND n=4	1347,77 ± 266,12 (B) n=30 Kontrol : ND n=4
Aşısız Kabak	485,43 ± 42,18 (A) n=30 Kontrol : ND n=4	1007,11 ± 147,29 (A) n=30 Kontrol : ND n=4

\* Ortalama konsantrasyon nanogram/gram toprak kuru ağırlık ± olarak tekrarların standart sapması. Toplam 30 adet kirlenmiş toprak için, her tür için 6 saksı ve her saksı için 5 tekrar olarak analiz edilmiştir.

Cihazın minimum ölçüm limiti 1 nanogram/gram dır.

ND: ölçüm limitinin altında

Her kolondaki parantez içinde ortalamalardan sonra verilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ( ANOVA ile çoklu karşılaştırma metodu).

2009 yılında bitkilerde gübreleme yapılmadığı için meyve edilememiştir. Bu sebeple rhizotronlardaki toprak miktarı 2010 yılında, 14 kg olarak arttırılmıştır. Çalışmanın ikinci yılında (2010)  $p,p'$ -DDE ile kirlenmiş olan bölgeden alınan 500 kg toprak elendikten sonra bir önceki senenin topraklarıyla karıştırılarak daha büyük rhizotronlara doldurulmuştur. Bu rhizotronlardaki ortalama  $p,p'$ -DDE konsantrasyonu 646,00 ile 1434,52 ng/g arasında değişmektedir. Rhizotronların ortalama  $p,p'$ -DDE konsantrasyonları, aşısız kabaklar için 1007,11 ± 147,29 ng/g; kabak üzerine kabak aşılı kabaklar için 1347,77 ± 266,12 ng/g; aşısız karpuz için

1010,92 ± 264,90 ng/g; karpuz üzerine karpuz aşısı için 1353,02 ± 259,02 ng/g; kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler için 1434,52 ± 127,83 ng/g olarak hesaplanmıştır. Çoklu karşılaştırma yöntemi ile bu numunelerin istatistiksel analizi yapılmıştır (Tablo 4.1).

Kirlenmiş alandaki *p,p'*-DDE konsantrasyonu derinlik ve bölgesel olarak farklılık göstermektedir; örneğin 0–60 cm derinlik aralığında *p,p'*-DDE miktarının 1215,34 ng/g ma kadar çıktığı daha önce yapılan çalışmalarda ölçülmüştür (İŞLEYEN ve ark., 2011). Bu kirlenmiş alanın farklı noktalarından alınan numunelerde ise toplam DDT miktarının 51,77 ile 2924,54 ng/g kuru toprak arasında değiştiği görülmüştür. Genel olarak ikinci yılda kullanılan rhizotronlardaki *p,p'*-DDE miktarları birinci yıldan daha fazladır. Bunun sebebi topraktaki *p,p'*-DDT nin, *p,p'*-DDE ye dönüşümünün 2009 yılında yapılan ekimle hızlanması veya diğer biyotik /abiyotik reaksiyonlar sonucu dönüşümün devam etmesi olarak tahmin edilmektedir. Örneğin saksılarda kullanılan topraktaki toplam DDTs(DDT+DDD+DDE) miktarı 2009 yılında 880–2171 ng/g arasında olup, bu değer 2010 yılında ise 1008–2530 ng/g dir. 2009 yılındaki DDE/Toplam DDTs oranı, 2010 yılındaki orandan düşük olması dönüşümün devam ettiğini göstermektedir. (Burada toplam DDT miktarı birbirine yakın olan bir set alabiliriz. Her sette 6 tekrar vardı yani bir bitki turu için karşılaştırmak yeterli olabilir). Ayrıca her bir tür için kullanılan saksılardaki ortalama *p,p'*-DDE miktarının farklı olması, toprağın alınmış olduğu *p,p'*-DDE ile kirlenmiş bölgenin homojen bir yapıya sahip olmamasından kaynaklanmıştır. Dünyanın çeşitli yerlerindeki yapılan çalışmalarda toplam DDT miktarı 16 ile 3998 ng/g kuru ağırlık olarak değişen literatür değerlerine rastlanmaktadır (WALISZEWSKI ve ark., 2008; LU ve ark., 2009; MANSOUR, 2009; WANG ve ark., 2009; LU ve ark., 2010; OYEKUNLE ve ark., 2011). White ve ark. tarafından yapılan çalışmaların birinde topraktaki *p,p'*-DDE konsantrasyon 98–610 ng/g (WHITE ve ark., 2005) diğerinde ise 50–430 ng/g arasında (WHITE, 2010) arasında değişen homojen olmayan verilere rastlanmaktadır.

#### 4.2. Boşluk Suyu ve Ksilemde *p,p'*-DDE Konsantrasyonları

Kabak gibi bitkilerin köklerinden salgılanan (root exudates) düşük molekül ağırlığına sahip asitlerin, *p,p'*-DDE gibi kirleticilerin topraktan desopsiyonunu hızlandırdığını ve sudaki miktarını artırarak bitkiler tarafından daha kolay alınmasını sağladığı düşünülmektedir (HULSTER ve ark., 1994a). “Black Beauty” gibi *p,p'*-DDE yi alıcı olarak bilinen kabak turunun köklerinden salgılanan toplam organik asitlerin (5 asidin toplamı : Malonik, Succinic, Malik, Tartarik, Sitrik) diğer alıcı olmayanlardan fazla olduğu belirtilmiştir (MATTINA ve ark., 2007). Bu çalışmada bitki köklerinden salgılanan asitler ölçülmemiştir. Her bir bitki turunun boşluk suyundaki *p,p'*-DDE miktarları ölçülerek birbirleri ile karşılaştırılmıştır

2009 ve 2010 yılında boşluk suyunda ve ksilemdeki *p,p'*-DDE konsantrasyonları Tablo 4.2 de verilmiştir. 2009 yılında boşluk suyundaki *p,p'*-DDE konsantrasyonları 0,36 µg/l ile 0,55 µg/l, 2010 yılında ise 0,31 – 0,46 µg/l aralığında ölçülmüştür. Ölçülen *p,p'*-DDE konsantrasyonlarının, farklı türler için istatistiksel olarak ( $p>0.05$ ) birbirinden farklı olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre bitki türünün boşluk suyundaki *p,p'*-DDE konsantrasyonuna etki etmediği saptanmıştır. Benzer sonuçlar MATTINA ve ark., (2006) da yaptığı bir çalışmada da görülmektedir. Bu çalışmaya göre üç bitki türünün; *Cucurbita pepo* L. subsp. *pepo* (Black Beauty), *Cucurbita pepo* L. intersubspecific cross (Zephyr), *Cucumis sativis* (Marketmore) ve kontrol rhizotronlarındaki toplam DDT sırasıyla  $1,10\pm 0,65$ ng/ml,  $1,23\pm 0,90$ ng/ml,  $1,06\pm 0,45$ ng/ml ve  $1,04\pm 0,67$ ng/ml olarak ölçülmüştür ve bunların istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı verilmiştir.

Tablo 4.2. Boşluk Suyu ve Ksilemdeki p,p-DDE Konsantrasyonları

Bitki Türleri	Boşluk suyu (µg/L) (2009)	Ksilem (µg/L) (2009)	Boşluk suyu (µg/L) (2010)	Ksilem (µg/L) (2010)
Aşısız Karpuz	0,55 ± 0,22 (A) n=5 Kontrol : ND n=4	0,49 ± 0,35 (A) n=5 Kontrol : ND n=4	0,31 ± 0,12 (A) n=5 Kontrol: ND n=4	0,13 ± 0,04 (A) n=5 Kontrol: ND n=4
Karpuz + Karpuz (karpuz üzerine karpuz aşısı)	0,39 ± 0,10 (A) n=6 Kontrol : ND n=4	0,50 ± 0,24 (A) n=6 Kontrol : ND n=4	0,46 ± 0,28 (A) n=6 Kontrol: ND n=4	0,21 ± 0,03 (A) n=6 Kontrol: ND n=4
Kabak + Karpuz (Kabak üzerine karpuz aşısı)	0,36 ± 0,06 (A) n=5 Kontrol : ND n=4	71,00 ± 51,03 (B) n=5 Kontrol : ND n=4	0,38 ± 0,08 (A) n=6 Kontrol: ND n=4	3,28 ± 0,53 (C) n=6 Kontrol: ND n=4
Kabak + Kabak (Kabak üzerine kabak aşısı)	0,43 ± 0,23 (A) n=6 Kontrol : ND n=4	139,94 ± 85,05 (C) n=6 Kontrol : ND n=4	0,32 ± 0,11 (A) n=6 Kontrol: ND n=4	1,07 ± 0,14 (B) n=6 Kontrol: ND n=4
Aşısız Kabak	0,41 ± 0,25 (A) n=6 Kontrol : ND n=4	141,20 ± 50,12 (C) n=6 Kontrol : ND n=4	0,34 ± 0,12 (A) n=6 Kontrol: ND n=4	1,05 ± 0,71 (B) n=6 Kontrol: ND n=4

\*\*\* ortalama konsantrasyon nanogram/gram toprak kuru ağırlık ± olarak tekrarların standart sapması. Ortalama konsantrasyonu mikrogram/litre ± olarak tekrarların standart sapması.

Cihazın KFME metodu için minimum ölçüm limiti 0.012 mikrogram/L ' dir.

ND: ölçüm limitinin altında.

Her kolondaki parantez içinde ortalamalardan sonra verilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ( ANOVA ile çoklu karşılaştırma metodu).

Bu çalışmada kullanılan bitki türlerinin ekildiği Rhizotronların boşluk suyundaki *p,p'*-DDE miktarı 0,31–0,55 µg/l arasında ve bitkisiz kontrol rhizotronlarındaki miktar ise ortalama 0,5 µg/l olarak ölçülmüştür. Bu değerler birbirine çok yakın değerler olup; bitkilerin kök sistemlerinin boşluk suyundaki bu kirletici miktarına artırıcı yönde herhangi bir etkisinin olmadığı iki yılda da gözlenmiştir.

2009 ve 2010 yıllarında yapılan ekimler sonucunda aşısız bitkiler ile bu bitkilerin aynı tür arasındaki aşının, ksilemdeki *p,p'*-DDE konsantrasyonuna etki etmediği gözlenmiştir. Örneğin 2009 yılında yetiştirilen karpuz üzerine karpuz aşılansız bitkilerdeki ortalama *p,p'*-DDE miktarı 0,50 µg/l iken aşısız karpuz bitkisindeki bu miktar 0,49 µg/l dir. Kabak üzerine kabak aşılı ve aşısız kabak bitkilerinin ksilemindeki ortalama *p,p'*-DDE konsantrasyonları ise sırasıyla 139,94 µg/l ve 141,20 µg/l olarak ölçülmüş olup, türlerin kendi aralarında kıyaslandığında istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı görülmüştür (Tablo 4.2). Aynı şekilde 2010 yılında elde edilen aşısız karpuz, karpuz üzerine karpuz, aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin ksilemlerindeki *p,p'*-DDE miktarları sırasıyla 0,13 µg/l, 0,21 µg/l, 1,07 µg/l ve 1,05 µg/l (Tablo 4.2) olarak ölçülmüştür. İstatistiksel olarak türler kendi aralarında kıyaslandığında aynı türlerin farklı olmadığı görülmüştür. 2010 yılında ekilen aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitki türleri bir önceki yıllarla kıyasladığımızda ksilemlerindeki *p,p'*-DDE miktarlarının 2009 yılındakilerden çok daha düşük olduğu görülmektedir.

2009 döneminde yetiştirilen kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin ksilemindeki *p,p'*-DDE miktarı 71,00 µg/l olarak ölçülmüş olup bu değer 2010 yılında 3,28 µg/l dir. Bu değerler diğer türlerle kıyaslandığında kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin ne kabak ne de karpuz gibi davranmadığı keşfedilmiştir. Bu sonuçlara göre kabak anacının kirletici konsantrasyonun artırıcı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Diğer bir ilginç nokta ise 2009 yılında kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin ksilemindeki *p,p'*-DDE miktarı kabak ve karpuz türlerinin ortalaması gibi davranırken 2010 yılındaki kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin ksilemindeki miktar en yüksek değer olarak ölçülmesidir. Buna rağmen 2010 yılında ölçülen konsantrasyonlar 2009 yılına göre

daha düşüktür. Bunun sebebi olarak 2009 yılında anaç olarak *C.pepo ssp pepo* kullanılırken 2010 yılında anaç olarak shin-tosa (*Cucurbita maxima X Cucurbita moschota*) kullanılmasıdır. Bitkisel farklılıktan dolayı ksilemdeki *p,p'*-DDE miktarlarının da farklılık gösterdiği tahmin edilmektedir.

Kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler ile aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı olan bitkileri kıyasladığımızda; 2009 döneminde 142 kat, 2010 döneminde ise 20 kat daha fazla *p,p'*-DDE biriktiği görülmektedir. Bunun sebebi tam olarak bilinmemekle birlikte kök sistemi ve bitkisel farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Örneğin anacı aynı olan kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin ksilemindeki *p,p'*-DDE miktarı aşısız kabak veya kabak üzerine kabak aşılı bitkilerden istatistiksel olarak farklıdır.

Boşluk suyunda ve bitkilerin ksilemlerindeki *p,p'*-DDE konsantrasyonu ölçülerek, bu kirleticinin topraktan bitkiye geçişi ve bu durumun aşılı ve aşısız bitkiler için karşılaştırılması ilk defa bu çalışma ile yapılmıştır. Tablo 4.3 te hesaplanan biyolojik birikim faktörleri (BBF) *p,p'*-DDE için verilmiştir. Buradaki değerler bitkinin ksilemindeki *p,p'*-DDE miktarının o bitkinin boşluk suyundaki miktarına oranı ile hesaplanmıştır.

$$BBF = C^*_{\text{ksilem}} / C_{\text{boşluk suyu}} \quad (4.1)$$

\* *p,p'*-DDE konsantrasyonu

BBF değerleri 2009 yılında en yüksek aşısız kabak (344,39), 2010 yılında ise kabak üzerine karpuz aşılı (8,63) bitkiler için hesaplanmıştır.

Tablo 4.3. Biyolojik Birikim Faktörü (2009)

Bitki Türleri	BBF* (2009)	BBF* (2010)
Aşısız Karpuz	0,89	0,42
Karpuz + Karpuz (karpuz üzerine karpuz aşısı)	1,28	0,46
Kabak + Karpuz (Kabak üzerine karpuz aşısı)	197,22	8,63
Kabak + Kabak (Kabak üzerine kabak aşısı)	325,44	3,34
Aşısız Kabak	344,39	3,15

\* biyolojik birikim faktörü(BBF) boşluk suyundaki ortalama *p,p'*-DDE konsantrasyonunun ksilemdeki ortalama *p,p'*-DDE konsantrasyonuna oranı baz alınarak hesaplanmıştır.

Ksilem toplama esnasında bitkilerden toplanan ksilem hacmi 1,2 ml ile 33,8 ml arasında bitki türlerine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bu farklılıktan dolayı toplanan ksilemlerdeki *p,p'*-DDE konsantrasyonları da farklı olacaktır, bunun sonucunda da farklı BBF değerleri elde edilecektir. Bu farklılıkları normalize etmek için her bir bitki türü için Toplam DDE Akışı (TDA) ng/saat olarak hesaplanmıştır. Aşağıdaki formülde ksilem debisi (ml/saat) olarak ve ksilemdeki *p,p'*-DDE konsantrasyonu ng/ml olarak verilmiştir.

$$TDA \text{ (ng/saat)} = \text{Ksilem debisi (ml/saat)} * \text{Ksilem konsantrasyonu (ng/ml)} \quad (4.2)$$

Hesaplanan TDA değerleri Tablo 4.4 da verilmiştir. 2009 yılı için; aşısız karpuz (0,09 ng/saat), karpuz üzerine karpuz aşısı (0,07 ng/saat), kabak üzerine karpuz aşılı (75,40 ng/saat), kabak üzerine kabak aşısı (134,70 ng/saat) ve sadece kabak (127,10 ng/saat) olarak TDA değerleri hesaplanmıştır. 2010 yılı için bu değerler; aşısız karpuz (0,06 ng/saat), karpuz üzerine karpuz aşısı (0,14 ng/saat), kabak üzerine karpuz aşılı (4,55 ng/saat), kabak üzerine kabak aşısı (2,49 ng/saat) ve sadece kabak (2,81 ng/saat) olarak hesaplanmıştır. Deneyde kullanılan bitkiler için *p,p'*-DDE konsantrasyonlarının ve hesaplanan TDA değerlerinin paralel şekilde değiştiği

gözlenmiştir. Buradan yola çıkarak bitkilerin sadece ksilem konsantrasyonları ölçülerek, bitkinin topraktan alıp üst kısımlarında biriktirdiği  $p,p'$ -DDE miktarının tahmin edilebileceği düşünülmektedir.

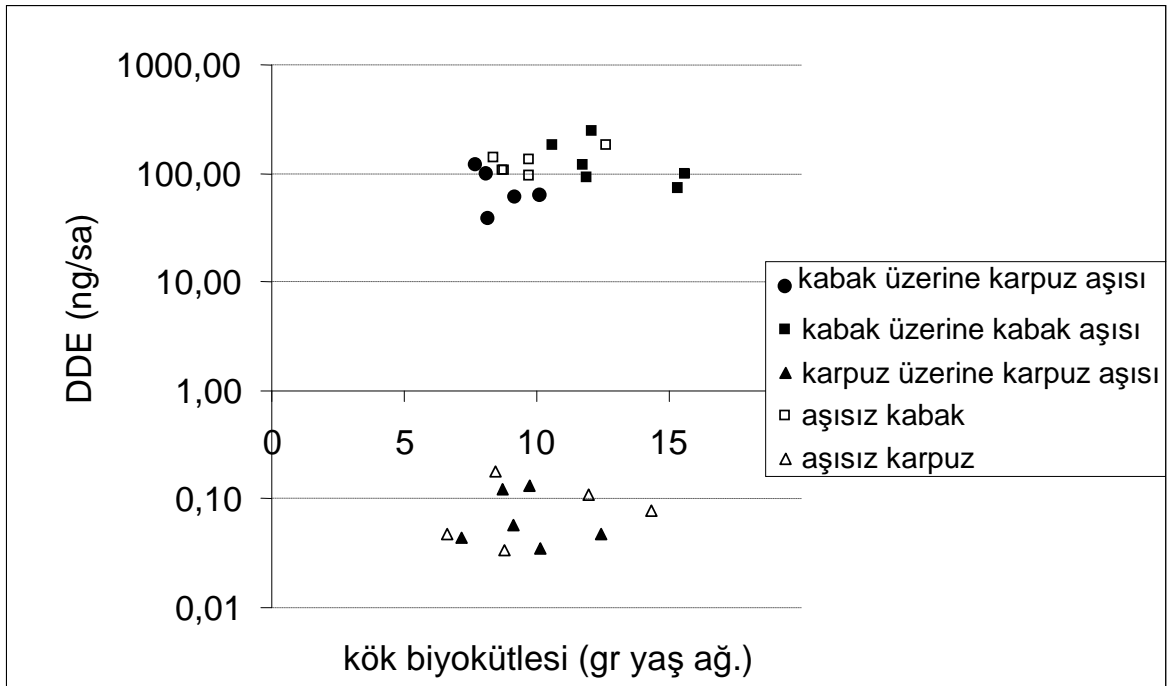
Tablo 4.4. Aşılı ve Aşısız Türlerin Ksilemindeki  $p,p'$ -DDE Akışı

Bitki Türleri	Ksilemdeki DDE Akışı <sup>a</sup> (ng/sa) (2009)		Ksilemdeki DDE Akışı <sup>a</sup> (ng/sa) (2010)	
Aşısız Karpuz	0,09±0,06	(A) n=5	0,06±0,04	(A) n=5
Karpuz + Karpuz (karpuz üzerine karpuz aşısı)	0,07±0,04	(A) n=6	0,14±0,04	(A) n=6
Kabak + Karpuz (Kabak üzerine karpuz aşısı)	75,40±31,98	(B) n=5	4,55 ± 2,25	(C) n=5
Kabak + Kabak (Kabak üzerine kabak aşısı)	134,70±65,41	(C) n=6	2,49 ± 1,15	(B) n=6
Aşısız Kabak	127,10±30,87	(C) n=6	2,81 ± 0,77	(B) n=5

<sup>a</sup> ortalama akış nanogram/saat , ± tekrarların standart sapması olarak hesaplanmıştır. parantez içindeki harfler türlerin istatistiksel olarak karşılaştırılmasını ifade etmektedir (Tukey testi).

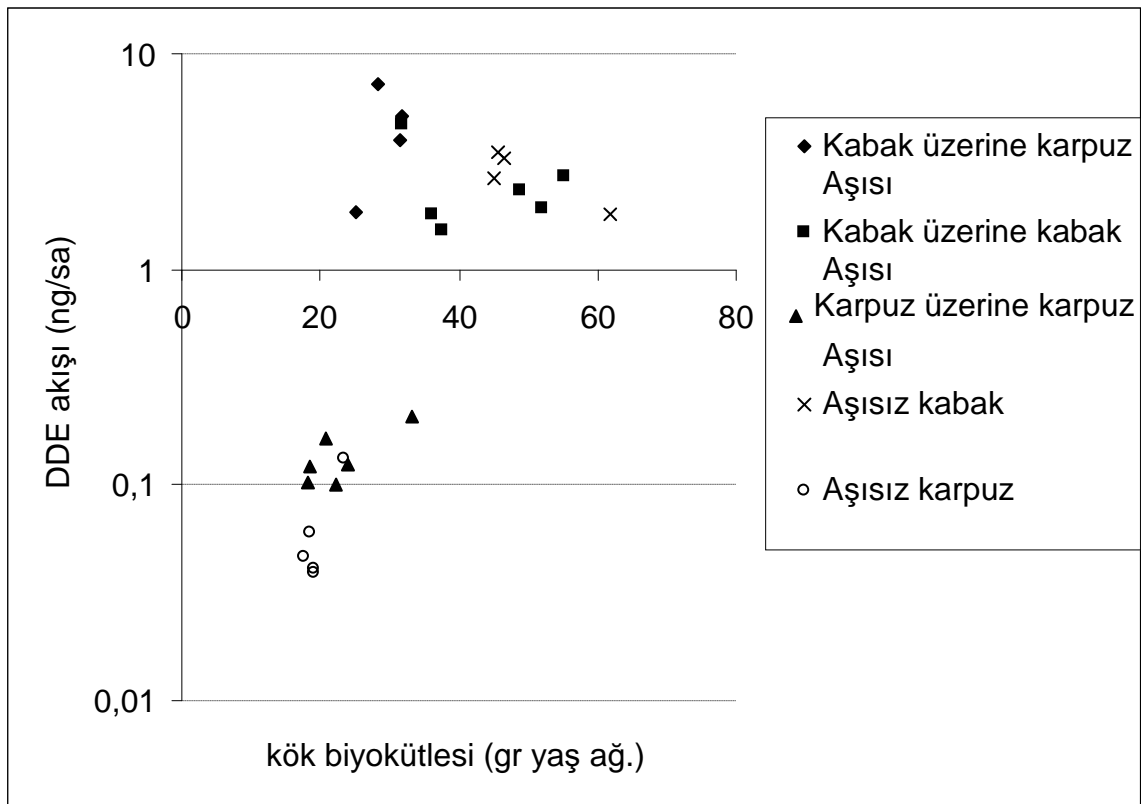
2009 ve 2010 yıllarında elde edilen analiz sonuçlarına göre kabak, kabak üzerine aşılı karpuz ve karpuz bitkilerinin ksilemindeki  $p,p'$ -DDE akışında istatistiksel farklılık görülmektedir. Anaç kısmı kabak olan bitkilerdeki  $p,p'$ -DDE akışının aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılınmış bitkilerden daha fazla olduğu açıkça görülmektedir.  $p,p'$ -DDE akışı aşısız karpuz-karpuz üzerine karpuz aşılı bitki çiftleri ve kabak üzerine kabak aşılı bitkiler-aşısız kabak bitki çiftleri arasında istatistiksel fark olmasına rağmen, bu çiftlerin kendi aralarında fark görülmemiştir. Örneğin kabak üzerine kabak aşılı ve aşısız bitkilerdeki DDE akışı 2009 yılında 134,70 ng/saat ve 127,10 ng/saat olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiler için 0,07 ng/saat ve sadece karpuz için 0,09 ng/saat olarak bulunmuştur. Her iki yılda da anaç kısmı kabak olan aşılı karpuzlardaki DDE akışı hem karpuzdan hem de kabaklardan istatistiksel ( $p<0.05$ ) olarak farklılık göstermiştir.





y eksenini logaritmik skala olarak belirtilmiştir.

Şekil 4.1. Aşılı ve Aşısız Türlerin Ksilemindeki  $p,p'$ -DDE akışı (2009)



y eksenini logaritmik skala olarak belirtilmiştir.

Şekil 4.2. Aşılı ve Aşısız Türlerin ksilemindeki  $p,p'$ -DDE akışı (2010)

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 de y ekseninde DDE akışı (ng/saat) ve X ekseninde ise bitki kök ağırlıkları verilmektedir. Şekiller incelendiğinde 2009 ve 2010 yıllarının her ikisinde de anaç kısmı kabak ve karpuz olan bitkilerin grafikte iki ayrı bölgede toplandığı görülmektedir. Kökü karpuz olan bitkiler grafiğin alt kısmında, kökü kabak olan bitkiler ise üst kısmında toplanmıştır. Bu veriler kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin kabak gibi davrandığını gösteren ilk bulgulardır.

2009 yılında elde edilen bitkilerin kök ağırlıkları 8,66 gr ile 12,89 gr arasında değişmektedir. Bu bitkilerin kök ağırlıkları sadece kabak üzerine kabak aşılınmış bitkiler hariç, diğerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. 2010 yılında ise daha büyük kök ağırlıkları elde edilmiş olup bu ağırlıklar 18,97 gr ile 48,45 gr arasındadır. Buna rağmen akıdaki *p,p'*-DDE miktarları bitkisel farklılık göstermiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada kök ağırlığı ve ksilem akışı arasında Black Beauty, Zephyr, Marketmore kabak türleri için bir ilişkinin olduğu yayınlanmıştır (MATTINA ve ark., 2006). Bunun aksine bu araştırmada yukarıda sonuçlara dayanarak kök ağırlıkları ile ksilem akışı arasında bir ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır.

### 4.3. Bitkilerdeki *p,p'*-DDE Konsantrasyonları

Çalışma süresinde (2009 ve 2010 yılları) yetiştirilen bitkiler hasat edildikten sonra kök, gövde, yaprak ve meyve olarak ayrılmış ve parçalayıcıdan geçirilerek paketlenmiştir. Paketlenen numuneler -4 °C de derin dondurucuda saklanmıştır. Ekstraksiyon işlemlerinden sonra analiz edilen numuneler ng/g kuru ağırlık tablo 4.5 de verilmiştir.

Tablo 4.5. Bitkilerde Ölçülen *p,p'*-DDE Konsantrasyonları

	Kök (ng/gr)*	Gövde (ng/gr)	Yaprak (ng/gr)	Meyve (ng/gr)
2009	Karpuz n= 5 (B)	5588,94±3312,93 ND	ND	ND
	Karpuz+karpuz n= 5 (A)	1838,77±811,065 86,83±67,52 n= 5 (A)	ND	
	Kabak+karpuz n= 5 (B)	6565,84±3059,40 191,07±97,49 n= 5 (A)	22,98±2,86 n= 5 (A)	
	Kabak+kabak n= 5 (AB)	4620,04±3697,37 292,43±166,32 n= 5 (AB)	19,49±1,86 n= 5 (A)	
	Kabak n=4 (AB)	4363,21±1676,27 455,85±232,06 n= 5 (B)	22,64±4,06 n= 5 (A)	
2010	Karpuz n= 6 (A)	3734,80±364,75 8,61±3,03 n= 6 (A)	3,06±0,95 n= 6 (A)	3,22±0,93 n= 4 (A)
	Karpuz+karpuz n= 6 (A)	4274,13±1463,41 8,95±1,33 n= 6 (A)	4,48±2,45 n= 6 (A)	5,75±1,80 n= 5 (AB)
	Kabak+karpuz n= 6 (C)	16487,17±5396,18 359,77±103,05 n= 6 (C)	11,37±3,46 n= 6 (B)	10,04±5,32 n= 6 (B)
	Kabak+kabak n= 6 (B)	12286,50±3233,01 80,94±38,58 n= 6 (B)	4,27±1,21 n= 6 (A)	2,84±0,73 n= 2 (AB)
	Kabak n= 6 (B)	8878,12±2047,45 71,12±29,80 n= 6 (B)	5,07±1,04 n= 6 (A)	Meyve elde edilemedi

Meyve elde edilemedi

\*\*\*\* Ortalama konsantrasyon nanogram/gram bitki kuru ağırlık ± olarak tekrarların standart sapması.

Cihazın minimum ölçüm limiti 1 nanogram/gram dır.

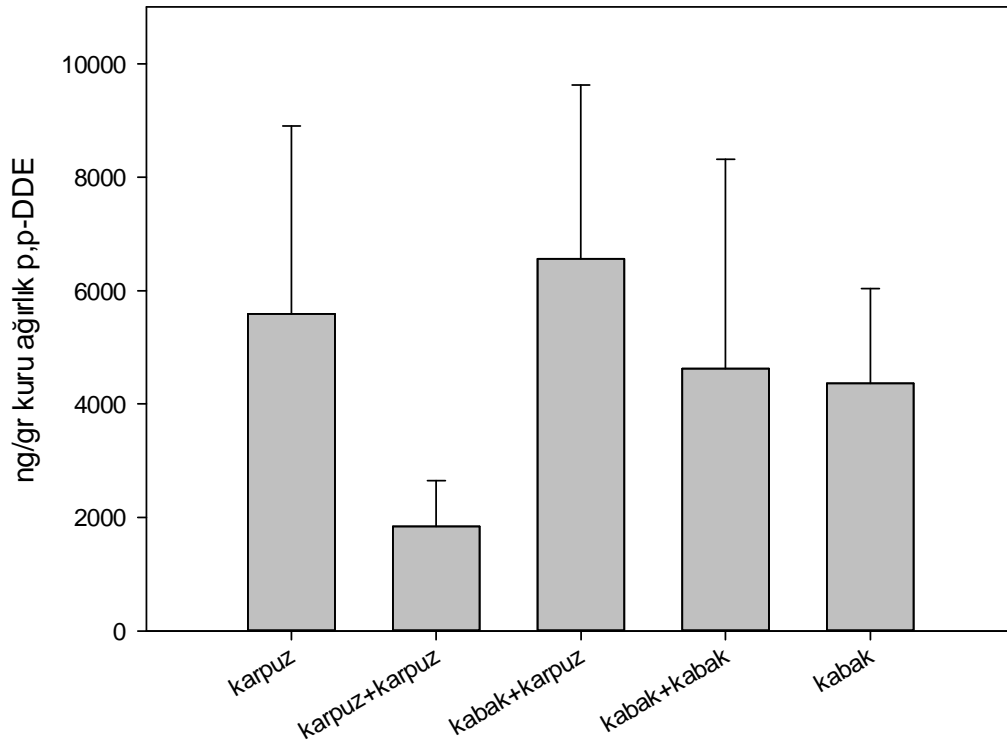
ND: ölçüm limitinin altında

Her kolondaki parantez içinde ortalamalardan sonra verilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ( ANOVA ile çoklu karşılaştırma metodu).

Bitki türleri ve kısımları incelendiğinde konsantrasyon miktarları büyük ten küçüğe kök, gövde, yaprak ve meyve olarak sıralanabilir. *p,p'*-DDE konsantrasyonları bitki türleri ve kısımları için istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Tablo 4.5 te görüldüğü gibi *p,p'*-DDE konsantrasyonunun bitkinin üst kısımlarına doğru çıktıkça azalmaktadır.

#### 4.3.1. Bitkilerin köklerindeki $p,p'$ -DDE konsantrasyonları

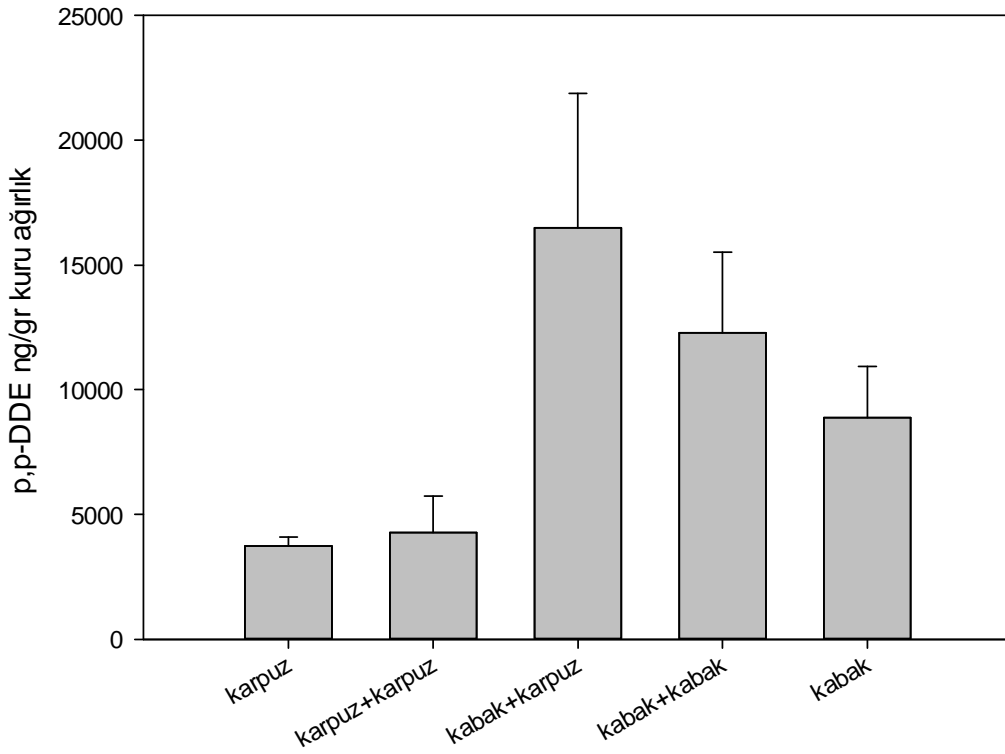
2009 ve 2010 yıllarında anaç olarak iki farklı kabak türü seçilerek, bitki türlerinin  $p,p'$ -DDE gibi kirleticilerin bitkilerin yapısında birikimine etkisi incelenmiştir. 2009 yılında yetiştirilen karpuz bitkisinin kökündeki ortalama  $p,p'$ -DDE konsantrasyonu 5588,94 ng/gr kuru ağırlık olup bu değer karpuz üzerine karpuz aşılı bitkilerin kökündeki birikimden (1838,77 ng/gr) istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerdeki ölçülen ortalama  $p,p'$ -DDE konsantrasyonu 6565,84 ng/gr olup bu değer karpuz bitkisinden istatistiksel farklılık göstermektedir. Kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin kökündeki birikim istatistiksel olarak farklı olmayıp sırasıyla 4363,21 ve 4620,04 ng/gr dır.



Şekil 4.3. Bitkilerin Köklerinde Biriken  $p,p'$ -DDE Miktarları (2009)

2010 yılında ekilen bitkilerin köklerindeki  $p,p'$ -DDE konsantrasyonları 18044,02 – 3268,13 ng/g kuru ağırlık arasında değişmektedir. Aşısız kabak, kabak üzerine kabak aşısı, kabak üzerine karpuz aşısı, aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşısı yapılmış bitkilerin köklerindeki ortalama  $p,p'$ -DDE miktarı sırasıyla 8127,04 ng/gr, 12286,50 ng/gr, 16487,17 ng/gr, 4274,13 ng/gr ve 5325,27 ng/gr kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır (tablo 4.5). Bu verilere dayanarak istatistiksel analizleri yapıldığında aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin kendi aralarında istatistiksel olarak farklı olmamasına rağmen diğer türlerden farklı olduğu görülmüştür. Bu durum aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiler içinde geçerlidir yani aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkiler istatistiksel olarak kendi aralarında farklılık göstermezken diğer türlerden istatistiksel olarak farklıdırlar. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler ise istatistiksel olarak diğer bütün türlerden farklılık göstermişlerdir. Bu analizler sonucunda 2010 yılında ekilen bitki türlerinin köklerinde biriken  $p,p'$ -DDE miktarlarına göre büyükten küçüğe; kabak üzerine karpuz aşısı, aşısız kabak – kabak üzerine kabak aşısı ve aşısız karpuz – karpuz üzerine karpuz aşısı olarak sıralanabilir. kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin kök kısımları aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin kök kısımları ile aynı tür bitki olmasına rağmen  $p,p'$ -DDE biriktirme miktarları farklılık göstermektedir (Şekil 4.4).

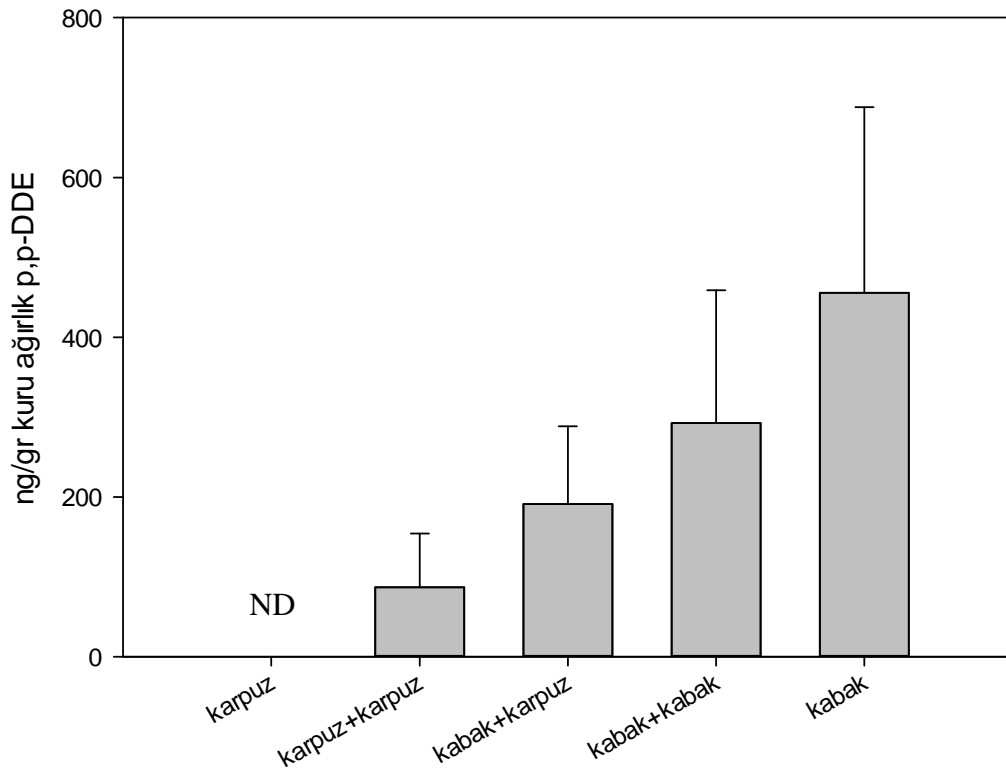
2010 yılında elde edilen sonuçlara göre  $p,p'$ -DDE nin kökteki birikimi aynı türler arasında yapılan aşının etkisiyle değişmediği fakat türler arasında yapılan aşının ise farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu durum 2009 yılında elde edilen veriler için geçerli olmamıştır. Bunun kullanılan bitki türlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Bitkilerin Köklerinde Biriken  $p,p'$ -DDE Miktarları (2010)

#### 4.3.2. Bitkilerin gövdelerindeki $p,p'$ -DDE konsantrasyonları

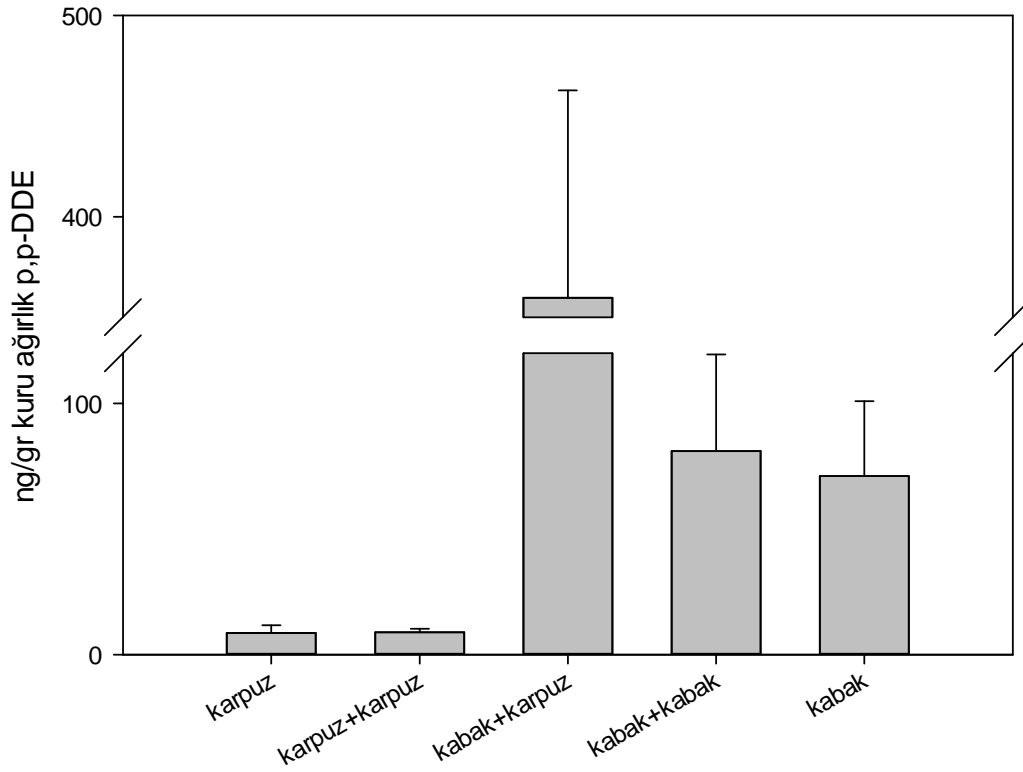
2009 yılında gövdelerde ölçülen en yüksek ortalama  $p,p'$ -DDE konsantrasyonu aşısız kabak türleri için 455,86 ng/gr dır. Bu değer istatistiksel olarak kabak üzerine kabak aşılı bitki (292,43 ng/gr) ve diğer türlerden farklıdır. Diğer taraftan sadece karpuz bitkilerinin gövdesindeki  $p,p'$ -DDE konsantrasyonları ölçüm limitlerinin altındadır. Karpuz üzerine karpuz aşılı ve kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin gövdelerindeki kirlenici miktarı 86,83 ve 191,07 ng/gr olarak ölçülmüş olup bu değerler istatistiksel olarak birbirlerinden farksızdır.



Şekil 4.5. Bitkilerin Gövdelerinde Biriken  $p,p'$ -DDE Miktarları (2009)

2010 yılında ekilen bitki türlerinin gövdelerindeki ortalama  $p,p'$ -DDE miktarları 8,61 ng/gr ile 359,77 ng/gr kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır (tablo 4.5). Aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin gövdelerindeki konsantrasyon 71,12 ile 80,94 ng/gr kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır. Ayrıca aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkilerin gövdelerindeki  $p,p'$ -DDE miktarları 8,61 ile 8,95 olarak belirlenmiştir. Aşısız kabak – kabak üzerine kabak aşılı ile aşısız karpuz – karpuz üzerine karpuz aşılı bitkilerin gövdelerini iki grup halinde düşündürsek; gruplar kendi içlerinde istatistiksel olarak farklılık göstermemesine karşı, birleriyle kıyaslandığında istatistiksel farklılık göstermektedirler. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin gövdelerindeki kirletici miktarı 359,77 ng/gr olarak ölçülmüş olup bu değer diğer türlerden istatistiksel olarak daha fazladır. 2010 da çapraz aşılı bitkilerin köklerinde görülen iletim şeklinin gövde de aynı şekilde gerçekleştiği saptanmıştır. Bunun aksine 2009 yılındaki veriler incelendiğinde gövdedeki en yüksek

konsantrasyon kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerinde değil kabak bitkilerinde ölçülmüştür.

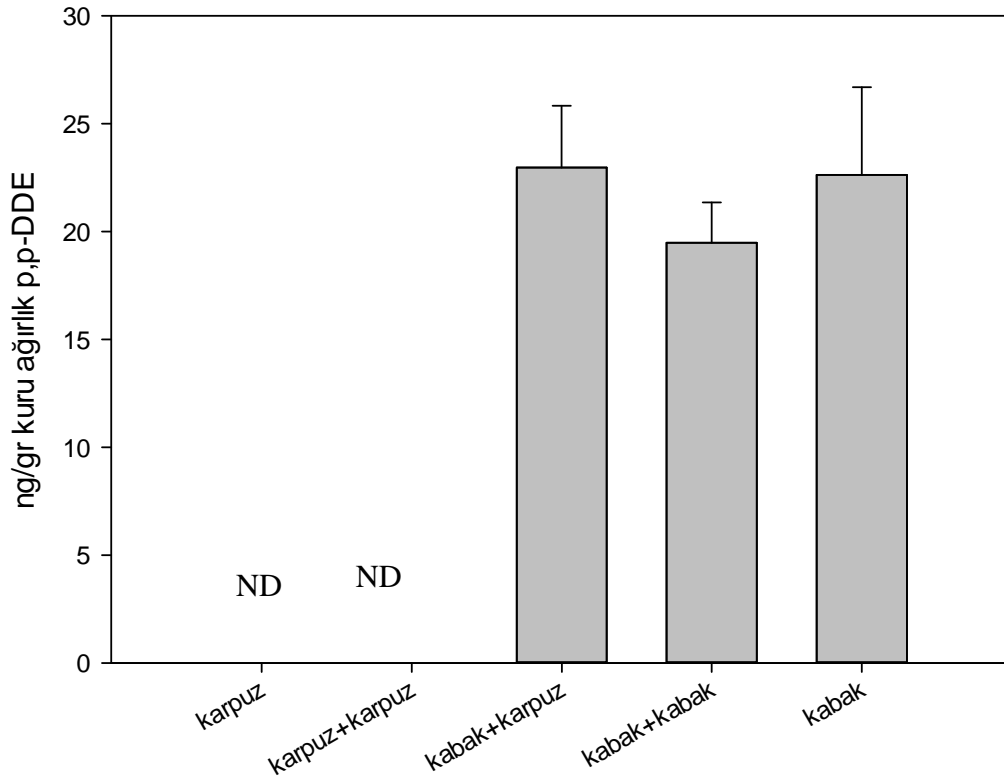


Şekil 4.6. Bitkilerin Gövdelerinde Biriken  $p,p'$ -DDE Miktarları (2010)

#### 4.3.3. Bitkilerin yapraklarındaki $p,p'$ -DDE konsantrasyonları

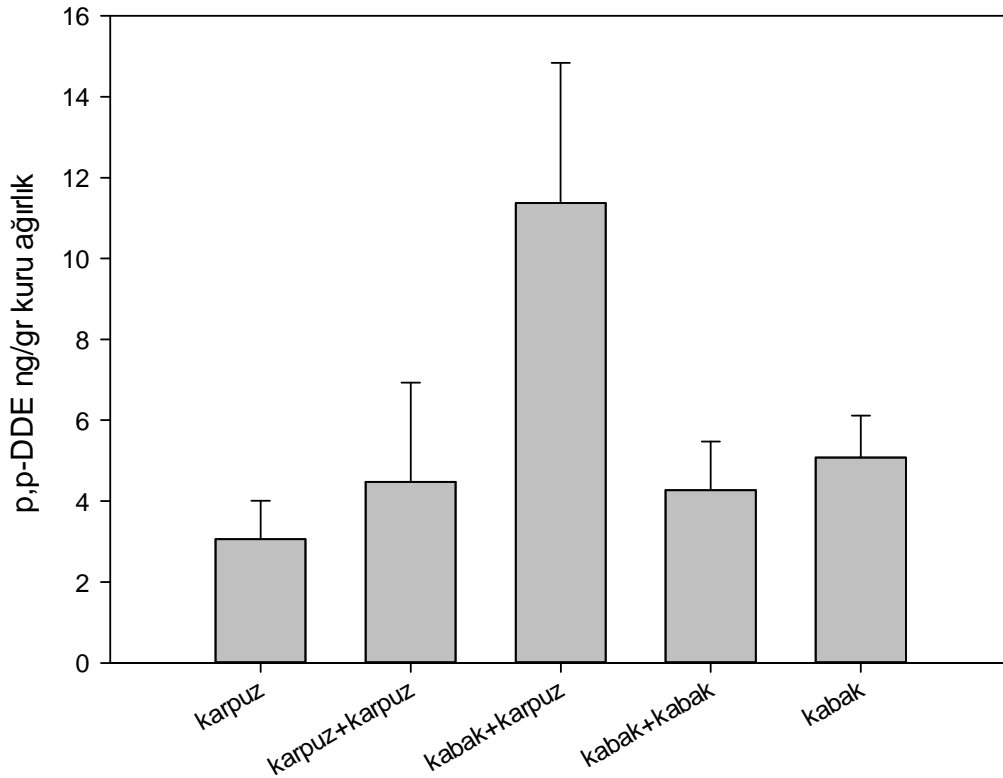
2009 yılında yapraklardaki kirletici konsantrasyonu 19,49 ile 22,97 ng/gr arasında ölçülmüştür. Karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkilerin yaprağındaki  $p,p'$ -DDE miktarı cihazın ölçüm limitlerinin altındadır. Bu bitkilerin gövdesindeki değerler diğer bitkilerden daha az olup yaprağına da paralel olarak az transfer edildiği düşünülmektedir. Kökü kabak olan bitkilerin yapraklarındaki ortalama  $p,p'$ -DDE miktarı birbirlerinden farklı değildir ( $p>0,05$ ).





Şekil 4.7. Bitkilerin Yapraklarında Biriken  $p,p'$ -DDE Miktarları (2009)

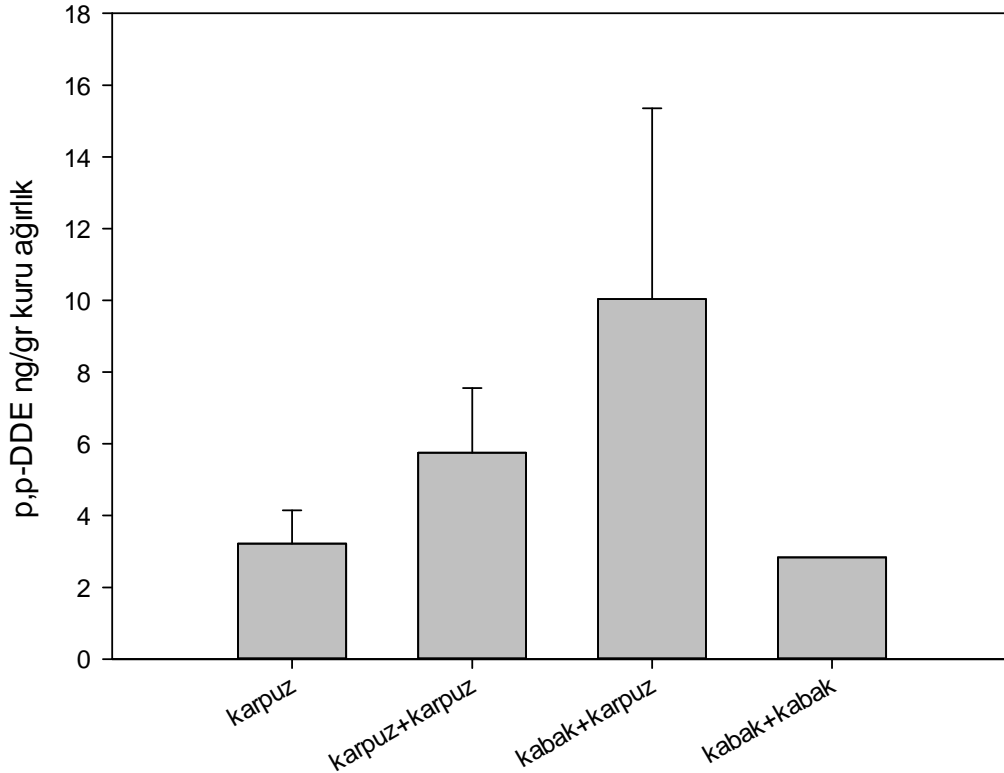
2010 yılında ekiminden elde edilen bitkilerin yapraklarındaki  $p,p'$ -DDE konsantrasyonları 3,06 ile 11,37 ng/gr kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır. Aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin yapraklarındaki konsantrasyon 5,07 ile 4,27 ng/gr kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Ayrıca aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı bitkilerin yapraklarındaki  $p,p'$ -DDE miktarı 3,06 – 4,48 ng/gr kuru ağırlıktır. Karpuz ve kabak bitkileri ile bunların kendi aralarındaki aynı tür aşılarda elde edilen bitkilerin yapraklarındaki konsantrasyon istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. Ancak kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin yapraklarındaki miktar ortalama olarak 11,37 ng/gr kuru ağırlık olarak hesaplanmış olup istatistiksel olarak diğer türlerden farklıdır (şekil 4.8).



Şekil 4.8. Bitkilerin yapraklarında Biriken  $p,p'$ -DDE Miktarları (2010)

#### 4.3.4. Bitkilerin meyvelerindeki $p,p'$ -DDE konsantrasyonları

2009 yılında daha önce belirtilen sebeplerden dolayı rhizotronlardan meyve elde edilememiştir. Bunun sonucunda ikinci yıl (2010) ekimlerinde rhizotronlardaki toprak miktarı iki katına çıkarılmıştır. 2010 yılında rhizotronlarda aşısız kabaklar haricinde bütün bitkilerden meyve elde edilmiştir. Meyvelerdeki konsantrasyonlar 3,21 ile 10,04 ng/gr arasında hesaplanmıştır (Tablo 4.5). Bu elde edilen sonuçlar incelendiğinde kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin meyvelerindeki  $p,p'$ -DDE konsantrasyonu en yüksek çıkmıştır. Buna rağmen bulunan bu değerler ppb seviyesinde düşük değerler olup istatistiksel olarak birbirlerinden çok büyük farklılıklar arz etmemektedir.



Şekil 4.9. Bitkilerin meyvelerinde Biriken  $p,p'$ -DDE Miktarları (2010)

#### 4.4. Öneriler

Bu araştırmada topraktaki yıllanmış  $p,p'$ -DDE nin bitkide birikim mekanizmasını anlamak için deneyler yapılmıştır. Daha önce literatürde verilen ve iyi bir  $p,p'$ -DDE alıcısı olarak bilinen kabak türleri ile  $p,p'$ -DDE yi yapısında fazla biriktirmeyen karpuz türleri ve bunların kendi aralarında ve çapraz aşılı olarak kullanılarak bu kirleticinin topraktan boşluk suyuna ve buradan da ksilem, kök, gövde, yaprak ve meyveye geçişi incelenmiştir. Literatürde belirtildiği gibi değişik bitkilerin köklerinden salgılanan organik asitlerin topraktaki yıllanmış pestisitlerin desorpsiyonunu ve bunun sonucunda da bitkiye alınışını arttırmaktadır (HULSTER ve ark., 1994b). Bu çalışmada iki yıllık deneyler sonucunda boşluk suyundaki  $p,p'$ -DDE miktarı 2009 yılında 0,36 ile 0,55  $\mu\text{g/l}$ , 2010 yılında ise 0,31 ile 0,46  $\mu\text{g/l}$

arasında ölçülmüştür. Deneyde kullanılan aşısız karpuz, karpuz üzerine karpuz aşısı, kabak üzerine karpuz aşısı, kabak üzerine kabak aşısı ve aşısız kabak bitkilerinin boşluk suyundaki  $p,p'$ -DDE miktarı istatistiksel olarak her iki yıl içinde birbirinden farklı değildir. Buradan yola çıkarak bitki türlerinin boşluk suyundaki  $p,p'$ -DDE miktarına etkisi olmadığını söyleyebiliriz. Boşluk suyundaki durumundan farklı olarak ksilemdeki  $p,p'$ -DDE miktarları bitkisel farklılığa bağlı olarak değişmektedir. 2009 yılındaki verilerde ksilemdeki  $p,p'$ -DDE miktarı 0,49 -141,20  $\mu\text{g/l}$  aralığındadır. Burada görülen en büyük farklılık ise anaç kısmı kabak ve anaç kısmı karpuz olan bitkiler arasındadır. Anaç kısmı karpuz olan (aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı) bitkilerin ksilemindeki  $p,p'$ -DDE miktarı boşluk suyu konsantrasyonlarına yakın olup 0,5  $\mu\text{g/l}$  civarındadır. Bu değer boşluk suyu konsantrasyonlarından istatistiksel olarak farklı değildir. Bu bulgular boşluk suyundaki  $p,p'$ -DDE nin anacı karpuz olan bitkilerin ksilemine direk transfer edildiğini gösteren sonuçlardır. Bunun aksine anaç kısmı kabak olan (aşısız kabak, kabak üzerine kabak aşılı ve kabak üzerine karpuz aşılı) bitkilerin ksilemindeki  $p,p'$ -DDE miktarı 71,00 – 141,20  $\mu\text{g/l}$  arasında değişmektedir. Burada aşısız kabak ve kabak üzerine kabak aşılı bitkilerin ksilemindeki  $p,p'$ -DDE (141,20  $\mu\text{g/l}$ ; 139,94  $\mu\text{g/l}$ ) konsantrasyonunun birbirinden istatistiksel olarak farklı olmaması aynı türler arasında yapılan aşının bu mekanizmaya etki etmediğini göstermiştir. Ancak anaç kısmı kabak olan kabak üzerine karpuz aşılı bitkilerin ksilemindeki  $p,p'$ -DDE miktarı (71,00  $\mu\text{g/l}$ ) anaç kısmı kabak olan diğer bitkilerden farklıdır. Bu sonuçlara göre  $p,p'$ -DDE yi bünyesinde az biriktiren karpuz bitkisine kabak aşılandığında bu anacın etkisiyle ksilemdeki kirletici konsantrasyonu artmaktadır.

Buradan çıkarabileceğimiz sonuçları şu şekilde özetleyebiliriz; aşılama işlemi ile aynı türler arasında (kabak üzerine kabak aşısı ya da karpuz üzerine karpuz aşısı) ksilemde biriken  $p,p'$ -DDE konsantrasyonunda istatistiksel farklılık görülmemiştir. Fakat aynı işlem farklı türler arasında yapıldığında (kabak üzerine karpuz aşısı) anaç kısmının ksilemdeki  $p,p'$ -DDE miktarını arttırıcı yönde etki ettiği görülmüştür. Ortaya çıkan bu aşılı bitkiler diğer türlerle kıyaslandığında ne karpuz ne de kabak özelliği göstermektedir. Kabak üzerine karpuz aşılı bitkiler ile aşısız karpuz ve karpuz üzerine karpuz aşılı olan bitkileri kıyasladığında ise 2009 döneminde 142 kat, 2010 döneminde ise 20 kat daha fazla  $p,p'$ -DDE biriktiği görülmektedir. Bunun

sebebi tam olarak bilinmemekle birlikte kök sistemi ve bitkisel farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Ksilemdeki  $p,p'$ -DDE akısı (ng/sa) ile kök ağırlığı arasında istatistiksel bir ilişki görülmemiştir. Anaç kısmı kabak olan bitkilerdeki  $p,p'$ -DDE akısı ile anaç kısmı karpuz olan bitkiler her iki yılda da farklılık göstermektedir. Anaç kısmı kabak olan bitkilerin ksilemindeki  $p,p'$ -DDE akısını arttırıcı yönde bir etki etmiştir.

$p,p'$ -DDE ile kirlenmiş topraklarda yetiştirilen karpuz, kabak, bunların kendi aralarında ve çapraz aşılı bitkilerin farklı kısımlarında (kök, gövde, yaprak ve meyve) belli miktarlarda  $p,p'$ -DDE konsantrasyonu ölçülmüştür. Bu araştırmada  $p,p'$ -DDE konsantrasyonları köklerde 1838,77 – 16487,17 ng/gr, gövdelerde ND – 455,85 ng/gr, yapraklarda ND – 22,98 ng/gr ve meyvelerdeki 2,84 – 10,04 ng/gr olarak hesaplanmıştır. Meyvelerde ölçülen bu konsantrasyon topraktaki konsantrasyon ile kıyaslandığında çok azdır ve Türk Gıda Kodeksinde belirtilen sınır değerlerin altındadır (Kodeksi, 2005).

Bu araştırmada ksilemdeki  $p,p'$ -DDE birikiminin bitkinin kök fonksiyonunun bir sonucu olduğu gözlemlenmiştir. İleride yapılacak olan çalışmalarda;

1.  $p,p'$ -DDE nin topraktan alınış mekanizmasının tam olarak anlaşılabilmesi için anaç kısmı kabak olan bitkilerin kök sistemi üzerine yoğunlaşılmalıdır. Eğer alınış mekanizması tam olarak anlaşılırsa, genetik yapısıyla oynanmış kabak bitkileri DDE gibi klorlanmış organik pestisitler ile kirlenmiş toprakların fitoremediyasyonunda etkili bir şekilde kullanılabilir.
2. Deneysel verilere göre kabak bitkisinin ksilemindeki bazı maddelerin  $p,p'$ -DDE birikimini arttırdığı görülmüştür. Bu maddelerin tanımlanması için ileride ksilem üzerine araştırmalar yapılabilir.
3. Aşılı karpuzların yetiştirildiği toprakların klorlanmış organik pestisit profillerinin çıkarılması meyvelerdeki birikim tahmininde kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

ALEXANDER, M.. Aging, bioavailability, and overestimation of risk from environmental pollutants. *Environmental Science & Technology*, 34(20), 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).

ANONYMOUS.. Fao statistical database. [Http://www.Fao.Org](http://www.Fao.Org). (2001)

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., NIGDELIOGLU, M., & ISLEYEN, M.. Sakarya'nin geyve İlçesinde kullanılan tarımsal İlaçların İncelenmesi. (2006)

ATASAYAR, A.. Türkiye'de aşılı karpuz fidesi kullanımı (in turkish). *Hasad*, 21, 87-91. (2006)

AYAS, Z., BARLAS, N. E., & KOLANKAYA, D.. Determination of organochlorine pesticide residues in various environments and organisms in goksu delta, turkey. *Aquatic Toxicology*, 39(2), 171-181. (1997)

BLAYLOCK, M. J., SALT, D. E., DUSHENKOV, S., ZAKHAROVA, O., GUSSMAN, C., KAPULNIK, Y., et al.. 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)
- COK, I., DURMAZ, T. C., DURMAZ, E., SATIROGLU, M. H., & KABUKCU, C.. Determination of organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl levels in adipose tissue of infertile men. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162(1-4), 301-309. (2010)
- CUNNINGHAM, S., ANDERSON, T., SCHWAB, A., & HSU, F.. Phytoremediation of soil contaminated with organik pollutants. *Adv Agron*, 56, 55-114. (1996)
- DAVIS, A. R., PERKINS-VEAZIE, P., HASSELL, R., LEVI, A., KING, S. R., & ZHANG, X. P.. Grafting effects on vegetable quality. *Hortscience*, 43(6), 1670-1672. (2008)
- 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)
- ERKMEN, B., & KOLANKAYA, D.. Determination of organochlorine pesticide residues in water, sediment, and fish samples from the meric, delta, turkey. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 86(1-2), 161-169. (2006)
- FILIZ, N., & KUCUKSEZGIN, F.. Composition and distribution of organochlorine pesticide residues in surface sediments from gediz and bakircay rivers (eastern aegean). *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(6), 744-754. (2008)
- GOSSELIN, R. E., SMITH, R. P., & HODGE, H. C.. *Clinical toxicology of commercial products* (5 ed.): Williams and Wilkens, Baltimore, MD, 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)
- 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. (1994a)

- HUSSAIN, A., MAQBOOL, U., & ASI, M.. Studies on dissipation and degradation of c-14 ddt and c-14 dde in pakistani soils under field conditions. *Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 29(1), 1-15. (1994)
- ISLEYEN, M., SEVIM, P., & USLAN, M.. Survey of ddt residue in agricultural fields of sakarya, turkey (in press). (2011)
- KANNAN, K., TANABE, S., & TATSUKAWA, R.. Geographical-distribution and accumulation features of organochlorine residues in fish in tropical asia and oceania. *Environmental Science & Technology*, 29(10), 2673-2683. (1995)
- KODEKSI, T. G.. *Gıdalarıda bitki koruma ürünleri maksimum kalıntı limitleri tebliği*. (2005)
- KOLANKAYA, D.. Organochlorine pesticide residues and their toxic effects on the environment and organisms in turkey. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 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-dde in tissues of bald eagles from the upper peninsula of michigan. *Environ. Sci. Technol.*, 36, 2789-2796.
- KURT, P. B., & OZKOC, H. B.. A survey to determine levels of chlorinated pesticides and pcbs in mussels and seawater from the mid-black sea coast of turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 48(11-12), 1076-1083. (2004)
- LASAT, M.. Phytoextraction of toxic metals: A review of biological mechanisms. *J Environ Qual*, 31, 109–120. (2002)
- LEE, J. M.. Cultivation of grafted vegetables.1. Current status, grafting methods, and benefits. *Hortscience*, 29(4), 235-239. (1994)
- LEE, J. M., & ODA, M.. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hortic. Rev.*, 28, 61–124. (2003)
- LEIGH, M. B., FLETCHER, J. S., FU, X. S., & F.J., c.. Root turnover: An important source of mikrobiyal substrates in rhizosphere remediation of recalcitrant contaminants. *Environ. Sci. Technol.*, 28, 1110-1115(2002).
- LISTE, H. H., & ALEXANDER, M.. Accumulation of phenanthrene and pyrene in rhizosphere soil. *Chemosphere*, 40, 11-14. (2000)
- LIU, Y. Q., LIU, S. Q., YANG, F. J., & LI, D. F.. Study on the screening of salt-tolerant watermelon stock and mechanism of salt-tolerance. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalia Sinica*, 12, 105–108. (2003b)



LU, Y.L., SHI, Y.J., WANG, T.Y., WANG, G., AND LUO, W. Comparison of Organochlorine Pesticides Occurrence, Origin, and Character in Agricultural and Industrial Soils in Beijing. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 57: 447-455 (2009).

LU, Y.L., LI, J., WANG, G.A., JIAO, W.T., CHEN, C.L., WANG, T.Y. Evaluation and Spatial Diffusion of Health Risk of Persistent Organic Pollutants (POPs) in Soils Surrounding Chemical Industrial Parks in China. *Human and Ecological Risk Assessment* 16: 989-1006 (2010).

MANSOUR, S.A. Persistent organic pollutants (POPs) in Africa: Egyptian scenario. *Human & Experimental Toxicology* 28: 531-566 (2009).

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., BERGER, W.A., AND EITZER, B.D., Factors affecting the phytoaccumulation of weathered, soil-borne organic contaminants: analyses at the ex Planta and in Planta sides of the plant root. *Plant and Soil* 291: 143-154. (2007)

MATTINA, M., IANNUCCI-BERGER, W., DYKAS, L., & PARDUS, J.. Impact of long-term weathering, mobility, and land use on chlordane residues in soil. *Environmental Science & Technology*, 33(14), 2425-2431. (1999)

MATTINA, M. I., ISLEYEN, M., EITZER, B. D., IANNUCCI-BERGER, W., & WHITE, J. C.. Uptake by cucurbitaceae of soil-borne contaminants depends upon plant genotype and pollutant properties. *Environmental Science & Technology*, 40(6), 1814-1821. (2006a)

MATTINA, M. I., ISLEYEN, M., EITZER, B. D., LARMUCCI-BERGER, W., & WHITE, J. C.. Uptake by cucurbitaceae of soil-borne contaminants depends upon plant genotype and pollutant properties (vol 40, pg 1814, 2006). *Environmental Science & Technology*, 40(9), 3126-3126. (2006b)

MATTINA, M. I., LEE, W. Y., WHITE, J. C., EITZER, B. D., & IANNUCCI-BERGER, W.. Plant uptake and translocation of air-borne and soil-bound persistent organic pollutants. *Abstracts of Papers of the American Chemical Society*, 224, U621-U621. (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)

MIGUEL, A., MAROTO, J. V., BAUTISTA, A. S., BAIXAULI, C., CEBOLLA, V., PASCUAL, B., et al.. The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of fusarium wilt. *Scientia Horticulturae*, 103(1), 9-17. (2004)

- NASH, R. G., & WOOLSON, E. A.. Persistence of chlorinated hydrocarbon insecticides in soil. *Science*, *157*, 924–927. (1967)
- NIE, L. C., & CHEN, G. L.. Study on growth trends and physiological characteristics of grafted watermelon seedlings. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, *9*, 100–103. (2000)
- OYEKUNLE, J.A.O., OGUNFOWOKAN, A.O., TORTO, N., AND AKANNI, M.S. Determination of organochlorine pesticides in the agricultural soil of Oke-Osun farm settlement, Osogbo, Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment* **177**: 51-61 (2011).
- PARRISH, Z. D., WHITE, J. C., ISLEYEN, M., GENT, M. P. N., IANNUCCI-BERGER, W., EITZER, B. D., et al.. Accumulation of weathered polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) by plant and earthworm species. *Chemosphere*, *64*(4), 609-618. (2006)
- PULGAR, G., VILLORA, G., MORENO, D. A., & ROMERO, L.. Improving the mineral nutrition in grafted watermelon plants: Nitrogen metabolism. *Biologia Plantarum*, *43*(4), 607-609. (2000)
- PYLYPIW, H. M., 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)
- RIVERO, R. M., RUIZ, J. M., & ROMERO, L.. Iron metabolism in tomato and watermelon plants: Influence of grafting. *Journal of Plant Nutrition*, *27*(12), 2221-2234. (2004)
- 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)
- RUIZ, J. M., BELAKBIR, A., L'ÓPEZ-CANTARERO, I., & ROMERO, L.. Leaf-macronutrient content and yield in grafted, melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scientia Hort.*, *71*, 227–234. (1997)
- SAKATA, Y., TAKAYOSHI, O., & MITSUHIRO, S.. The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in japan. *Acta Hort.*, *731*, 159–170. (2007)
- SCHNOOR, J.. Phytoremediation of soil and groundwater. Technical evaluation report 02-01. Ground water remediation technologies analysis center, pittsburgh, pa, USA. (2002)
- SESAM. (2002).
- SHISHIDO, M., YOSHIDA, N., USAMI, T., SHINOZAKI, T., KOBAYASHI, M., & TAKEUCHI, T.. Black root rot of cucurbits caused by *Phomopsis sclerotioides* in

japan and phylogenetic grouping of the pathogen. *J. General Plant Path.*, 72, 220–227. (2006)

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)

TURGUT, C.. The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in kucuk menderes river in turkey, 2000-2002. *Environment International*, 29(1), 29-32. (2003)

USLAN, M.. *Tarımsal alanlardaki pops miktarlarının araştırılması; sakarya örneği.* Sakarya Üniversitesi. (2009)

VOLDNER, E. C., & LI, Y. F.. Global usage of selected persistent organochlorines. *Science of the Total Environment*, 160-61, 201-210. (1995)

WANG, J., ZHANG, D. W., & FANG, Q.. Studies on antivirus disease mechanism of grafted seedless watermelon. *J. Anhui Agr. Univ.*, 29, 336–339. (2002)

WALISZEWSKI, S.M., CARVAJAL, O., GOMEZ-ARROYO, S., AMADOR-MUNOZ, O., VILLALOBOS-PIETRINI, R., HAYWARD-JONES, P.M., AND VALENCIA-QUINTANA, R. DDT and HCH isomer levels in soils, carrot root and carrot leaf samples. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **81**: 343-347 (2008).

WANIA, F., & MACKAY, D.. Tracking the distribution of persistent organik pollutants. *environmental Science & Technology*, 30, 390A–396A. (1996)

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

WHITE, J. C.. Differential bioavailability of field-weathered p,p'-dde to plants of the cucurbita and cucumis genera. *Chemosphere*, 49(2), 143-152. (2002)

WHITE, J. C.. Inheritance of p,p'-dde phytoextraction ability in hybridized cucurbita pepo cultivars. *Environmental Science & Technology*, 44(13), 5165-5169. (2010)

WHITE, J. C., & KOTTLER, B. D.. Citrate-mediated increase in the uptake of weathered 2,2-bis(p-chlorophenyl)1,1-dichloroethylene residues by plants. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21(3), 550-556. (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. *Environmental Pollution*, 124(1), 71-80. (2003a)

WHITE, J. C., PARRISH, Z. D., ISLEYEN, M., GENT, M. P. N., IANNUCCI-BERGER, W., EITZER, B. D., et al.. Uptake of weathered p,p'-dde by plant species effective at accumulating soil elements. *Microchemical Journal*, 81(1), 148-155. (2005)

WHITE, J. C., WANG, X. P., GENT, M. P. N., IANNUCCI-BERGER, W., EITZER, B. D., SCHULTES, N. P., et al.. Subspecies-level variation in the phytoextraction of weathered p,p'-dde by cucurbita pepo. *Environmental Science & Technology*, 37(19), 4368-4373. (2003b)

XU, S. L., CHEN, Q. Y., LI, S. H., ZHANG, L. L., GAO, J. S., & WANG, H. L.. Roles of sugar-metabolizing enzymes and ga3, aba in sugars accumulation in grafted muskmelon fruit. *J. Fruit Sci.*, 22, 514–518. (2005d)

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

YAVUZ, H., GULER, G. O., AKTUMSEK, A., CAKMAK, Y. S., & OZPARLAK, H.. Determination of some organochlorine pesticide residues in honeys from konya, turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168(1-4), 277-283. (2010)

YETISIR, H., KURT, S., SARI, N., & TOK, F. M.. Rootstock potential of turkish lagenaria siceraria germplasm for watermelon: Plant growth, graft compatibility, and resistance to fusarium. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(6), 381-388. (2007)

YETISIR, H., & SARI, N.. Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43(10), 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(7), 379-381. (2004)

YETISIR, H., SARI, N., & YUCEL, S.. Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica*, 31(2), 163-169. (2003)

YETISIR, H., & UYGUR, V.. Responses of grafted watermelon onto different gourd species to salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 33(3), 315-327. (2010)

YUCER, M. M.. Tarim ilaclari “registered agrochemicals in turkey”. (2000)

ZAYED, S. M. A. D., MOSTAFA, I. Y., & ELARAB, A. E.. Chemical and biological release of c-14 bound residues from soil treated with c-14 p,p'-ddt. *Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 29(1), 169-175. (1994)



## ÖZGEÇMİŞ

Pınar SEVİM, 1986 yılında Kırklareli'nde doğdu. 2004 yılında lisans eğitimine başladığı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılı güz döneminde aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında öğrenimine başladı ve 2011 bahar döneminde eğitimini tamamlayarak bu bölümden mezun oldu.