

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOMATES YETİŞTİRİLEN TOPRAKTA OCP SEVİYELERİNİN
BELİRLENMESİ VE TOPRAKTAN DOMATESE OCP
TAŞINIMININ VE SAĞLIK RİSKİNİN TAHMİNİ**

ALPER SERTTAŞ

KOCAELİ 2021

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOMATES YETİŞTİRİLEN TOPRAKTA OCP SEVİYELERİNİN
BELİRLENMESİ VE TOPRAKTAKTAN DOMATESE OCP
TAŞINIMININ VE SAĞLIK RİSKİNİN TAHMİNİ

ALPER SERTTAŞ

Doç.Dr. MİHRİBAN CİVAN

Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Prof. Dr. AYKAN KARADEMİR

Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç.Dr. SEMA YURDAKUL

Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 24.06.2021

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmamın en başından sonuna kadar, her zaman yardımcı olan yüksek lisans tezim boyunca yaşanan aksiliklere rağmen beni destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen, tecrübesini benimle paylaşan değerli hocam Doç.Dr. Mihriban YILMAZ CİVAN'a bana göstermiş olduğu ilgi destek ve en önemlisi sabrından dolayı sonsuz teşekkür ederim. Tezimdeki 'Sera Toprağında OCP Akıbet Modellemesi' bölümüne katkılarından yardımlarından dolayı Dr.Öğr.Üy. Recep Kaya GÖKTAŞ'a teşekkür ederim. Ayrıca jürimdeki Doç.Dr. Sema YURDAKUL, Prof. Dr. Aykan KARADEMİR hocalarıma tezimi değerlendirdikleri ve tezime yaptıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenim sürecimde birlikte yürüdüğümüz yolda yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen Süheyla ÖZTÜRK'e, tez çalışmamın en kritik süreçlerinde bana zaman ayırıp yardımcı olan Tuğba AYAZ'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.Çalışmanın Akdeniz Üniversitesi'ndeki ekibinde çalışmaya destek olan Dr.Öğr.Üy. Güray DOĞAN'a, Dr.Öğr.Üyesi Ayça ERDEM, Arş.Gör. Merve ÖZKALELİ AKÇETİN ve Bihter OLGUN'a; istatistik konularında çalışmamıza desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Sema YURDAKUL'a teşekkür ederim.Ve son olarak sadece yüksek lisans değil, hayatın her yerinde her an dualarıyla, duruşuyla, varlıklarıyla ve tüm gücüyle bana destek olan aileme; annem Hatice SERTTAŞ'a, babam Fahrettin SERTTAŞ'a, kardeşim Ceyda SERTTAŞ'a ve can dostum kardeşim Necdet Emre AYGÜN'e sonsuz teşekkürler.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen 116Y519 no'lu ve "Plastik Ve Ya Cam Örtülü Seraların Zirai Toprağında Ftalat Esterleri Seviyeleri" başlıklı proje kapsamında gerçekleşmiştir. TÜBİTAK'a maddi desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca sera sahiplerinin seralarından örnek alınmasına verdikleri izin ve anket çalışmamıza katıldıkları için teşekkür ederiz.

Haziran- 2021

Alper SERTTAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER.....	2
1.1. Örtü Altı Domates Yetiştiriciliği.....	2
1.2. Organoklorlu Pestisitler (OCP)	3
1.2.1. Pestisitlerin sınıflandırılması ve kimyasal özellikleri.....	4
1.3. Sağlık Etkileri ve Sağlık Riski Tahmini.....	9
1.4. Literatürde OCP ‘lerle İlgili Yapılan Çalışmalar	14
1.4.1. Atmosferde yapılan çalışmalar.....	15
1.5. Tezin Amacı ve Özgünlüğü.....	18
2. MALZEME VE YÖNTEMLER	20
2.1. Çalışma Alanı.....	20
2.2. Numune Alma	22
2.3. Meteorolojik Veriler.....	24
2.4. Numunelerin Ekstraksiyonu ve Kolon Temizleme	24
2.5. GC-MS Analizi	26
2.6. Kalite Kontrol ve Kalite	27
2.7. Akıbet Modellemesi	28
3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	32
3.1. OCP Seviyelerine Genel Bakış	32
3.2. Sera Toprağının Özellikleri	35
3.2.1. Sera örtü malzemesi özelliği.....	35
3.2.2. Seralarda pestisit ve gübre kullanımı.....	36
3.3. Sera Yaşı ve OCP Konsantrasyonları Arasındaki İlişki	36
3.4. Elde Edilen Sonuçlarının Literatür İle Karşılaştırılması	37
3.5. OCP Seviyelerinin Mevsimsel Kıyaslaması ve Sera Özellikleri ile İlişkilendirilmesi	44
3.6. Domates Meyvelerindeki OCP Konsantrasyonu	57
3.7. Domates Tüketimi ile Oluşan Maruziyet	57
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	64
EKLER.....	70
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	87
ÖZGEÇMİŞ	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Antalya-Fettahlı'daki seraların görünümü (renkli alanlar)	21
Şekil 2.2.	Araziden alınan kompozit numune çalışmalarına ait fotoğraflar	23
Şekil 2.3.	Toprak numuneleri elenmeden önce ve sonrasına ait fotoğraflar	26
Şekil 2.4.	Ekstraksiyon için kullanılan Agilent Mega Bond Elut kartuşlar	26
Şekil 3.1.	Antalya/Fettahlı'da bulunan 48 seraya ait toplam OCP seviyeleri	33
Şekil 3.2.	Toprakta Ölçülen Konsantrasyonlar	53
Şekil 3.3.	Toprak Suyunda Tahmini Konsantrasyonlar.....	54
Şekil 3.4.	Domateste Tahmini Konsantrasyonlar	56
Şekil 3.5.	Aldrin kanser riski olasılığı grafiği	60
Şekil 3.6.	Dieldrin kanser riski grafiği	60
Şekil 3.7.	Heptaklor kanser riski grafiği.....	61
Şekil 3.8.	pp-DDT kanser riski grafiği	62

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. OCP bileşiklerinin kimyasal özellikleri	10
Tablo 1.2. Yönetmelikle belirlenen OCP sınır değerleri	14
Tablo 2.1. Örnekleme dönemlerinde gün içindeki ortalama hava koşulları.....	24
Tablo 2.2. OCP'lerin geliş süreleri ve tanımlanan iyonlar	28
Tablo 2.3. USEPA Kanseri Riski verileri.....	31
Tablo 3.1. Cam ve plastik kaplı seraların kıyaslanması.....	34
Tablo 3.2. 48 Seraya ait anket verileri ortalaması	36
Tablo 3.3. Farklı ülkelere ait şehirlerin OCP kirlilik miktarı	38
Tablo 3.4. Seraların mevsimsel kıyaslama tablosu.....	46
Tablo 3.5. Monte Carlo Simülasyonu dağılım parametreleri	57
Tablo 3.6. Kanseri riski oluşturan OCP'lerin risk tahmini	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Csa	: Katı faza adsorplanmış miktar ile dengede olan hava fazındaki kimyasal miktarı
Css	: Katı maddede adsorplanmış denge halindeki kimyasal miktarı
Csw	: Katı fazda adsorplanmış kimyasal miktarı ile dengede olan su fazındaki miktarı
foc	: Toprağın organik karbon oranı
fom	: Toprağın organik madde oranı
KH	: Henry sabiti
Kaw	: Hava-su partiyon katsayısı
Kd	: Toprak-su partiyon katsayısı
Koa	: Oktanol-hava paylaşım katsayısı
Koc	: Organik karbon paylaşım katsayısı
Kow	: Oktanol-su partiyonu
Sw	: Suda çözünürlük
Vp	: Buhar basıncı
R	: İdeal gaz sabiti
T	: Sıcaklık
ρ_b	: Yığın/kütle yoğunluğu
ϕ_a	: Hacimsel hava miktarı
ϕ_w	: Hacimsel su miktarı

Kısaltmalar

DDT	: Dikloro Difenil Trikloroetan
GC	: Gas Chromatography, (Gaz Kromatografisi)
GTO	: Gıda ve Tarım Organizasyonu
HCH	: Heptaklorosikloheksan
KOK	: Kalıcı Organik Kirleticiler
LC50	: Lethal Concentration (Ölümcül konsantrasyon)
LD50	: Lethal Dose (Ölümcül Doz)
MS	: Mass Spectrometry (Kütle Spektrometresi)
OCP	: Organo-chlorine pesticide (Organoklorlu Pestisit)
PM	: Partikül Madde
TURKTOB	: Türkiye Tohumcular Birliği
USEPA	: United States Environmental Protection Agency (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı)

DOMATES YETİŞTİRİLEN TOPRAKTA OCP SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ VE TOPRAKTAN DOMATESE OCP TAŞINIMININ VE SAĞLIK RİSKİNİN TAHMİNİ

ÖZET

Çevreye ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerinden dolayı Organoklorlu Pestisit (OCP)'ler son yıllarda dikkat çekmeye başlamıştır. OCP'lerin besin zincirine katıldığı ilk nokta olan sera yetiştiriciliğinde, seviyelerinin tespit edilmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada 24 plastik ve 24 cam kaplı seranın toprağında iki farklı mevsimde OCP seviyeleri ölçülmüş ve sera sahiplerine uygulanan anketten alınan veriler ile kirlilik seviyeleri ilişkilendirilmiştir.

Bütün seralarda ölçülen toplam OCP ($\Sigma_{17}OCP$) ortalama değeri 21,34 ng/g ve (3,31-181,10 ng/g) aralığında hesaplanmıştır. En yüksek ortalama konsantrasyonlar, pp-DDT konsantrasyonu 8,57 ng/g olarak; en düşük ortalama ise a-HCH 0,01 ng/g olarak ölçülmüştür. En yüksek OCP seviyesi 23 yıldır faaliyet gösteren serada olduğu ve en düşük OCP seviyesi ise bir yılın altında faaliyet gösteren serada olduğu belirlenmiştir. Ölçülen OCP'lerin toprak suyunda ve domatesteki konsantrasyonları sırasıyla, $6,99 \times 10^{-7}$ - 5,23 mg/kg-yaş ağırlık, $9,42 \times 10^{-11}$ - $5,93 \times 10^{-5}$ aralığında hesaplanmıştır. Sera toprağından domatese geçen OCP konsantrasyon değerleri kullanılarak Monte Carlo Simülasyonu ile beslenme yoluyla maruziyet sonucu oluşacak OCP için kanser riski $4,7 \times 10^{-8}$ - $1,5 \times 10^{-7}$ aralığında hesaplanmıştır.

Toplam OCP seviyeleri ile seralarda kullanılan ilaç miktarları, ilaç kullanım sıklıkları ve havalandırmanın OCP seviyesine direkt etkilediği görülmüştür. Bu sebeple, ilaç kullanım miktarları ve sıklıkları konusunda daha bilinçli bir kullanım için çiftçiye gerekli eğitimlerin verilmesi ve özellikle kış mevsiminde, sera içerisindeki havalandırma miktarının artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Domates, Organoklorlu Pestisit (OCP), Sağlık Riski, Sera Toprağı.

DETERMINATION OF OCP LEVELS IN SOIL OF TOMATO AND ESTIMATE TRANSPORT OF OCP FROM SOIL TO TOMATO AND THEIR HEALTH RISK

ABSTRACT

Organochlorine pesticides (OCP) have started to attract attention in recent years due to their negative effects on the environment and human health. It is extremely important to determine their levels in greenhouse cultivation, which is the first point where OCPs join the food chain. In this study, OCP levels were measured in the soil of 24 plastic and 24 glass covered greenhouses in two different seasons, and the pollution levels were correlated with the data obtained from the questionnaire applied to the greenhouse owners.

The mean value of total OCP ($\Sigma 17\text{OCP}$) measured in all greenhouses was calculated between 21.34 ng/g and (3.31-181.10 ng/g). The highest mean concentrations, pp-DDT concentration 8.57 ng/g; the lowest mean was measured as α -HCH 0.01 ng/g. The highest OCP level is in the greenhouse that has been operating for 23 years. The lowest is in the greenhouse less than 1 year old. OCPs were calculated as 6.99×10^{-7} (mg/kg-fresh weight) in soil water and 5.23 (mg/kg-fresh weight) in tomato. The cancer risk for OCP that will occur as a result of oral exposure was calculated in the range of $4.7 \times 10^{-8} - 1.5 \times 10^{-7}$ OCP concentration values transferred from the greenhouse soil to the tomato.

As a result of the comparison of the total OCP levels with the amount of pesticides used in the greenhouses, the frequency of pesticide use and ventilation, it was determined that the spraying and ventilation criteria had a direct effect on the total OCP level. For this reason, it is recommended to provide the necessary training to the farmer for a more conscious use of the amount and frequency of pesticide use and to increase the amount of ventilation in the greenhouse, especially in winter.

Keywords: Tomato, Organochlorine Pesticides (OCP), Health Risk, Greenhouse Soil.

GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ile birlikte oluşan üretim ihtiyacı, tarım alanlarını daha verimli hale kullanılmasını zaruri hale getirmiştir. Bunun sonucunda üretilen kimyasal maddelerin üretimi ve kullanımı, çevre kirliliğine ve besin zinciri yoluyla insan ve diğer canlı organizmalarda toksik etkilere sebep olmaktadır. Bu kirleticiler doğada uzun süre bozunmadan kalabilen, atmosferde uzun mesafelerde taşınabilen ve besin zinciri yoluyla canlı bünyesine de geçebilen kalıcı organik kirleticiler (KOK) olarak adlandırılır. KOK grubu kimyasalların önemli bir kısmını tarımsal faaliyetlerde kullanılan organoklorlu pestisitler (OCP) oluşturmaktadır. Fizikokimyasal özellikleri nedeniyle insan ve çevre sağlığı için oluşturduğu tehdit nedeniyle KOK'ların kullanımı 178 ülke tarafından Stockholm Sözleşmesi ile yasaklanmıştır (Acara vd., 2008).

Literatürde hatta Türkiyede zirai toprakta OCP seviyeleri ile ilgili çalışma mevcut olsa da bilginiz dâhilinde farklı tipte seraların değerlendirildiği, topraktaki kirlilikten dolayı oluşacak sağlık riskinin tahmin edildiği bir çalışma mevcut değildir. Bu durum çalışmanın özgünlüğünü arttırmaktadır ve bu verilerden hareketle;

- Örtü altı domates yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Antalya'nın Fettahlı bölgesindeki OCP kirliliğinin incelenmesi ve sera içindeki 17 farklı türdeki OCP konsantrasyonunun incelenmesi,
- Farklı dönemlerde 56 farklı seradan alınan toprak örneklerinin mekansal ve mevsimsel incelenmesi ve sera sahipleriyle oluşturulan anket verileriyle ilişkilendirilmesi,
- Domates yetiştiriciliği yapılan topraklardaki OCP seviyelerinin ülkemiz ve dünya literatürü ile kıyaslanması,
- Sera topraklarından alınan örneklerin OCP kirlilik düzeylerinin insan sağlığı üzerindeki oluşturabileceği potansiyel kanser riskin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Örtü Altı Domates Yetiştiriciliği

Domates dünyada en çok üretilen, tüketilen ve insan beslenmesinde en çok kullanılan meyve olmuştur. Gıda sanayinde dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu gibi birçok farklı son üründe kullanılmasından dolayı, önemli meyvelerin başında gelir. Gıda ve Tarım Organizasyonunun (GTO) 2017 verilerine göre dünyadaki yaş meyve sebze üretimi 1,1 milyar ton olurken bu üretim içinde domates 182 milyon ton yıllık üretim miktarına sahiptir. Bu da %16'lık bir payın domates üretimine ait olduğunu göstermektedir. 2017 yılında dünya domates üretimi üzerine yapılan bir araştırmada Çin yıllık 59,6 milyon ton üretimle birinci sırayı almaktayken, 20,7 milyon ton yıllık üretim ile Hindistan ikinci sırada ve 12,75 milyon ton üretim ile Türkiye üçüncü sırada gelmektedir (TEPGE, 2020a).

Türkiye'deki domates ekim alanlarında %11,1'lik bir paya sahip olan Antalya, domates üretiminde ise ülkemizdeki en büyük paya sahiptir (TEPGE, 2020a; Toker vd., 2016). Antalya ilinde yıllık domates üretimi 2410 bin ton olarak gerçekleşmektedir. Antalya ilini 1575 ton ile Bursa ve 975 bin ton ile Manisa takip etmektedir. Domates üreticiliği için en uygun iklim, Akdeniz iklimidir. Ülkemizdeki toplam domates üretiminin % 32'si (3.888.555 ton), örtü altında (sera ile) gerçekleşmektedir. Örtü altı domates üretiminin toplam alanı 280.805 hektar (ha) olarak belirtilmiştir (TEPGE, 2020). Türkiye Tohumcular Birliği'nin (TURKTOB) 2016 verilerine göre üretim verimini arttırmada ve iklimlendirmenin daha kolay bir hale getirilmesinde önemli rol oynayan örtü altı üretimin tercih edildiği belirtilmektedir. Ülkemizdeki sera örtü malzemesinin %19'u cam malzeme olarak kullanılırken, %81'lik kısmı ise plastik malzeme olarak kullanılmaktadır (Baltacı vd., 2018).

OCP'ler sentetik pestisitlerdir. 1980'li yıllara kadar çok yaygın kullanılmıştır (Lozowicka vd., 2016). Sonrasında insan sağlığına ve ekosisteme toksik zararlarından dolayı bazı türlerin üretimi USEPA (Çevre Koruma Ajansı) tarafından yasaklanmıştır

(URL-6). Günümüzde bazı ülkelerde sıtma hastalığına neden olan böceklerin kontrolü için kısıtlı olarak kullanılan kimyasallar mevcuttur (Turgut vd., 2013). Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan Stockholm Sözleşmesi ile zararlı etkileri bilinen kalıcı organik kirleticiler 125 ülkede yasaklanmıştır. 2001 yılında ülkemizin de dahil olmuştur (Acara vd., 2008). En yaygın kullanılan OCP'ler α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH, aldrin ve dieldrin, DDT, endosülfan, metoksiklor, heptaklor başlıcaları olarak sayılabilir.

Kirlilik; maddelerin hava, su, toprak gibi ortamlarda doğrudan veya dolaylı olarak insan sağlığına, ekosisteme veya canlı türlerine zarar vermesi veya müdahale etmesidir (Yadav vd., 2016). Her kirliliğin bir kaynağı vardır ve kirlilik sonucunda bir canlı organizma ya da ekosistem zarar görebilir.

1.2. Organoklorlu Pestisitler (OCP)

Artan dünya nüfusu ile birlikte gelişen tarım ve sanayi faaliyetleri sonucunda üretilen kimyasal maddeler çevre kirlenmelerine yol açmıştır. Bu kirleticiler içinde bozunmaya dirençli, atmosferde uzun mesafelere taşınabilen ve besin zinciri yoluyla insan ve diğer canlı organizmaların yaşamına etkisi olan kimyasallar kalıcı organik kirleticiler (KOK) olarak isimlendirilmiştir. Dünyada olduğu kadar ülkemizde de tarım ve endüstri sektörünün de birçok alanında yaygın olarak kullanılan KOK grubu içerisindeki OCP'ler tarım alanında ilaçlamalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır (Bozlaker vd., 2009). Yediğimiz meyve sebzelerin yetiştiği toprak ve bu meyvelerin beslenmesinde kullanılan su da OCP kirliliği için önem arz etmektedir. Havadaki OCP'ler soluma yoluyla insanın direkt olarak temasından dolayı insan sağlığı için büyük risk oluşturabilir. OCP'ler, hava ortamında olduğu gibi toprak ve sucul kaynaklarda da mevcuttur. Meyve sebzelerdeki böcek ve haşeratların uzaklaştırılmasında kullanılan organo klorlu pestisitler, havaya direkt olarak verilmeyip sulara yada toprağa karıştırılarak istenmeyen canlıların uzaklaştırılması amaçlanır. Bu durumda ise OCP'ler bitkileri bünyesine direkt veya bitki kökünden meyvesine alım ile geçerek bir tehdit oluşturabilir. Bu sebeple OCP'lerin ekosisteme, insan ve canlı sağlığına toksik etkileri söz konusu olabilir (Satoh ve Gupta, 2011). Bunun yanı sıra çevre, insan psikolojisi ve refahı açısından da önem arz etmektedir (Altikat ve Torun, 2009).

Pestisitler, bakteri, virüs ve herhangi haşereyi yok etmek için kullanılırlar. Bunlar uçucu böcekler olabileceği gibi toprakta yaşayan bakteri, solucan gibi canlılar da olabilir. Pestisitler kabaca tasvir edildiğinde bitkilerin yapraklarındaki, topraktaki ve havadan gelebilecek haşeratları, toprak solucanı, mantar, güve, bakteri ve birçok canlıyı etkisiz hale getirmek için kullanılırlar (Jayaraj vd., 2016).

Ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerine göre 2015 yılında 39026 kg, 2016 yılında 50054 kg, 2017 yılında 54098 kg, 2018 yılında ise 60020 kg pestisit kullanımı tespit edilmiştir. 2018 yılındaki verilere göre tarım ilacı kullanımının %38,4'ünü fungusitler, %24,6'sını herbisitler (yabancı ot öldürücüler), %22,6'sını insektisitler (böcek öldürücüler), %4,1'ini akarisitler (akar öldürücüler), %0,5'ini rodentisitler (kemirgen öldürücüler) ve %9,6'sını diğerleri (bitki aktivatörü, bitki gelişim düzenleyici, böcek cezbedici, fumigant, nematosit, kükürt, madeni yağlar) oluşturmaktadır (URL-3).

Pestisit türleri içerisinde olan organo klorlu pestisitlerin, aldrin, DDT, eldrin, metoksiklor, lindan (gamma-hexachlorocyclohexane (γ -HCH)), sülfan gibi bilindik bir çok türü bulunmaktadır. On altıncı yüzyıla kadar böcek ilacı olarak arsenik, tütün, nikotin özü gibi kimyasallar ve çeşitli otlar kullanılmıştır (Kavuklu, 2005). On dokuzuncu yüzyılda böcek ilacını, en çok üretimi yapan Çin kullanmıştır. Bir çok OCP türü arasında en yaygın kullanılan OCP, DDT'dir. İkinci Dünya Savaşı sırasında DDT'nin böcek öldürücü potansiyeli keşfedilmiştir. 1945'te İngiliz işçiler tarafından organoklorlu böcek ilacı kullanılmıştır (Kavuklu, 2005). Sonrasında genellikle tarımda kullanılan DDT'nin oral yolla alındığında mide bağırsak kanalından emilerek pek çok akut rahatsızlıkların yanı sıra kronik rahatsızlıklara da yol açtığı görülmüştür (Özyurt vd., 2016).

1.2.1. Pestisitlerin sınıflandırılması ve kimyasal özellikleri

Pestisitler, kullanım alanlarına ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılabilir. Kullanım alanlarına göre pestisitler şu şekilde sınıflandırılır:

- Algisitler: Göllerdeki, kanallardaki, yüzme havuzu ve su depolarında alg öldürücü olarak kullanılırlar.
- Antifouling ajanlar: Su altına yapışan organizmaları öldürür ve uzaklaştırır.

- Antimikrobiyaller: Mikroorganizmaları (bakteri ve virüs) uzaklaştırır.
- Cezbediciler: Zararlı böcekleri kemirgenleri tuzağa çekmek için kullanılır.
- Biyopestisitler: Hayvan, bitki, bakteri, mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında kullanılırlar.
- Dezenfektanlar: Hastalık üretenleri öldürür veya etkisiz hale getirir.
- Mantar öldürücüler
- Fumigantlar: Kapalı ortamda haşerelere karşı gaz salınımı yapılarak öldürmekte kullanılırlar.
- Herbisitler: Yabani bitki ve otların uzaklaştırılmasında kullanılır.
- Böcek öldürücüler: Böcekleri ve eklem bacaklıları uzaklaştırmak için kullanılırlar.
- Akarisitler: Kene uyuz gibi hastalıklara karşı kullanıldığı gibi tarımda da kullanılırlar.
- Mikrobiyal pestisitler: Zararlı mikrobik bakterileri öldüren veya engelleyen pestisitlerdir.
- Nematisitler: Solucan benzeri organizmaları uzaklaştırmak için kullanılırlar.
- Ovisitler: Böcek ve akarların yumurtalarını öldürür.
- Feromonlar: Böceklerin çiftleşme davranışı bozmak için kullanılırlar.
- Kovucular: Böcekler ve kuşların uzaklaştırılmasında kullanılırlar.
- Rodentisitler: Fare ve kemirgenleri uzaklaştırmak için kullanılırlar.
- Yaprak dökücüler: Yaprakların bitkiden düşmesini sağlayarak hasatı kolaylaştırmak için kullanılırlar.
- Kurutucular: İstenmeyen bitki üstü canlı dokularının kurutulmasında kullanılır (Acara vd., 2008; Kuruta ve Kilin, 2003).

Pestisitler kimyasal yapılarına göre inorganik ve organik pestisitler olarak sınıflandırılabilir. İnorganik pestisitler arasında: Arsenikli pestisitler, inorganik herbisitler, inorganik fungusitler. Organik pestisitlerden bazıları ise lindan, aldrin, endrin, endosulfan, DDT, HCH (Hekzaklorosikloheksan), metoksiklor yer almaktadır.

i. α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH: İnsektisit olarak kullanılmıştır. Ülkemizde α -HCH, β -HCH, δ -HCH 1978 yılında Bayındırlık Bakanlığı tarafından yasaklanmıştır. γ -HCH ise 1979 yılında yasaklanmıştır. $C_6H_6Cl_6$ genel formülüdür. Bitkilerin yapraklarında oluşan böceklere karşı kullanılmaktadır (URL-3). HCH'lar meyve ve sebze üretiminde böcek öldürücü olarak uzun yıllar tüm dünyada kullanılmıştır. 1972 Stockholm Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı ile bir çok ülkede yasaklanmış ve

üretimi de durdurulmuştur. Fakat günümüzde toprak analizlerinde hala mevcuttur (Acara vd., 2008; Wong vd, 2005). HCH'lar beyaz renkli ve katı bir kimyasal maddedir. Havaya sprey olarak sıkarak ilaçlamak oldukça tehlikelidir. Birbirinin izomeri olan α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH içerisinde en bilineni γ -HCH (Lindan)'dır. Kimyasal yapısından dolayı en zor ayrışanı ve en az bozunanıdır (Chen, 2005). γ -HCH (Lindan), meyve sebze mahsullerinde böcek ilacı olarak kullanılır. Lindan, kısa vadede burun ve boğazda tahriş gibi sağlık sorunlarını tetiklerken uzun vadede ise solunum sisteminde, karaciğerde ve bağışıklık sisteminde çeşitli rahatsızlıklara yol açabilir. Kimyasalın havaya püskürtülerek uygulanması yasaktır. Yasaklanmadan önce uyuz tedavisinde losyon ve krem olarak kullanılmıştır (URL-3).

ii. Aldrin ve Dieldrin: Aldrin ve Dieldrin insektisit olarak kullanılan ve sırasıyla $C_{12}H_8Cl_6$ ve $C_{12}H_8Cl_6O$ şeklinde formülize edilen OCP'lerdir. Doğada bulunmayan yapay üretilen kimyasallardır. Aldrin'in kimyasal formülünün açılımı 1,2,3,4,10 hekza kloro 4,4 α ,5,8,8 α hekza hidro 1,4 endo ekzo 5,8 dimetano naftalendir. Kısaltımı ise HHDN şeklindedir. Dieldrinin açık adı ise, 1,2,3,4,10,10 hekza kloro 6,7 epoksi 1,4,4 α ,5,6,7,8,8 α oktahidro 1,4 endo ekzo 5,8 dimetano naftalen ve kısaltması HEOD'dır. Bu iki OCP türü, termitleri yok etmek için kullanılır. Genellikle evlerde kullanılan ilaçlarda ve toprakta kalıntıları görülmektedir. Toprakta çekirgeleri, mısır kök solucanı ve bazı zararlı haşereleri öldürmek için kullanılır. Dieldrin 1971 yılında ülkemizde yasaklanmıştır (CAS No.60-57-1), Aldrin ise 1979 yılında yasaklanmıştır (CAS No.309-00-2)(Altikat ve Torun, 2009). Aldrin insanlar için toksiktir. LD50 (Lethal Doz) toksik maddenin öldürücü dozu olarak tanımlanır. Akut zehirlenmelerde maddenin LD50 deney sonucuna bakılır. LD50 deney sonucu ile toksik maddenin akut bulaşma riskindeki tehlikeler belirlenir. Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince, LD50 dozunun insanlar için 0.03 gr olduğu tahmin edilmektedir (ÇOB, 2010). Bitkiler ve hayvanlar tarafından aldrin, dieldrine parçalanabilir. En önemli dağılım mekanizması buharlaşma yoluyla havaya karışımıdır (Acara vd., 2008; URL-3; Gioia vd., 2005; Kıstaubayeva, 2015). Dieldrin, termitlerin kontrolünün yanısıra tekstil zararlılarını yok etmek için de kullanılmaktadır. Yarılanma ömrü beş yıldır ve 1971 yılında yasaklanmıştır (URL-3; Yıldırım, 2007).

iii. DDT(Dikloro Difenil Trikloroetan): İlk olarak 1874 yılında Zeidler adlı bir kimyager tarafından keşfedilmiş ve sonrasında insektisit olarak kullanılmıştır. 1972

yılında Birleşmiş Milletler Stockholm Konferansı ile yasaklanmıştır (Acara vd., 2008). DDT'ler 2. Dünya Savaşı'nda ordular tarafından sıtmaya karşı kullanılmıştır. 1943 yılında İtalya ve Almanya'da 400.000 kişide sıtma vakasına rastlanılmıştır. 1946 yılında ise sıtma vakası sıfırlanmıştır. Sıtma ile mücadelede DDT'den faydalanılmıştır (Jayaraj vd., 2016). Sonrasında tifüs, veba ve vücut bitine karşı da DDT kullanılmıştır. Ayrıca DDT bitkilerde böceklerin ve haşerelerin kontrolü için de kullanılmıştır. DDT hidrojen klorür kaybı ile DDE'ye dönüşür. DDE'ler anne sütünde de tespit edilmiştir (Çok vd., 2011). Toksikite deneylerinde 0.20 mg/l DDT solumak LC50 deneyleri için yüksek toksisite riskini ortaya koymuştur (Jayaraj vd., 2016; Megharaj vd., 2000). DDT'ye maruz kalan fare deneylerinde sinir hücrelerinin art arda tekrarlayan dürtüler oluşturmasına (titremelere) sebep olduğu görülmüştür (Özyurt vd 2016). Yağda kolayca çözünebilir olmasından dolayı canlı bünyesinde rahatça tutulabilir. Açlık döneminde yağ parçalayan dokularla beraber DDT parçalanarak karaciğere ve sinir sistemine nüfus eder (Özyurt vd., 2016). Japon bildirecimi üzerinde yapılan toksisite deneyine göre kuşlarda doğurganlığın azaldığı ve yumurtalarından daha az yavru çıktığı görülmüştür (URL-6). Fare deneylerinde karaciğer tümörleri ve nöronlarda zarar, somonlarda davranışsal gelişime olumsuz etki, sürüngenlerde depresyon ve kusma gibi biyokimyasal etkiler gözlenmiştir (Jayaraj vd., 2016). Tarım uygulamalarında 10-15 yıl sonra toprakta %50 den fazlasının kaldığı tespit edilmiştir (URL-5). Ülkemizde kullanımı 1974 yılında yasaklanmıştır (Kıstaubayeva, 2015).

iv. Endrin, Endrin Aldehit: Suda çözünürlüğü düşük,kuşları veuçucu böcekleri uzaklaştırmak amacıyla pestisit olarak kullanılan bir kimyasaldır. Pamuk yada tahıl bitkilerinin yapraklarına püskürtüldüğü gibi fare gibi kemirgenlere karşı da kullanılır. Ülkemizde endrin kullanımı ve ihracatı 1979 yılında yasaklanmıştır (URL-3). Endrinin 230°C sıcaklıkta parçalanması ile endrin aldehit oluşur. (URL-3; Kıstaubayeva, 2015).

v. a, b- Endosülfan, Endosülfan Sülfat: Kimyasal formülü $C_9H_6Cl_6O_3S$ şeklindedir. İnsan üzerine de toksik etkileri olan, irsi fiziksel bozukluklara sebep olduğu tespit edilen bir pestisittir. Hava, su ve toprak ile taşınabilmektedir. Böcek ilacı olarak kullanılır ve tahıl, meyve ve sera üretimlerinde kullanılmaktadır. Yapılan fare deneylerinde ise yeni doğan farelerde genetik bozukluğa, hormonal ve bağışıklık sisteminde olumsuz etkilere yol açtığı görülmüştür (URL-3; Jayaraj vd., 2016).

Endosülfan kullanımı ve ithalatı ülkemizde 2011 yılında yasaklanmıştır (URL-2; Tiryaki, 2016).

vi. Heptaklor, Heptaklor epoksit: Kolay yanmayan ve çözünürlüğü çok düşük olan beyaz renkli, toz halinde bir kimyasaldır. Bakteriler ile parçalanan heptaklor, heptaklor epoksit haline dönüşür. Toprakta yaşayan termitlerin yok edilmesinde, sıtma taşıyan sivrisineklerle mücadelede, çekirgelere karşı kullanılmaktadır (CAS No.72-20-8). Ülkemizde heptaklor kullanımı ve ithalatı 1979 yılında yasaklanmıştır (URL-2).

vii. Metoksiklor (MXC): Kimyasal formülü $C_{16}H_{15}Cl_3O_2$ şeklindedir. Yaygın kullanılan organo klorlu pestisitlerin başında gelen metoksiklor (MXC), yapılan fare deneylerinde MXC maruziyetinde böbrek ve karaciğer dokularında stres meydana getirmiştir (URL-5). Meyve ve sebzelerin yapraklarındaki ve köklerindeki böceklenmeyi engellemek için böcek öldürücü olarak (pire, sivrisinek, hamamböceği gibi böceklere karşı) kullanılmaktadır. Çok düşük dozlarda bile insan bünyesine zararlıdır. Toksikolojik deneylerde metoksiklorun üreme sistemine ve nörolojik sisteme olumsuz etkileri gözlemlenmiştir (Emir, 2015; Jayaraj vd., 2016). DDT'nin yasaklanmasından sonra DDT yerine MXC kullanılmıştır. Fakat zararları izlendiğinde 1989 yılında ülkemizde yasaklanmıştır (URL-3).

OCP'lerin topraktaki miktarı, tarımsal alanda üretimin artışı ile birlikte artan kimyasal madde tüketimiyle doğru orantılı bir şekilde artmıştır. OCP'ler topraktaki istenmeyen haşerelerin, meyve ve sebze yapraklarındaki kurtçukların ve birçok istenmeyen böceğin öldürülmesinde kullanılan kimyasalların içeriğinde kullanılmıştır. Toz olarak üretilip su ile karıştırılarak toprağa sulama yolu ile enjekte edildiği gibi, spreyleyler ile püskürtme yolu ile de bitkilerin yapraklarına enjekte edilebilmektedirler. Pestisitler, uzun yıllar boyunca parazit ve böceklerle savaşmak için kullanılmıştır (Odabaşı vd., 2008). Organo klorlu pestisitlerin kimyasal özelliklerine ait bilgiler Tablo 1.1'de verilmiştir (Kıstaubayeva, 2015) .

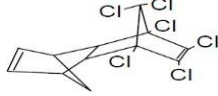
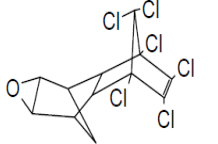
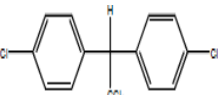
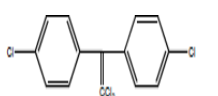
Fizikokimyasal özellikleri nedeniyle insan sağlığı ile topraktaki birçok bakteriye ve çevre sağlığına tehdit oluşturan KOK'ların kullanımı 23.05.2001 tarihinde 125 ülke tarafından imzalanan Stockholm Sözleşmesi ile yasaklanmıştır (Acara vd., 2008).

1.3. Sağlık Etkileri ve Sağlık Riski Tahmini

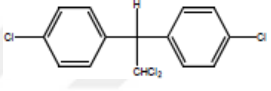
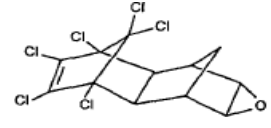
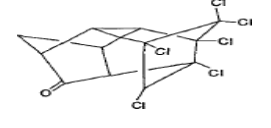
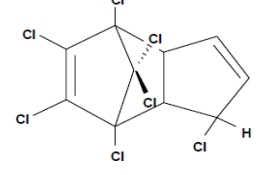
OCP'ler solunum yoluyla insan bünyesine girebildiği gibi topraktan bitkiye geçerek ya da doğrudan bitkiye püskürtülerek bitki bünyesine alınmakta ve insan vücuduna geçiş yapabilmektedirler (Altikat ve Torun 2009). OCP maruziyetinin insanların merkezi sinir sistemini etkileyebildiği saptanmış ve 1980'li yıllarda da çoğu ülke ile birlikte ülkemizde de riskleri kesin olarak belirlenen bazı OCP'lerin kullanımı, ithalatı Gıda ve Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na yasaklanmıştır (Akça vd., 2016; Ergonen vd., 2005). DDT, endrin, aldrin gibi vücutta uzun süre kalıcı olabilen kirleticilerin düşük dozda maruz kalınması bile uzun yıllar yağ dokuda birikebilmelerinden dolayı deride; egzama, dermatit, böbreklerde nokturi, salgı fraksiyonunda azalma; kalp ve akciğerlerde kronik miyokard toksisitesi, kronik koroner yetmezlik, hipertoni, akciğer anfizem gibi birçok rahatsızlığa sebep oldukları görülmüştür (Altikat ve Torun, 2009).

DDT, Heptaklor, HCH, Endrin gibi OCP'lerin kullanımı ülkemizde 1972 yılında kısıtlanmış, 1987 yılında ise yasaklanmış olsa da yapılan araştırma ile hala anne sütünde ve insan dokusunda OCP kirliliği olduğu tespit edilmiştir (Çok vd., 2011). Toprakta yapılan OCP çalışmalarında bu kimyasalların yararından çok zararı olduğu ve topraktaki alg, mikroorganizmaya olumsuz etkileri ile başlayıp insan sağlığına doğrudan (solunum) ve dolaylı olarak (meyve sebzeler yoluyla) olumsuz etkileri gözlemlenmiştir. OCP'lerin canlılar üzerinde yapılan deneylerde sinir sistemine, bağışıklık sisteminde bozukluklara, davranış bozukluklarına, genetik değişiklikler gibi ciddi kalıtsal problemlere neden olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda toprak üzerinde yaşayan bakterilerin, fungusitlerin ve birçok yararlı mikroorganizmanın da zarar gördüğü tespit edilmiştir (Megharaj vd., 2000). Ancak, yasaklı OCP'ler kalıcı özelliklerinden ve/veya yasa dışı kullanımlarından dolayı hala zirai topraklarda yüksek seviyelerde tespit edilmektedir (Bozlaker vd., 2009). Tablo 1.2'de Türkiye'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan 'Toprak Kirliliğinin Kontrolü Ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik Ek1'de belirtilen OCP'lerin topraktaki sınır değerleri belirlenmiştir (URL-2).

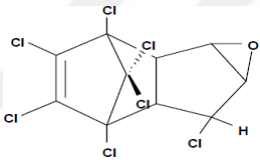
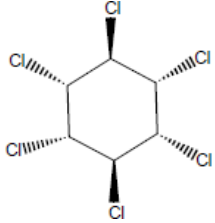
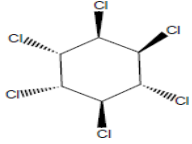
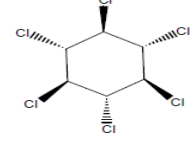
Tablo 1.1. OCP bileşiklerinin kimyasal özellikleri

Bileşikler	Formülü	Molekül Ağırlığı	Kimyasal Yapısı	Kaynama Noktası	Erime Noktası	Buhar Basıncı	Henry Sabiti	Log Kow	Log Koc
Aldrin	$C_{12}H_8Cl_6$	364,91		145° C	104–105.5°C; 49–60°C	$7,5 \times 10^{-5}$ mmHg 20° C'den	$4,9 \times 10^{-5}$ atm- m ³ /mol	6,50	7,67
Dieldrin	$C_{12}H_8Cl_6O$	380,91		385° C	176-177°C; 95° C	$3,1 \times 10^{-6}$ mmHg 20° C'den	$5,2 \times 10^{-6}$ atm- m ³ /mol	6,62	6,67
p,p'-DDT	$C_{14}H_9Cl_5$	354,49		260° C (parçalanır)	109° C	$1,60 \times 10^{-7}$ mmHg 20° C'den	$8,3 \times 10^{-6}$ atm- m ³ /mol	6,91	5,18
p,p'-DDE	$C_{14}H_8Cl_4$	318,03		336° C	89° C	$6,0 \times 10^{-6}$ mmHg 25° C'den	$2,1 \times 10^{-5}$ atm- m ³ /mol	6,51	4,70

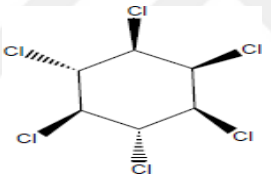
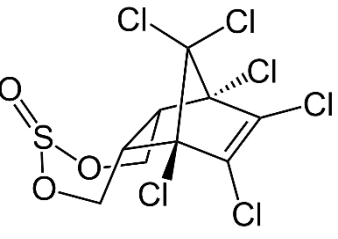
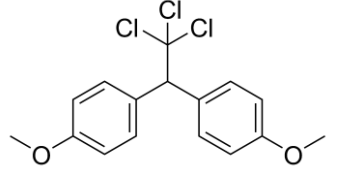
Tablo 1.1. (Devam) OCP bileşiklerinin kimyasal özellikleri

p,p'-DDD	C ₁₄ H ₁₀ Cl ₄	320,05		350° C	109 – 110° C	1,35x10 ⁻⁶ mmHg 25° C'den	4x10 ⁻⁶ atm- m ³ /mol	6,02	5,18
Endrin	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O	380,9		245° C (parçalanır)	235 °C	2,0x10 ⁻⁷ mmHg 25° C'den	4,0x10 ⁻⁷ atm- m ³ /mol	5,6	4,532
Endrin Aldehit	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O	380,9		-	-	2,0x10 ⁻⁷ mmHg 25° C'den	2x10 ⁻⁹ atm- m ³ /mol	4,7	4,80
Heptaklor	C ₁₀ H ₅ Cl ₇	373,32		145° C	95-96° C (saf); 46-74° C	3x10 ⁻⁴ mmHg 20° C'den	2,94x10 ⁻⁴ atm-m ³ /mol	6,10	4,34

Tablo 1.1. (Devam) OCP bileşiklerinin kimyasal özellikleri

Heptaklor epoksit	$C_{10}H_5Cl_7O$	389,40		-	160-161,5°C	$1,95 \times 10^{-5}$ mmHg 30° C'den	$3,2 \times 10^{-5}$ atm- m ³ /mol	5,40	3,34-4,37
γ -HCH	$C_6H_6Cl_6$	290,83		760 mmHg'dan 323,4° C	112,5° C	$4,2 \times 10^{-5}$ mmHg 20° C'den	$3,5 \times 10^{-6}$	3,72	3-3,57
α -HCH	$C_6H_6Cl_6$	290,83		760 mmHg'dan 288° C	159-160° C	$4,5 \times 10^{-5}$ mmHg 25° C'den	$6,86 \times 10^{-6}$	3,8	3,57
β -HCH	$C_6H_6Cl_6$	290,83		0,5 mmHg'dan 60° C	314-315° C	$3,6 \times 10^{-7}$ mmHg 20° C'den	45	3,78	3,57

Tablo 1.1. (Devam) OCP bileşiklerinin kimyasal özellikleri

δ -HCH	$C_6H_6Cl_6$	290,83		0.36 mmHg'dan 60° C	141-142° C	$3,5 \times 10^{-5}$ mmHg 25° C'den	$2,1 \times 10^{-7}$	4,14	3,8
Endosülfan	$C_9H_6Cl_6O_3S$	406,93		106°C	70 - 100 °C	0,00001 mmHG 25° C'den	$6,5 \times 10^5$	3,83	3,62
Metoksiklor	$C_{16}H_{15}Cl_3O_2$	345,6		346 °C	87 °C	$4,2 \times 10^{-5}$ mm Hg (25 °C)	4,91	5,08	

OCP miktarı ve topraktaki oranları, dünya literatürü incelendiğinde de tarımsal alanda kullanılan kimyasallarla ilişkili olduğu, iklim ve bölgelere göre de farklılık gösterdiği anlaşılmıştır (Gioia vd., 2005). Tablo 1.2’de Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelikteki sınır değerler belirtilmiştir.

Tablo 1.2. Yönetmelikçe belirlenen OCP sınır değerleri

	Bileşikler	CAS No	Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim (mg/kg fırın kuru toprak)
1	Aldrin	309-00-2	0,03
2	DDD	72-54-8	2
3	DDE	72-55-9	1
4	DDT	50-29-3	2
5	Dieldrin	60-57-1	0,03
6	Endosülfan	115-29-7	367
7	Endrin	72-20-8	18
8	α -HCH (α -BHC)	319-84-6	0,08
9	β -HCH (β -BHC)	319-85-7	0,3
10	γ -HCH (Lindan)	58-89-9	0,5
11	Heptaklor	76-44-8	0,1
12	Heptaklorepoksit	1024-57-3	0,05
13	Metoksiklor	72-43-5	306

1.4. Literatürde OCP Seviyelerinin Ölçülmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de sera’da veya zirai alanda yapılan OCP çalışmaları incelendiğinde toprak çalışmalarında, hava çalışmalarında, insan bünyesinde ve anne sütünde OCP kalıntılarına rastlanılmıştır. OCP’ler, tarımsal ürünlerde, zararlı ot ve böceklerden kurtulmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Akça vd 2016; Bozlaker vd 2009; Çok vd 2011; Gedik vd. 2016; Karadeniz vd 2015; Odabaşı vd. 2008; Özyurt vd 2016; Sanlı vd 2021; Sofuoğlu vd. 2001). Türkiye’de böcek öldürücüler, herbisitler, mantar öldürücüler, akarisitler dâhil, yağlar, nematisitler, rodentisitler ve yumuşakça öldürücülerin kullanımı 1979 ile 2006 yılları arasında 3 kat artmıştır (Akça vd., 2016). Ancak serada uygulanan pestisitlerin klasik tarıma göre hava yoluyla seyrelme imkânının az olmasından dolayı iç ortam miktarlarının ve dolayısıyla maruziyetin daha fazla olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Qu vd., 2015; Zhang vd., 2015).

OCP'lerin atmosferik etkenler ile taşınımı olduğu gibi, toprakta da uzun yıllar bozunmadan kalabilmektedir. Pestisitlerin açık alanda kullanılması ile bir kısmı veya tamamı buharlaşma, rüzgâr, su veya toprak yoluyla farklı bölgelere taşınabilir. (Bozlaker vd., 2009). OCP'lerin farklı matrislerde ölçülmesi ile ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

1.4.1. Atmosferde yapılan çalışmalar

OCP'ler atmosferde gaz fazında veya partikül madde (PM)'ye adsorblanmış olarak bulunurlar. Boyutuna göre, sıcaklık ve atmosferik olaylara bağlı olarak taşınabilirler (Wong vd., 2009). PM'ler atmosferden toprağa ve suya çökme yoluyla (ıslak veya kuru çökme) çöktürülür. Pestisitlerin havada kolayca dağıldığı bilinmektedir ve düşük dozlarda maruziyetin insan ve canlılar için çok toksik olabileceği bilinmektedir (URL-3). Buharlaşmanın yanı sıra püskürtme sıvılar ile dağılabilir. İzmir'de, OCP bileşiklerinin havadaki atmosferik ölçümleri sonucunda PM (partikül madde) konsantrasyonlarının dış ortam sıcaklığı ile olan ilişkisi incelenmiş ve sıcaklık arttıkça buharlaşmanın ve OCP konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiştir (Odabaşı vd., 2008). Dünya literatürü incelendiğinde OCP'lerin havada taşınarak farklı ortamlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Choi vd., 2008; URL-5). Mudanya'da yapılan araştırmada ilaçlama yapılan bölgeden 25 km uzağında OCP'ler tespit edilmiştir (Cindoruk, 2011).

1.4.2. Toprakta yapılan çalışmalar

Toprak ve havadaki OCP miktarları kıyaslandığında, topraktaki OCP konsantrasyonlarının daha fazla olduğuna dair literatür bilgileri mevcuttur (Çok vd., 2011; Gioia vd., 2005; Yu vd., 2013). OCP'lerin daha çok bitkilerin kök ve yapraklarındaki böcekleri öldürücü etkilerinden dolayı sulama yolu ile veya bitki yapraklarına püskürtme yolu ile uygulanması, toprakta büyük miktarda bulunmasının başlıca sebeplerindendir (Qu vd., 2015). Kimyasal ilaç kullanımında seraların kapalı ortam olmasından dolayı kullanılan kimyasallar daha yoğun olarak ortamda birikmektedir (Ergonen vd., 2005). Seracılık ile meyve sebze yetiştiriciliği tüm dünyada yapılırsa da Çin'de diğer ülkelere göre daha fazla seracılık faaliyetleri görülmektedir (Cantu-Soto vd., 2021). Tarımsal alanda dünya lideri olan Çin, literatür çalışmaları incelendiğinde de en çok araştırma yapılan ülkedir. Çin'deki literatür incelendiğinde tarımsal faaliyetler sürdürülen topraklardan alınan numunelerde de

OCP'lere rastlanılmıştır. (Feng vd., 2003; Qu vd., 2015). Çin'de yapılan araştırmada, fındık yetiştiriciliği yapılan toprakta Han ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada HCH ve DDT kirleticilerine rastlanılmıştır (Han vd., 2017). Wang ve arkadaşları Çin'in Tianjin eyaletinde tarım toprağındaki araştırmalarında HCH ve DDT kirleticilerinin hala toprakta var olduğunu tespit etmişlerdir. 1980'li yıllarda Çin'de yasaklanan HCH ve DDT gibi pestisitler, toprakta hala mevcut olduğu görülmüştür (Wang vd., 2006). Amerika'ya tarımsal alanda ihracatı ile bilinen Arjantin'de, meyve sebze yetiştirilen topraktan yapılan analizde Cantu-Soto ve arkadaşları yüksek miktarlarda DDT'ye rastlamıştır (Cantu-Soto vd., 2011). Asya ülkelerinden Güney Kore'nin Chonju kentinde yapılan araştırmada HCH, heptaklor epoksit ve aldrine rastlanılmıştır (Kim vd 2001). Polonya'da Vistula nehrinden gelen sulama suyu ile tarım yapılan topraklardan alınan numunelerde düşük miktarda DDT ve HCH pestisitleri tespit edilmiştir (Maliszewska-Kordybach vd., 2013). Ülkemizde İzmir'de yapılan çalışmalarda düşük miktarda da olsa HCH, endosülfan ve DDT kirleticilerine rastlanıldığı görülmüştür (Bozlaker vd., 2009). Antalya'nın Kumluca beldesindeki 4 farklı tarım toprağından alınan numunelerde metoksiklor, DDE ve DDD'nin yanı sıra, az miktarda endrin ve endosülfan kalıntısına rastlanılmıştır (Gedik vd., 2016).

Dünya'nın farklı yerlerindeki ve ülkemizdeki, farklı şehirlerde tarımsal alanlardaki ölçümler incelendiğinde 1980'lerde neredeyse tüm dünyada yasaklanan bazı OCP'lerin, hala tarım toprağında yapılan analizlerde tespit edildiği görülmektedir.

Arjantin/Mar Del Plata kentinde yapılan çalışmada 25 yıldır tarımsal faaliyet gerçekleştiren topraktan kompozit numuneler, zeminin hemen üstünden (0-15cm) alınmış ve farklı OCP kirleticileri incelenmiştir. Arjantin'de DDT ve bir çok OCP türü 1990 yılında yasaklanmıştır. OCP'lerin yasaklanmasından hemen öncesinde çok yüksek miktarlarda DDT kullandığı araştırma sonucu ile de desteklenmektedir. Arjantin'in Mar Del Plata kentinde tarımsal alanda yapılan analizlerde DDT miktarının 472,50 ng/g olarak tespit edilmiştir (Karina vd., 2003). Doğada hızlı bozunmayan DDT'nin yüksek miktarları tespit edilmesi, yasaklamalardan hemen önce çok yüksek miktarda kullanımı da açıklar niteliktedir. Bitki yapraklarındaki böcekler için kullanılan HCH türevleri, toprak solucanlarına karşın dieldrin gibi pestisitlerin kullanıldığı da tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yüksek miktarda DDT

belirlenmiştir. DDE- DDT miktarının Arjantin’de hala çok yüksek miktarlarda (DDT: 472,50 ng/g) mevcut olduğunu göstermektedir (Karina vd., 2003; Wong vd., 2009).

Meksika’nın Sonora kentinde yapılan araştırma 234 tarım toprağı ve kentsel toprak numunesi ile gerçekleştirilmiştir. Sonora bölgesi 567,796 hektar tarımsal toprağı sahiptir ve bu bölgede patates, buğday, domates üretimi yapmaktadır. Yıllık 3 milyon ton üzerinde üretim ile bölgenin önemli tarım arazilerinden biridir. Meksika kanunlarına göre Lindan ve Endosülfan yasal olarak hala serbesttir. Diğer OCP’ler kanunen 1999 yılında yasaklanmıştır. 30 adet tarım arazisi incelenmiş ve toplam OCP miktarları araştırılmıştır. Yapılan araştırmada b-HCH, aldrin, metoksiklor, pp-DDE, dd-DDD, pp- DDT incelenmiştir. Bu kirleticilerin ortalama toplam OCP miktarı 39,10 ng/g olarak tespit edilmiştir. Kirleticilerin 25,50 ng/g miktarının DDT türeviden geldiğı görülmüştür (Cantu-Soto vd., 2011).

Güney Kore’de DDT, heptaklor, aldrin, dieldrin, endrin 1946-1980 yılları arasında çokça kullanılmış ve 1980 yılında yasaklanmıştır. Güney Kore’nin Chonju Eyaletinde pirinç ve sebze yetiştirilen topraklardan 10 farklı toprak numunesi analiz edilmiş 10 farklı pestisit türü incelenmiş ve toplam OCP miktarı ortalama 40,56ng/g olarak tespit edilmiştir (Kim vd., 2001). En yüksek parametre olarak 38,20 ng/g heptaklor epoksit tespit edilmiştir. Güney Kore’de 1980’lerde yasaklanmış olan heptaklor kirleticisinin toprakta hala mevcut olduğu, yasaklanmadan önce bu kirleticinin yoğun olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Çin, dünyanın en büyük pestisit üreticileri arasındadır ve ülke ekonomisinde tarımın önemli bir payı bulunmaktadır. Bu sebeple dünyada en çok pestisit kullanan ülkelerin başında gelmektedir. Stockholm Sözleşmesi’ne imza atan 50 ülkeden biri olarak Çin’de de aldrin, DDT, klordan, dieldrin, endrin, heptaklor gibi OCP’ler yasaklanmıştır. Yalnız ülkede yasaklansa da DDT, HCB, klordan ve mirex üretimi için özel muafiyet talep edilmiş ve ihracatına devam etmiştir. Sıtma gibi hastalıklara karşı bazı ülkelere ihracatı devam etmektedir (Wong vd., 2005). Çin’in Tianjin eyaletinde 2 farklı pirinç tarlasında, petrol toprağında, sebze tarlasında ve ekilmemiş arazide olmak üzere 5 farklı örnek alınarak zeminin 0-15 cm üzerindeki OCP miktarları araştırılmıştır. Deney sonuçlarında en yüksek değerin sebze üretimi yapılan tarlada olduğu tespit edilmiştir. Sebze toprağında DDT ve HCH miktarları araştırılmıştır ve

böcek öldürülerin kullanıldığı belirtilmiştir. Çin'in Tianjin eyaleti verilerine göre toplam HCH miktarı 19,5 ng/g olarak tespit edilmiştir. pp' DDT ve pp' DDD toplamı ise 24,9 ng/g olarak tespit edilmiştir. Toplam 44,40 ng/g toplam OCP miktarı tespit edilmiştir (Wang vd., 2006).

Çin'in Fujang eyaletinde 20 cm derinlikten 38 fındık toprağı numunesi toplanarak yapılan analizde HCH, endosülfan, aldrin ve dieldrin parametreleri analiz edilmiştir. Bölgedeki fındık yetiştiricileri 20 yıldan uzun süredir bu bölgede tarımsal faaliyetlerine devam ettikleri belirtilmiştir. Analiz sonucunda toplam HCH miktarı 39,3 ng/g olarak, toplam endosülfan miktarı 21,4 ng/g, toplam DDT miktarı 55,4 ng/g olarak ve toplam 11 parametre incelenmiş, toplam OCP miktarı 125,2 ng/g olarak tespit edilmiştir (Han vd., 2017).

Çin'in Şangay eyaletinde pirinç, fasulye ve pamuk toprağından 36 tarım toprağı (0-15 cm) alınarak analiz edilmiştir. Bölgedeki çiftçilerin 30 yılı aşkın süredir tarımsal faaliyetlerini sürdürdükleri belirtilmiştir. Analiz ile 13 parametre incelenmiş ve toplam OCP miktarı 27,28 ng/g olarak tespit edilmiştir. En yüksek parametre pp'DDE 16,14 ng/g olarak ölçülmüştür.

Polonya'nın Warsaw kentinde Vistula Nehri etrafındaki sanayiye maruz kalmayan ve fidancılık yapılan bölgeye ait numuneler toprak yüzeyinden alınarak (0-30 cm) örnekleme yapılmıştır. 30 toprak numunesinde pp'DDE, pp'DDD, pp'DDT ve a- HCH, b- HCH, g- HCH parametreleri incelenmiştir. Toplam ortalama HCH miktarı 1,13 ng/g tespit edilirken, Toplam ortalama DDT miktarı 85,53 ng/g olarak tespit edilmiştir. Alınan 30 örnekte toplam ortalama OCP miktarı 86,66 ng/g olarak tespit edilmiştir.

1.5. Tezin Amacı ve Özgünlüğü

Tez çalışmasında dünyada en çok üretimi olan domatesin farklı sera tiplerinde yetiştirildiğı toprakta OCP seviyelerinin belirlenmesi, sera özellikleri ve ölçülen OCP kirleticileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi ve taşınım modeli ile topraktaki kirliliğinin domatesteki OCP seviyesine olan katkısının hesaplanması amaçlanmıştır. Ayrıca domatesin tüketilmesi sonucunda topraktan kaynaklı oluşacak maruziyetin tahmin edilmesi de tezin diğeri bir amacıdır.

OCP'lerin domates yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılması ve kalıcı özelliklerinden dolayı ortamda uzun süre kalmaları ve sebep olduğu ciddi sağlık risklerinden dolayı bu konulara olan ilginin artmasına sebep olmuştur. Yetişkinlerdeki OCP maruziyet yollarından en önemlisi besin yoluyla bu kirleticilerin alınmasıdır. Bu bakımdan maruziyeti tahmin edebilmek için OCP'lerin besin zincirine katıldığı ilk nokta olan sera yetiştiriciliğindeki seviyelerinin tespit edilmesi son derece önemlidir. Çünkü bitkilerin yetiştirildiği sera toprağında gerçekleştirilecek ölçümler OCP'lere olan maruziyet tahminleri için faydalı bilgiler sağlayacaktır.

Burada özgünlük açısından vurgulanması gereken en önemli nokta tez çalışması çerçevesinde 17 adet OCP kirleticisinin farklı özelliklere sahip seralarda (pestisit, gübre kullanım sıklığı, örtü malzeme cinsi gibi) ve iki farklı mevsimde ölçümünün yapılmasıdır. Kıyaslama yapabilmek için örtü malzemesi cam ve ya plastik olan seralardan da numune toplanmıştır. Bunun yanında farklı meteorolojik koşulların OCP'lerin topraktaki konsantrasyonlarına olan etkilerinin irdelenmesi de ayrıca çalışmanın özgünlüğünü arttırmaktadır.

2. MALZEME VE YÖNTEMLER

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak domatesin en çok yetiştirildiği yer olan Antalya ili'nde domates yetiştiriciliği yapan seralar seçilmiştir. Sera seçiminde dikkat edilen hususlarda bahsedildiği gibi sera seçimleri tek bir bölgeden olmasına dikkat edilmiş ve bu sebeple Fethiye bölgesinde hem cam hem plastik kaplı seralar olduğu için örnekleme için bu bölgeye karar verilmiştir. Bölgedeki sera sahipleri ile görüşülmüş, ön arazi çalışması yapılmış ve çalışma hakkında sera sahipleri bilgilendirilmiştir. Sera sahiplerinden gerekli yasal izinler ve belgeler alındıktan sonra arazi çalışmaları planlanmıştır. Çalışma alanına ait fotoğraflar Şekil 2.1'de gösterilmektedir (URL-1).

Sera seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmiştir:

- Proje kapsamındaki bütün seraların domates yetiştiricilik faaliyeti gerçekleştirmesi ve yılda 2 kez mahsul almaları önemli kriter olmuştur. Bu sayede farklı ürün yetiştiriciliğinden doğabilecek farklı gübre ve pestisit kullanımının önüne geçilmek amaçlanmıştır.
- Örnekleme dönemleri için yaz ve kış dönemini temsil edecek zamanlar seçilmiştir. Örnekleme ürün dikiminden sonra, hasattan önce gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir. Bu sayede bitkinin maruz kalabileceği OCP seviyesi hesaplanması amaçlanmıştır.
- Seralar mümkün olduğunda aynı bölgeden seçilerek, mevsimsel, yağışsal ve meteorolojik olarak eşdeğerlik sağlanmak istenmiştir. Aynı zamanda bölgedeki sulama sularından gelebilecek herhangi bir kirlilik olasılığında da birbirleriyle eşdeğer verileri olması sağlanmıştır. Bu veriler ışığında, yaz örnekleri 19.09.2017-26.09.2017 tarihleri arasında, kış örnekleri ise 15.02.2018-16.02.2018 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.1. Antalya-Fetahlı'daki seraların görünümü (renkli alanlar)

Şekil 2.1’de 4 farklı harita ile a,b,c,d olmak üzere sırasıyla dünya üzerindeki Türkiye; Türkiye’de Antalya; Antalya’daki örnekleme bölgesi ve örnekleme yapılan seralar gösterilmiştir.

Bu sebeple makalede toplam 48 sera toprağından yaz ve kış mevsimlerinde toplam 96 örnek için OCP seviyeleri tartışılmıştır. Ayrıca sera yaşı, havalandırma şekli ve sıklığı, kullanılan ilaç ve gübre sıklık ve miktarları bilgilerini öğrenmek için sera sahiplerine anket yapılmıştır.

2.2. Numune Alma

Toprak numuneleri literatürdeki diğer araştırmalar da göz önünde bulundurularak, kürek derinliği olarak kabul edilen 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Her örnek için toprak numunesi alınırken 5 farklı noktadan alınan toprak örnekleri karıştırılıp kompozit numune elde edilmiştir. Numune alınırken kullanılan malzemeler örnekleme öncesi izooktan solvent ile temizlenmiştir (Bozlaker vd., 2009; Kim vd., 2001; Şanlı ve Taşdemir, 2020). Kompozit numuneler alüminyum folyo ile sarılmış önceden temizlenmiş bir cam kavanoza yerleştirilerek laboratuvara getirilmiştir. Numune alınan toprakta yapılan çalışma Şekil 2.2’de gösterilmektedir.

Çalışma kapsamında toplam 56 adet seradan örnekler toplanmış fakat daha sonra 8 örneğin 3 tanesi ekstraksiyon sırasında uçmuş, 2 tanesi analiz sırasında ölçümü yapılamamış ve 3 tanesi kalite kontrol çalışması sonrasında data setinden çıkarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca sera yaşı, havalandırma şekli ve sıklığı, kullanılan ilaç ve gübre sıklık ve miktarları bilgilerini öğrenmek için sera sahipleri ile anket yapılmıştır. Bu anket bilgilerinden sera türü ve koordinatları Ek-A’da, sera özelliklerine ait olanlar Ek-B’de, seralarda kullanılan kimyasallara ait bilgiler Ek-C’de verilmiştir.

Literatür çalışmalarına bakıldığında tek bir boyutta belirlenmemiş olsa da OCP kirleticilerinin tayini çalışmalarında farklı gözenek boyutuna sahip elekler kullanıldığı görülmektedir (Akça vd 2016; Gedik vd. 2016; Han vd 2017; Kim vd 2001). Bu çalışmada toplanan toprak örnekleri 280 um boyutunda paslanmaz çelik elekler kullanılarak elenmiştir.



Şekil 2.2. Araziden alınan kompozit numune çalışmalarına ait fotoğraflar

2.3. Meteorolojik Veriler

Örnekleme dönemi olan Eylül 2017 ve Şubat 2018 tarihlerindeki ortalama meteoroloji verileri Tablo 2.1’de gösterilmiştir (Yeşildağlı, 2019). Tablo verilerine bakıldığında bulutluluk oranı verilerinde büyük farklılıkları olduğu görülmektedir. Yaz ve kış sıcaklık farklılıkları da tabloda gösterilmiştir. Domates için en verimli sıcaklık sıcaklığın 20-24 °C arasında olduğu bilinmektedir (TEPGE., 2020). Yaz aylarında kapalı seranın daha sıcak olmasından dolayı havalandırma ile soğutma sağlandığı ve kış aylarında ise soba ile ısıtma sağlandığı gözlemlenmiştir.

Tablo 2.1. Örnekleme yapılan dönemlerde meteorolojik veriler

Örnekleme Dönemi	Yaz	Kış
Sıcaklık (°C)	28	14
Hissedilen Sıcaklık (°C)	28,25	12,875
Rüzgar Hızı (km/sa)	8,5	13,375
Hakim Rüzgar Yönü	DDG	KB
Ani Rüzgar (km/sa)	11,5	19,875
Bulutluluk (%)	2,25	85,375
Bağıl Nem (%)	67,75	71,562
Yağış (mm)	0	194,375
Basınç (bar)	1,012	1,018

2.4. Numunelerin Ekstraksiyonu ve Kolon Temizleme

Her iki mevsim için alınan örneklerin Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği laboratuvarında ön hazırlıkları yapılmış, daha sonra OCP kirleticilerinin tayinleri için ekstraksiyon, kolon temizleme ve GC-MS (Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi) analizleri için toplanan numuneler Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarına gönderilmiştir.

Analizden hemen önce ön hazırlık işleminde farklı firmalardan temin edilen , aseton (%99,8 SupraSolv), n-hekzan (%98 SupraSolv) ve etil asetat (%99,8 Suprasolv) Merck Inc. solventler kullanılmıştır.

Deneyler sırasında Shimadzu ATX224U marka hassas terazi, ISOLAB marka ultrasonik banyo, Hettich Eba 21 marka santrifuj cihazı, Heidolph Laborota 4000 dönel buharlaştırıcı, Nüve FN 400 marka etüv ve BluLab BKF kül fırını kullanılmıştır. Laboratuvarında analizler için kullanılan cam malzemeler sıcak ultrasaf su (elektrik direnci <math><18,18 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}</math>, 25 °C) ve organik molekül içermeyen laboratuvar deterjanı (ALCONOX, Liquinox) ile yıkanmış ardından teknik hekzan (Tekkim, Ekstra Pure) ile yeniden yıkanarak 250 °C’de etüvde 2 saat kurutulmuş ve deneylerde kullanılmaya hazır hale getirilmiştir. Laboratuvara getirilen toprak örneklerinden saç, döküntü, kalıntı kökler ve sebzeler çıkarılmış ve örnekler ortam sıcaklıklarında kurumaya bırakılmıştır. Toprak numuneleri elek boyutu <math><250 \mu\text{m}</math> boyutunda olan paslanmaz çelik ile elenmiş ve eleme işleminden sonrasına ait fotoğraflar Şekil 2.3’te gösterilmektedir.

Buzdolabının derin dondurucu bölümünde saklanan numuneler ekstraksiyon öncesi hassas terazi ile tartılarak 5 gr örnek cam tüplere alınmıştır. Toprak numunelerine 5 ng geri kazanım standartı Pentachloronitrobenzene, PCB14, PCB65, PCB 166 eklendikten sonra 30 mL 1:1 hacimsel oranda aseton :n-hekzan karışımı ilave edilmiş ve 1 gece oda sıcaklığında çözüldükten sonra 15 dakika boyunca 3000 rpm hızda santrifüj yapılmıştır. Oluşan ekstraksiyon sıvısı 5 mL n-hekzan eklenip santrifüj yapıp ekstraksiyon sıvısı tekrar alınmıştır. Bir kere daha 5 mL n-hekzan eklenip santrifüj işleminden sonra ekstraksiyon sıvısı toplamda oluşan 40 mL ekstraksiyon sıvısı dönel buharlaştırıcı ile 40 oC sıcaklık ve 0,07 Mpa basınçta 5 mL hacme dönüştürülmüştür. Ardından 10 mL n-hekzan eklenerek tekrar 5 mL hacme düşürülmüştür. Son defa 5 mL hacme düşürüldükten sonra numunelere saf azot akımı ile 1 mL hacme düşürülmüştür. Elenen tüm toprak örnekleri, ekstraksiyona kadar GC-MS laboratuvarında buzdolabında -15 ° C sıcaklıkta derin dondurucuda saklanmıştır.

Örnekler, 15 mL n-hekzan ile şartlandırılan Mega Bond Elut BE-SI (5 g, 20 mL) (Agilent) kartuşlarına eklenmiştir (Şekil 2.4). Ekstraktlar, OCP’leri toplamak için kartuştan 30 ml aseton geçirilmiştir. Eluat hacmi döner buharlaştırıcı ve ardından yüksek saflıkta azot altında 1 ml’ye konsantre edilmiştir.



Şekil 2.3. Toprak numuneleri eleden önce ve sonrasına ait fotoğraflar



Şekil 2.4. Ekstraksiyon için kullanılan Agilent Mega Bond Elut kartuşlar

2.5. GC-MS Analizi

Örneklerin analizleri Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde mevcut olan Agilent 6890N GC ve 5973 Inert MSD marka ve modeli gaz kromatografisi-kütle spektrometresi cihazı kullanılarak yapılmıştır. Cihazda HP5-MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kolon bulunmaktadır. Kalibrasyon için 17 OCP standardı ayrı ayrı ve kalite kontrol için geri kazanım standardı AccuStandard firmasından temin edilmiştir. Çalışma için kullanılan standartlar her biri 100 µg/mL olan a-HCH, b-HCH, g-HCH, d-HCH, endosulfan I, endosulfan II, endosulfan sülfat, heptaklor, heptaklor epoksit B, dieldrin, endrin, pp- DDD, metoksiklor, pp-DDT, aldrin, pp-DDE, endrin aldehit kirleticileridir.

Örnekler Agilent marka 6890N GC and 5973 Inert MSD cihazında analiz edildi. Cihaz Elektron İyonizasyon (EI) modunda çalıştırılmış ve taşıyıcı gaz olarak da helyum (Akış hızı: 1,0 mL / dak) kullanılmıştır. Sıcaklık programı: 100 °C’de 1 dakika bekleme 7 °C’lik artışla 300°C ‘ye ulaşma ve burada 2 dakika bekleme, 8 °C’lik artışla 320 °C’ye ulaşma ve burada 4 dakika bekleme şeklindedir.

Kalibrasyon için 17 OCP karışımı 0,05 ng/mL, 1 ng/mL, 5ng/ml, 10 ng/mL, 25 ng/ml, ve 50 ng/mL konsantrasyonlarında hazırlanmış ve kalibrasyon eğrileri GC-MS’e bağlı bilgisayarda bulunan Mass Hunter programında tanımlanmıştır. Her bir OCP için kalibrasyon eğrisi eğimi (R^2) 0,99’dan yüksek değer bulunmuştur. Hedef OCP kirleticilerinin programdaki geliş süreleri Tablo 2.2’te verilmiştir.

GC-MS ölçümleri yapılırken cihazın duyarlılığı ve analitik ölçümlerin güvenilirliği önemlidir. Ölçülen kirleticinin güvenilir bir şekilde tespit limiti LOD ile belirlenir. Tablo 2.2’te OCP’ler için LOD değerleri belirtilmiştir.

Algılama ve tayin limitleri standartın 10 defa ölçülmesi ile elde edilen standart sapmanın sırası ile 3 ve 10 ile çarpılması ve bulunan değerlerin kalibrasyon denkleminde yerine konulması sonucu bulunmuştur (Karakas, 2015)

2.6. Kalite Kontrol ve Kalite

Örneklerin analizinde kullanılan tüm malzemelerin deney sonucunu etkileyebilecek bir kirliliğe sebep olup olmadığını kontrol etmek amacıyla Kalite Kontrol prosedürü izlenmiştir. Arazi şahit örnekleri numune alma, taşıma ve ekstraksiyon sırasında herhangi bir kirlenme olup olmadığını tespit etmek için kullanılmıştır. Arazi şahidi için 550°C’de şartlandırılan Na_2SO_4 temizlenmiş cam kavanozlarda örnekleme alanlarına taşınmış ve temizlenen bir yüzeye dökülerek örneklemede kullanılan malzemeler kullanılarak toplanmıştır. Bunlar arazi şahidi olarak kullanılmıştır.

Laboratuvarında cam kavanozlarda bekletilen bir başka şartlandırılmış Na_2SO_4 laboratuvar şahidi olarak tanımlanmıştır. Tüm çalışma boyunca, 5 laboratuvar ve 5 arazi şahidi toplanmıştır. Arazi ve laboratuvar şahidinde tespit edilen OCP seviyeleri örnekte tespit edilenlerin %2 ve altında olduğu görülmüştür.

Tablo 2.2. OCP'lerin geliş süreleri, tanımlanan iyonlar ve kalite kontrol parametreleri

OCP kirleticileri	Geliş Süreleri (dk)	Hedef İyon	Tanımlı İyon 1	Tanımlı İyon 2	LOD	LOQ
a-HCH	12,48	181	183	185	0,011	0,012
b-HCH	13,341	222	224	185	0,021	0,023
g-HCH	13,46	181	183	185	0,022	0,026
d-HCH	14,21	181	183	185	0,012	0,014
Heptaklor	15,49	272	274	270	0,009	0,012
Aldrin	16,44	263	265	261	0,011	0,014
Heptaklor Epoksit_B	17,54	353	355	351	0,01	0,011
Endosülfan I	18,45	246	248	241	0,013	0,022
Dieldrin	19,09	246	248	318	0,015	0,018
pp'-DDE	19,59	263	265	243	0,011	0,014
Endrin	19,81	243	235	237	0,015	0,02
Endosülfan II	20,07	235	237		0,04	0,037
pp'-DDD	20,27	250	243		0,012	0,013
Endrin Aldehit	20,803	272	274	237	0,012	0,016
Endosülfan Sülfat	20,905	235	237		0,011	0,012
p-p'-DDT	22,15	227	228		0,015	0,027
Metoksiklor	24,4	261	262		0,013	0,016

LOD değerleri her parametre için Tablo 2.2'te belirtilmiştir. Pentachloronitrobenzene, PCB14, PCB65, PCB 166 geri kazanım standart olarak kullanılmıştır.

2.7. Akıbet Modellemesi

OCP'lerin yapısı ve türü, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprağın kirletici seviyesini etkiler (Feng vd. 2003). Molekül ağırlığı, buhar basıncı gibi faktörlere bağlı olarak OCP'ler topraktaki organik maddelere adsorbe olabilir (Qu vd. 2015). Çalışmada analiz edilen OCP seviyelerinin ne kadarının topraktan absorbe edildiği, suya ve havaya karıştığını hesaplamak için her OCP parametresi için oktanol su paylaşım katsayısı (K_{ow}) ve Henry sabiti değeri kullanılmıştır. Toprağın bünyesindeki nemde OCP fraksiyonu, toprak katıları üzerine adsorbe edilen OCP fraksiyonu ve boşlukta bulunan OCP fraksiyonu Chiou ve arkadaşları tarafından hesaplanmıştır

(Chiou vd 2001). Su, hava ve katılarda adsorbe edilmiş miktarı bulmak için Chiou'nun kullandığı formüller kullanılmıştır:

$$\text{Topraktaki nem miktarı} = V \times \phi_w \times C_{sw} \quad (2.1)$$

$$\text{Topraktaki katılara adsorplanan miktar} = V \times \rho_b \times C_{ss} \quad (2.2)$$

$$\text{Topraktaki boşlukta (havada) bulunan miktar} = V \times \phi_a \times C_{sa} \quad (2.3)$$

denklemleri kullanılmıştır (Chiou vd 2001). Burada, ϕ_w (hacimsel su miktarı), C_{sw} (toprak suyundaki kirletici madde konsantrasyonu) (mg/L) katı fazla toplanmış kimyasal seviyesi ile dengedeki su fazı seviyesini, ρ_b (nemsiz katı yoğunluğu), C_{ss} katı maddede adsorplanmış denge halindeki kimyasal miktarını, ϕ_a (hacimsel hava miktarını) ve C_{sa} (katı faza adsorplanmış miktar) ile dengede olan hava fazındaki kimyasal miktarını göstermektedir.

C_{sw} , C_{ss} ve C_{sa} değerlerinin hesabında C_{sw} değeri hesaplanarak C_{ss} ve C_{sa} değerleri her bir OCP parametresi için spesifik olan toprak-su partiyon katsayısı K_d ve Henry sabitinin sıcaklığa ve ideal gaz sabitine göre normalize edilmesi ile elde edilen hava-su partiyon katsayısı K_{aw} ile türetilmiştir. C_{sw} değeri için,

$$C_{sw} = C_s \times \text{Toplam Kütle Yoğunluğu} \phi_w + \rho_b \times K_d \quad (2.4)$$

denklemini kullanılmıştır. Burada C_s gravimetrik kimyasal miktarını göstermektedir. K_d ve K_{aw} değerleri için,

$$K_d = K_{oc} \times f_{oc} \quad (2.5)$$

$$K_{aw} = H / (R \times T) \quad (2.6)$$

denklemleri kullanılmıştır. Burada K_{oc} topraktaki organik karbon-su paylaşım katsayısını, f_{oc} toprağın organik karbonunda adsorplanma oranını ifade etmektedir. Henry sabiti H , her bir OCP için spesifik olarak literatürden alınmış, ideal gaz sabiti $R: 8,3145 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ kabul edilmiş ve T Henry sabiti değerlerinin ölçüldüğü sıcaklık olan 298 K olarak alınmıştır.

f_{oc} ve K_{oc} değerlerinin hesabında f_{om} , $\log_{K_{ow}}$ değerinden hesaplanan K_{ow} değerleri kullanılmıştır. f_{om} değerleri toprağın organik madde oranını gösterir. Deneysel olarak laboratuvar ortamında toprak örneklerinin 105 °C'de yakılması sonucunda elde edilen organik madde miktarının susuz toprak miktarına normalizasyonu ile bulunmuştur. Bu

değer ile hesaplanan f_{oc} değeri, literatürden alınan bir formülle hesaplanmıştır. K_{ow} değeri kimyasallar için sabit olan oktanol-su paylaşım katsayısını gösterir. K_{oc} , f_{oc} ve f_{om} değerleri,

$$K_{oc} = K_{ow} \times 0,63 \quad (2.7)$$

$$f_{oc} = f_{om} \times 0,5 \quad (2.8)$$

$$f_{om} = (\text{Organik madde miktarı (g)}) / (\text{Susuz numune miktarı (g)}) \quad (2.9)$$

denklemleri ile hesaplanmıştır (Chiou vd., 2001).

2.8. Sağlık Riski Tahmini

Domatesin bünyesine geçen OCP kirletici seviyeleri hesaplandıktan sonra domatesin besin yoluyla tüketilmesi sonucu oluşabilecek sağlık riski tahmini yapılmıştır. . Bu çalışmada domatesin besin yoluyla günlük maruziyeti (ADD, mg/kg/gün), Monte Carlo Simülasyonu ile 17 OCP kirletici için aşağıdaki eşitlik kullanılarak tahmin edilmiştir (URL-6). Hesaplamalar için Oracle Crystal Ball 4.0 Monte Carlo Simülasyonu yazılımını kullanmıştır.

$$ADD = \left(\frac{Co \times Cr \times EF \times ED}{Bw \times AT} \right) \times CF \quad (2.10)$$

$$HI = ADD/RfD \quad (2.11)$$

$$R = ADD \times SF \quad (2.12)$$

ADD: Günlük Doz (mg/kg/gün)

Co: domates meyvelerindeki OCP konsantrasyonu (mg/kg, yaş ağırlık),

Cr: günlük domates tüketim oranı (g / gün-1)

EF: maruz kalma sıklığıdır (gün/yıl) (domatesin tüketilme sıklığı)

ED: maruz kalma süresi (yıl)

Bw: vücut ağırlığı(kg)

AT: ortalama yaşam boyu maruziyet (gün)

CF: dönüşüm faktörüdür.

HI: Hazard Index (tehlike indeksi)

RfD: Referans alınan doz miktarı

SF: Kanser Riski Eğilim Değeri (Ağız yoluyla alım)

R: Kanser riski

Çalışmada Türk halkı için domates tüketim oranı 327.4 gr/gün olarak alınmıştır (Can- Terzi vd., 2019). AT, EF ve ED değerleri sırasıyla 350 gün, 350/75 (gün/yıl), 75yıl alınmıştır (Ali vd., 2019) Kanser riski tahmini için kullanılan kullanılan RfD, SF verileri Tablo 3.1’de listelenmiştir (URL-5). Maruz kalma sıklığı 350 gün, domates tüketimi 327,4 gr/gün, ve ortalama insan ağırlığı 71,775 kg olarak alınmıştır (Can- Terzi vd., 2019).

Tablo 2.3. USEPA Kanser Riski verileri

	SF (mg/kg/gün)	RfD (mg/kg/gün)
g-HCH	-	0,0003
Heptaklor	4,5	0,0005
Endosülfan	-	0,006
Aldrin	17	0,00003
Dieldrin	16	0,00005
Endrin	-	0,0003
Metoksiklor	-	0,005
DDT	0,34	0,0005

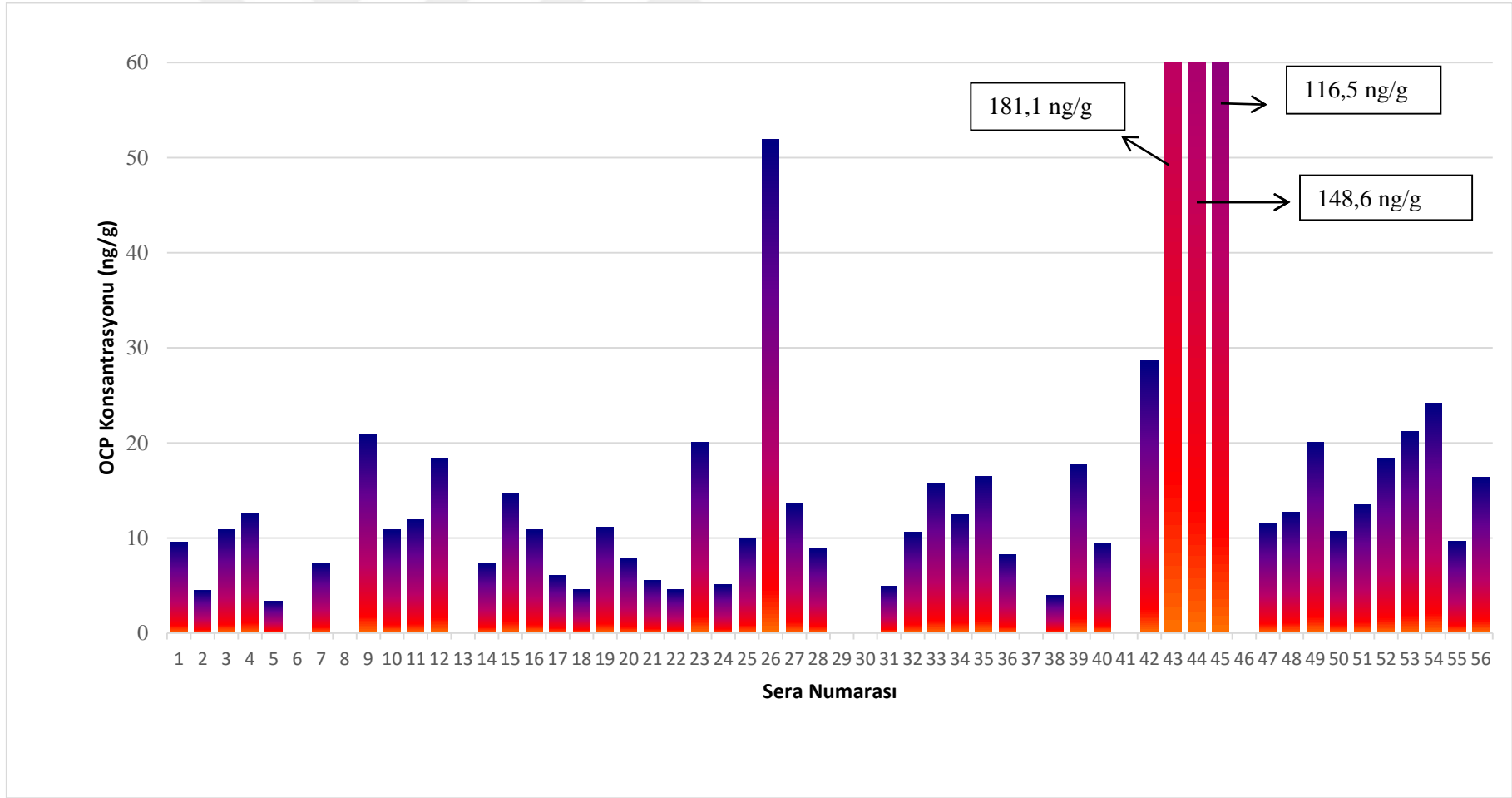
3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. OCP Seviyelerine Genel Bakış

24 adet plastik örtülü, 24 adet cam örtülü sera ve 5 adet sera dışı toprak numunesi alınmış ve laboratuvarında ekstraksiyon ve analizleri gerçekleştirilmiştir. 48 seranın 38 tanesinde iki mevsim örnekleme alınırken diğer 10 serada iki mevsim örneği numune alımı, ölçümdeki kayıplardan dolayı gerçekleştirilememiştir. 48 sera için 17 OCP kirleticisi analiz edilmiş ve toplam OCP konsantrasyonları ($\Sigma_{17}OCP$) Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Şekil 3.1, eğer seranın yaz ve kış $\Sigma_{17}OCP$ değeri varsa ortalama değeri yoksa sadece o mevsime ait değer alınarak hazırlanmıştır. En yüksek $\Sigma_{17}OCP$ 181,10 ng/g 43 no’lu serada en düşük $\Sigma_{17}OCP$ seviyesi 3,31 ng/g 5 no’lu serada ölçülmüştür. Bütün seralar göz önüne alındığında $\Sigma_{17}OCP$ için standart sapma değeri 34,80 ng/g olarak, ortalama değeri 21,34 ng/g olarak bulunmuştur.

Tablo 3.1’de ayrıca cam ve plastik kaplı sera topraklarında ölçülen OCP’lerin ortalama, ortanca, en düşük ve en yüksek miktarları verilmiştir. Ayrıca seraların iki mevsim ölçüm sonuçları detaylı olarak Tablo 3.4’de listelenmiştir.

Cam kaplı seralarda ortalama OCP miktarı 46,811 ng/g iken plastik kaplı seralarda 10,214 ng/g olarak ölçülse de, cam kaplı seralarda ölçülen üç seranın DDT miktarının çok yüksek olması, ortalamanın çok yüksek olmasına sebep olmaktadır. pp-DDT ortalaması, cam kaplı seralar için 30,092 ng/g iken plastik kaplı seralarda 5,068 ng/g olarak hesaplanmıştır. Plastik seralarda ortalama en yüksek kirletici pp-DDT 5,068 ve endosülfan II 4,2 ng/g olarak hesaplanmıştır. Plastik seralardaki ortalama en düşük kirletici konsantrasyonu ise 0,015 ng/g olarak d-HCH ölçülmüştür. Cam seralarda en yüksek ortalama konsantrasyon 30,092 ng/g olarak pp-DDT ölçülmüştür. Ortalama en düşük kirletici konsantrasyonu ise 0,032 ng/g olarak a-HCH ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Antalya/Fettahlı ilçesinde bulunan 48 seraya ait toplam OCP seviyeleri (ng/g)

Tablo 3.1. Cam ve plastik kaplı seralarda ölçülen OCP konsantrasyonları (ng/g)

	Cam Kaplı Sera Toprağı				Plastik Kaplı Sera Toprağı			
	Ortalama ±Standart Sapma	Ortanca	En Düşük	En Yüksek	Ortalama ±Standart Sapma	Ortanca	En Düşük	En Yüksek
a-HCH	0,031±0,019	0,027	0,010	0,062	0,031±0,028	0,021	0,008	0,102
b-HCH	0,862±0,889	0,607	0,268	2,947	0,426±0,314	0,291	0,102	1,047
g-HCH	0,472±0,149	0,461	0,328	0,626	0,571±0,530	0,408	0,058	1,969
d-HCH	0,060±0,073	0,025	0,005	0,232	0,015±0,009	0,015	0,005	0,034
Heptaklor	0,109±0,099	0,069	0,009	0,284	0,037±0,030	0,026	0,000	0,101
Aldrin	1,546±1,527	0,933	0,027	3,947	0,528±0,651	0,076	0,026	1,523
Heptaklor epoksit B	0,076±0,089	0,076	0,013	0,138	0,133±0,056	0,110	0,092	0,196
Endosülfan I	0,908±0,502	0,687	0,204	1,682	0,538±0,244	0,528	0,046	0,967
Dieldrin	4,551±4,404	3,447	0,096	16,643	1,636±1,980	0,958	0,073	8,722
pp'-DDE	0,067±0,052	0,044	0,028	0,223	0,071±0,082	0,047	0,021	0,352
Endrin	1,966±1,594	1,477	0,106	8,125	1,368±0,642	1,391	0,345	2,713
Endosülfan II	6,470±3,162	5,816	0,743	13,163	4,2±2,722	3,205	0,000	9,295
pp'-DDD	0,831±0,888	0,512	0,071	3,165	0,492±0,509	0,344	0,000	2,097
Endrin Aldehit	2,956±1,842	3,941	0,308	4,461	2,33±2,422	1,158	0,000	6,252
Endosülfan Sülfat	4,781±5,931	3,030	0,217	17,486	1,678±2,651	0,767	0,013	7,562
p-p'-DDT	30,092±55,146	1,493	0,221	154,442	5,068±8,805	0,906	0,194	18,266
Metoksiklor	0,664±0,572	0,598	0,113	1,917	1,535±3,250	0,281	0,043	11,081
Σ17OCP	32,217±46,811	14,642	5,059	181,096	10,473±6,148	10,214	3,313	28,620

3.2. Sera Toprağının Özellikleri

Seralardan toplanan toprak örneklerinin pH ve iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Alınan sera toprak numunelerinde toprak karakterizasyon özellikleri Ek-D'de verilmiştir. Genel olarak toplanan toprak örneklerinin pH değeri 7,67 (6,5-8,15), iletkenlik derecesi 740 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2,13-2047 $\mu\text{S}/\text{cm}$) medyan değerleri ile ölçülmüştür. Porozitesi %65,84 (%49,3-78,93) medyan değerindedir. Porozitesi yüksek toprakların organik madde içeriği de fazladır. Genel olarak kil, silt, kum muhtevası fazla olan topraklarda porozite de fazladır.

48 serada gübre kullanımı ve sıklığı, kimyasal ilaç kullanımı ve sıklığı, sera yaşı, sera örtüsü gibi bilgileri ve kullanım sıklığını içeren anket uygulanmıştır 48 Seraya ait anket verileri Tablo 3.2'te sera yaşı, gübreleme sıklığı, gübre çeşidi, ilaçlama sıklığı ve çeşidi bilgileri ortalama değerleri eklenmiştir. Anketlerin ayrıntılı sonuçları Ek-1'de verilmiştir

3.2.1. Sera örtü malzemesi özelliği

Seralarda örtü malzemesinin yenilenme süreleri incelendiğinde plastik örtülü seraların yaş ortalaması 3 yıl iken en fazla faaliyet gösteren plastik seranın 7 yıl olduğu anket verileriyle tespit edilmiştir. Cam örtülü seraların ise ortalama faaliyet süreleri 20-30 yıl olarak belirtilmiştir. Son zamanlarda plastik örtü malzemesinin doğal afet durumları ve ekonomik uygunluk sebebi ile tercih edildiği görülmüştür. Seracılıkta bitkilerin fotosentez yapabilmesi için güneş ışınlarının geçirgenliği önemli bir kriterdir. Plastik örtülü seralar için örtünün materyali 0,15-0,30 mm aralığında bir kalınlıkta seçildiğinde -10 ile +60 °C aralıktaki sıcaklığa dayanıklı olup ışık geçirgenliği %80-85 iken, kirlendiğinde % 50-70'e düşmektedir (Tarım Kütüphanesi 2021). Cam seralarda ise cam kalınlıkları 2-4 mm aralığında tercih edilirken ışık geçirgenliği %89-92 aralığındadır . Cam örtüde düz yüzü dışarı, dalgalı yüzü içeri getirilerek güneş ışınlarının içeride kalması sağlanır. Cam seralarda ışık geçirgenliği daha fazla olsa da kırılma ve maliyet faktörleri göz önüne alındığında plastik örtülü seraların daha fazla tercih edilmesine sebep olmuştur.

3.2.2. Seralarda pestisit ve gübre kullanımı

Seralardaki gübre kullanım sıklığı ve türü hakkındaki anket verilerine göre 1 adet serada 15-15 yaban gübresi haftada bir sıklıkla, 1 adet serada 18 isimli gübre her sulama sonrasında, 12 adet serada MAP gübresi haftada bir sıklıkla, 6 adet serada 318 isimli gübre 3-5 günde bir sıklıkla, 4 adet serada Dr. Tarsa isimli gübre (kullanım sıklığı belirtilmemiştir), 20 adet serada N,P,K gübresi haftada bir sıklıkla, 2 adet serada suni gübre haftada bir sıklıkla kullanıldığı ve 6 adet serada ise kullanılan gübre bilgisi hakkında bilgi verilmediği görülmektedir. 48 sera için ortalama gübre kullanım sıklığı 6 gün iken cam örtülü seralarda 7-8 gün, plastik örtülü seralarda 5-6 gün olarak tespit edilmiştir. Seralarda pestisit kullanımı incelendiğinde 30 serada Decis ilacı kullanıldığı, 26 adet serada mospilan kimyasalı kullanıldığı, 4 adet serada Alpeda kimyasalı kullanıldığı, 1 adet serada m45 kimyasalı kullanıldığı, 8 adet serada altacor kimyasalı kullanıldığı anket verileriyle belirlenmiştir. 16 adet serada kimyasal kullanımı hakkında veri elde edilemezken tüm seraların en az iki farklı kimyasal kullandığı anket verileriyle saptanmıştır. Kimyasal ilaç kullanım sıklığı ise cam ve plastik seralarda ortalama 9 gün olarak belirlenmiştir. Kimyasal ilaç çeşidi ortalamasına bakacak olursak, 48 sera için ortalama 5 kimyasal ilaç kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 3.2. 48 Seraya ait anket verileri ortalaması

	Cam	Plastik	Ortalama
Sera Yaşı (Yıl)	20	3	13
Gübreleme Sıklığı (Gün)	7	6	6
Gübre çeşidi (Adet)	4	2	3
İlaçlama Sıklığı (Gün)	9	9	9
İlaç Çeşidi (Adet)	5	5	5
Toplam OCP (ng/g)	22,18	10,9	21,34

3.3. Sera Yaşı ve OCP Konsantrasyonları Arasındaki İlişki

Serada yapılan tarımsal faaliyetler, kimyasal kullanımını ve topraktaki OCP konsantrasyonu birikimini de doğru orantılı olarak etkilemiştir. Tablo 3.2'deki verilere göre ortalama sera yaşı cam seralarda 20 yıl iken plastik seralarda 3 yıl olarak tespit

edilmiştir. 20 yıllık seraların ortalama OCP konsantrasyonu 22,18 ng/g olarak ölçülürken 3 yıllık seralarda OCP konsantrasyonu ortalaması da 10,9 ng/g olarak tespit edilmiştir.

EK-2’de paylaşılan sera yaşları ile hesaplanan OCP konsantrasyonları kıyaslandığında 5 yıl ve 5 yıldan kısa süredir faaliyet gösteren 18 adet sera olduğu ve ortalama OCP konsantrasyonunun 12,47 ng/g olduğu belirlenmiştir. 5 yıldan fazla 20 yıldan az (5-20 yıl) faaliyet gösteren sera sayısının 6 adet olduğu ve OCP konsantrasyonunun 14,43 ng/g olduğu belirlenmiştir. 20 yıldan uzun süredir faaliyet gösteren sera sayısının 17 tane olduğu ve OCP konsantrasyonunun 39,66 ng/g olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında sera yaşı arttıkça topraktaki OCP konsantrasyonlarının da doğru orantıyla arttığı görülmüştür. Sera yaşının artmasıyla birlikte her yıl toprağın maruz kaldığı düzenli ilaçlamaların yıllar içerisinde birikerek konsantrasyonunun arttığı görülmüştür.

3.4. Elde Edilen Sonuçlarının Literatür İle Karşılaştırılması

Ülkemizde seracılık ile meyve sebze faaliyetlerinin gerçekleştirildiği diğer şehirlerde ve farklı ülkelerde yapılmış çalışmalardan elde edilen veriler, Antalya/Fettahlı bölgesinde yaptığımız çalışma sonuçları ile kıyaslanmış ve sonuçlar Tablo 3.3’de sunulmuştur. Dünyada seracılık faaliyetlerinde Çin birinci sırada yer almaktadır. Bu sebeple Çin’de diğer ülkelere göre kıyaslandığında daha fazla sera çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.3’te Türkiye’nin farklı şehirlerinde yapılan ve dünyanın farklı ülkelerindeki tarım topraklarında gerçekleştirilen 12 farklı çalışmanın sonuçları paylaşılarak karşılaştırılmıştır.

a-HCH kirleticisi tablodaki 8 farklı şehirde incelenmiştir. En yüksek konsantrasyonda ölçülen şehir Mar Del Plata (Arjantin) 10,87 ng/g olarak ölçülürken sonraki en yüksek konsantrasyon Çin’in Tianjin kentindeki pirinç ve fasulye yetiştirilen tarım toprağında 4,40 ng/g olarak ölçülmüştür. Çin’in Fujang kentinde fındık yetiştirilen tarım toprağında 0,90 ng/g, Polonya’nın Kazimierz kentinde meyve sebze yetiştirilen ve fidancılık yapılan tarım toprağında 0,50 ng/g, Çin’in Şangay kentinde fasulye ve pirinç yetiştirilen tarım toprağında 0,48 ng/g, İzmir’de endüstriyel toprakta 0,05 ng/g, Bolu’da 0,041 ng/g olarak ölçülmüştür.

Tablo 3.3. Farklı ülkelere zirai toprakta yapılan çalışmalarda ölçülen OCP konsantrasyonları (ng/g)

Konum	Antalya/ Fettahlı	Bolu ¹	İzmir/ Aliğa ²	Antalya /Kumluca ³	Sakarya/ Pamukova ⁴	Arjantin/ Mar Del Plata ⁵	Meksika/ Sonora ⁶	Güney Kore / Chonju ⁷	Çin/ Tianjin ⁸	China/ Fuyang ⁹	China/ Shanghai ¹⁰	Polonya/ Kazimierz ¹¹
a-HCH	0,01	0,041	0,05			10,87			4,40	0,9	0,48	0,50
b-HCH	0,23		0,15			1,68	10,90	0,80	12,00	18,00	1,19	0,50
g-HCH	0,16	0,025	0,05			11,15		0,77	0,20	1,60	0,36	0,13
d-HCH	0,02	0,057	0,02			1,74			2,90	18,80	0,38	
Heptaklor	0,03					4,42					1,05	
Heptaklor Epoksit_B	0,01		0,06			13,53		38,20			0,19	
Endosülfan I	0,52		0,10	0,81		1,41				6,40	0,13	
Endosülfan II	4,22	0,34	0,05	3,16		2,44				15,00	0,19	
Endosülfan Sülfat	0,94	0,98	0,13									
Aldrin	0,37					1,43	3,60	0,79		1,20	0,32	
Dieldrin	3,09	0,62				14,31				7,90	0,09	
Endrin	1,57			0,48		3,02						
Endrin Aldehit	0,75											
Metoksiklor	0,56			0,5			0,50					
pp'DDE	0,04			3,16	3,51	99,98	7,50			17,00	16,14	48,47
pp' DDT	8,57	0,29	9,83	4,67	1,67	472,50	14,70		8,9	34,00	3,26	33,17
pp'-DDD	0,37	0,21	0,93	0,47	0,96		1,90		16	4,40	4,56	3,89
Σ OCP	21,34	2,56	10,44	13,25	6,14	638,48	39,10	40,56	44,40	125,20	27,28	86,66

¹Karadeniz vd 2015; ²(Odabaşı vd. 2008); ³(Gedik vd. 2016); ⁴(Isleyen vd 2013); ⁵(Karina vd 2003); ⁶(Cantu-Soto vd 2011); ⁷(Kim vd 2001); ⁸(Wang vd 2006); ⁹(Han vd 2017); ¹⁰(Jiang vd 2009); ¹¹(Maliszewska-Kordybach vd 2013).

En düşük a-HCH konsantrasyonu Antalya'nın Fettahlı ilçesindeki domates yetiştirilen sera ile örtülü tarım toprağında tespit edilmiştir. Arjantin'deki çalışmada, yasaklanmış olmasına rağmen kaçak kullanım olabileceği, tarım toprağında atmosferik taşıma ve birikmeden dolayı konsantrasyonların yüksek olduğu belirtilmiştir (Karina vd, 2003). Fettahlı'da düşük konsantrasyonda ölçülmesi ise kullanılan ilaçların a-HCH içeriğinin olmadığını ve kaçak kullanımların olmadığını göstermiştir.

b-HCH kirleticisi en yüksek Çin'in Fujang kentindeki fındık yetiştirilen tarım toprağında kullanılan böcek ilaçlarından dolayı 18 ng/g olarak ve Çin'in Tianjin kentinde tarım toprağında 12 ng/g olarak tespit edilmiştir. Meksika'nın Sonora kentindeki patates ve buğday yetiştirilen tarım toprağında 10,90 ng/g olarak tespit edilirken diğer şehirlerde tespit edilen konsantrasyonlar çok daha azdır. Çin'in Şangay kentinde 1,19 ng/g olarak tespit edilirken bu şehire yakın olarak 1,68 ng/g olarak Arjantin'in Mar Del Plata kentindeki tarım toprağı verileri birbirine çok yakın olarak ölçülmüştür. Güney Kore'nin Chonju kentindeki pirinç yetiştirilen toprakta 0,80 ng/g olarak, Polonya'nın Kazimierz kentindeki meyve sebze yetiştirilen topraklarda 0,50 ng/g olarak, Antalya/ Fettahlı'daki sera toprağında 0,23 ng/g olarak ölçülürken İzmir/Aliağa'daki endüstriyel toprakta 0,15 ng/g olarak en düşük konsantrasyon tespit edilmiştir. Tarım toprağı olarak en düşük konsantrasyon kullanılan ilaçlardan dolayı Fettahlı'da ölçülmüştür. En yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü üç şehrin iki tanesi ise Çin'dedir.

g-HCH kirleticisi en yüksek konsantrasyonu Arjantin'in Mar Del Plata kentindeki tarım toprağında atmosferik taşıma ve birikmeden dolayı konsantrasyonların yüksek olduğu belirtilmiş ve (Karina vd, 2003) 11,15 ng/g olarak ölçülmüştür. En düşük konsantrasyon 0,025 ng/g ile Bolu'daki tarım toprağında tespit edilmiştir. Antalya/ Fettahlı'daki g-HCH konsantrasyonu ise 0,16 ng/g olarak tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyonun ölçüldüğü Bolu'daki tarım toprağı ise daha az ilaç kullanılarak tarım faaliyetlerinin yapıldığını göstermiştir. g-HCH, Arjantin'de hala kaçak olarak kullandığı Karina ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada belirtilmiştir (Karina vd, 2003). Türkiye'de ölçülen g-HCH konsantrasyonları ise bu kimyasalın kullanımının yasaklanmasından dolayı çok düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (URL-3).

d-HCH, Çin'in Fujang kentinde fındık yetiştirilen tarım toprağında 18,80 ng/g olarak tespit edilmiştir. Han ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tarım toprağında hala kullanım ve uzun süre kalıcılık dolayısıyla konsantrasyonun yüksek çıkmasını açıklamıştır (Han vd., 2017). En düşük konsantrasyon, Antalya Fettahlı'da sera toprağında 0,02 ng/g ve İzmir Aliğa'da endüstriyel toprakta 0,02 ng/g olarak ölçülmüştür. Çin'de tarımsal faaliyetlerin ve kimyasal kullanımının dünyada birinci sırada olması ile en yüksek d-HCH konsantrasyonunun Çin'deki bir şehirde tespit edilmesi bu bilgiyi teyit edici niteliktedir (TEPGE, 2020). HCH izomerleri ise ülkemizde ÇSB tarafından yasaklanmıştır ve bu sebeple HCH izomerlerinin konsantrasyonları ülkemizde çok düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Acara vd., 2008; Gedik vd., 2016)

Heptaklor en yüksek konsantrasyonu 4,42 ng/g ile Arjantin'in Mar Del Plata kentindeki tarım toprağında ölçülmüştür. Çin'in Şangay kentindeki pirinç ve fasulye yetiştirilen tarım toprağında da 1,05 ng/g olarak tespit edilirken en düşük konsantrasyon Antalya Fettahlı'da 0,03 ng/g olarak tespit edilmiştir. Heptaklor kullanımı ülkemizde yasaklanmış olup kimyasal ilaçlarda bu pestisit olmadığını gösterir niteliktedir (URL-3).

Heptaklor epoksit kirleticisinin en yüksek ölçüldüğü yer Güney Kore'nin Chonju kentindeki pirinç yetiştirilen tarım toprağında 38,20 ng/g olarak tespit edilmiştir. Bunu takip eden en yüksek konsantrasyon Arjantin'in Mar Del Plata kentindeki tarım toprağında 13,53 ng/g ölçülmüştür. En düşük heptaklor epoksit konsantrasyonu 0,01 ng/g olarak Antalya/ Fettahlı'da ölçülmüştür. Mar Del Plata ve Chonju'da Heptaklor epoksit'in heptaklardan daha yüksek tespit edilmesinin sebebini, ulusal tıp kütüphanesi verilerine göre, heptaklorun parçalanarak heptaklor epoksite dönüşmesi olarak açıklamıştır (URL-4).

Endosülfan I için en yüksek konsantrasyonu Çin'in Fujang kentindeki tarım toprağında 6,40 ng/g olarak ölçülmüştür. Kim ve arkadaşları bu durumu atmosferik birikim ve 20 yıl öncesinden kalan ve bozunması yavaş pestisit olarak açıklamıştır (Kim vd., 2001). Sonraki en yüksek değer ise 6 kat daha düşük olarak 1,41 ng/g olarak Arjantin'deki Mar Del Plata tarım toprağında tespit edilmiştir. En düşük endosülfan I konsantrasyonu 0,10 ng/g olarak İzmir Aliğa'daki endüstriyel toprakta ölçülmüştür.

Antalya Fettahlı'da endosülfan I konsantrasyonu 0,52 ng/g olarak çok düşük miktarda tespit edilmiştir.

Endosülfan II kirleticisi Çin'in Fujang kentindeki fındık yetiştirilen tarım toprağında 15 ng/g olarak tespit edilirken daha sonraki en yüksek konsantrasyon, Antalya/Fettahlı'daki sera toprağında 4,22 olarak tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyon 0,05 ng/g olarak Bolu'daki tarım toprağında tespit edilmiştir. En yüksek Endosülfan I konsantrasyonu da endosülfan II konsantrasyonu da aynı tarım toprağında ölçülmüştür. Fettahlı'daki sera toprağında nispeten kirli yüksek konsantrasyonda olsa da Fujang kentindeki konsantrasyondan yaklaşık 4 kat daha düşük konsantrasyondadır. Endosülfan I ve II, Çin'de hala üretiminin olduğu fakat kullanıma yasaklanmıştır (Kim vd., 2001). Çin'de yüksek konsantrasyonun sebebi olarak, kaçak kullanım ve atmosferik taşınım ile birikimden kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Kim vd., 2001). Ülkemizde ise Stockholm Sözleşmesi çerçevesince yasaklandığı bilinmektedir (URL-3).

Endosülfan sülfat, endosülfan'ın parçalanması ile olduğu Karadeniz ve arkadaşlarının çalışmasında belirtilmiştir (Karadeniz vd., 2015). Tablo 3.3'te derlenen çalışmalardan sadece 3 farklı şehirde ölçümleri yapılmıştır. Türkiye'de yapılan bu çalışmalarda en yüksek olarak Bolu'daki tarım toprağında 0,98 ng/g olarak ve en düşük ise İzmir/Aliağa'da endüstriyel toprakta 0,13 ng/g olarak ölçülmüştür. Antalya /Fettahlı'da sera toprağında 0,94 ng/g olarak ölçülmüştür.

Aldrin, Meksika'nın Sonora kentindeki patates ve buğday yetiştiriciliği yapılan tarım toprağında 1,43 ng/g olarak en yüksek konsantrasyonda ölçülmüştür. Arjantin Mar Del Plata'daki tarım toprağında 1,43 ng/g olarak, Güney Kore'de Chonju'daki tarım toprağında 0,79 ng/g olarak, Çin'in Fujang kentindeki tarım toprağında 1,20 ng/g olarak ölçülürken en düşük aldrin konsantrasyonu 0,37 ng/g olarak Antalya/Fettahlı'da ve 0,32 ng/g olarak Çin'in Şangay kentindeki tarım toprağında tespit edilmiştir. Aldrin, doğada dieldrine dönüşmesi sebebiyle aldrin konsantrasyonlarının uzun yıllar öncesinde kullanılmasından dolayı düşük konsantrasyonlarda ölçülmüştür (Karadeniz vd., 2015). Meksika'da da nispeten düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiş ve bu konsantrasyonun geçmişteki çok kullanımdan kaynaklı emilim olduğu belirtilmiştir (Cantu-Soto vd 2011).

Diieldrin kirleticisi Arjantin Mar Del Plata'daki tarım toprağında 14,31 ng/g olarak en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. Sonraki yüksek konsantrasyon ise 7,90 ng/g olarak Çin'in Fujang kentindeki fındık yetiştirilen tarım toprağı olduğıu tespit edilmiştir. Antalya/ Fettahlı'da 3,09 ng/g olarak nispeten az miktarda ölçülürken en düşük diieldrin konsantrasyonu 0,09 ng/g olarak Çin'in Şangay kentinde tespit edilmiştir. Karina ve arkadaşlarının Arjantin'deki yaptığı çalışmada ölçülen diieldrin konsantrasyonu, uzun süre önce kullanılan aldrinin bozunmasıyla ve uzun süreli birikimden kaynaklı olduğıu belirtilmiştir (Karina vd., 2003). Türkiye'deki konsantrasyon ise 1978'de yasaklanan aldrinin tarım topraklarında eser miktarda kaldığıını ve kaçak kullanımların olmadığıını destekler niteliktedir (URL-3). Şangay'daki düşük konsantrasyondaki diieldrin için atmosferik taşınım ile oluşabileceğıi belirtilmiştir (Jiang vd., 2009).

Endrin kirleticisi sadece 3 farklı kentteki tarım toprağında analizi yapılmıştır ve en yüksek konsantrasyonu Arjantin Mar Del Plata'daki tarım toprağında 3,02 ng/g olarak ölçülürken en düşük konsantrasyon Antalya/Kumluca'daki tarım toprağında 0,48 ng/g olarak ölçülmüştür. Antalya/ Fettahlı'daki sera toprağında ise 1,57 ng/g olarak tespit edilmiştir. Endrin aldehit ise sadece Antalya Fettahlı'daki tarım toprağında ölçülmüş ve 0,75 ng/g olarak düşük miktarda tespit edilmiştir. Endrin toprakta uzun süre kaldığıında endrin aldehite dönüşmektedir (Cindoruk, 2011). Endrin kirleticisinin topraktaki konsantrasyonu Arjantin'de de nispeten düşük miktardadır. Konsantrasyonların düşük olarak belirlenmesini uzun yıllarda toprakta bozunmasıyla açıklamışlardır (Karina vd., 2003). Ülkemizde de 1979 yılında kullanımı yasaklanan endrin, yasaklanmadan önce kullanıldığıı (42 yıl önce) ve günümüze kadar bozunduğıu, bu sebeple düşük konsantrasyonlarda ölçüldüğü tahmin edilmektedir.

Metoksiklor sadece üç farklı kentin tarım toprağında ölçülmüş ve nispeten çok yakın konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Antalya Fettahlı'daki sera toprağında 0,56 ng/g olarak ölçülürken Antalya Kumluca'daki tarım toprağında 0,5 ng/g, Arjantin Mar Del Plata'daki tarım toprağında 0,5 ng/g olarak tespit edilmiştir. DDT yasaklanmasının ardından kullanılan metoksiklor toksik etkileri görülmesi üzerine Stockholm Sözleşmesi ile yasaklanmıştır (Kavuklu, 2005). Arjantin'deki konsantrasyon için Karina ve arkadaşları atmosferik birikimden kaynaklanabileceğini belirtmiştir (Karina

vd., 2003). Türkiye’de çok düşük konsantrasyonlarda tespit edilmesinin sebebi, yasaklanmadan önceki topraktaki birikim olarak tahmin edilmiştir.

pp-DDE, Arjantin Mar Del Plata’daki tarım toprağında 99,98 ng/g olarak en yüksek konsantrasyondaki şehir olurken, Polonya Kazimierz’deki tarım toprağında 48,47 ng/g, Çin’in Fujang kentindeki tarım toprağında 17 ng/g, Çin’in Şangay’daki tarım toprağında 16,14 ng/g olarak, Meksika Sonora’daki patates yetiştirilen tarım toprağında 7,50 ng/g olarak tespit edilirken en düşük pp-DDE konsantrasyonu 0,04 ng/g olarak Antalya Fettahlı’da ölçülmüştür. Arjantin’deki yüksek DDT ve izomeri olan DDE-DDD için kaçak kullanımların yüksek konsantrasyona sebep olduğu belirtilmiştir (Karina vd., 2003). DDE konsantrasyonu DDT’nin parçalanması sonucunda oluştuğundan toprakta uzun süre öncesinde kullanılan DDT’nin, DDE konsantrasyonuna sebep olduğu görülmüştür (Karina vd 2003). Antalya/ Fettahlı’da düşük konsantrasyonda ölçülen DDE, uzun süre önceden çok az miktarda DDT kalıntısı olarak eser miktarda DDE konsantrasyonuna sebep olduğunu göstermiştir.

pp-DDT, Arjantin Mar Del Plata’daki tarım toprağında 472,50 ng/g olarak en yüksek konsantrasyonda ölçülen şehir olurken, Çin’in Tianjin’deki tarım toprağı 34 ng/g, Polonya Kazimierz’deki tarım toprağında 33,17 ng/g, Meksika Sonora’daki tarım toprağında 14,70 ng/g, İzmir/Aliağa’da endüstriyel toprakta 9,83 ng/g, Çin’in Tianjin kentindeki tarım toprağında 8,9 ng/g, Antalya/ Kumluca’daki tarım toprağında 4,67 ng/g, Çin/ Şangay’daki tarım toprağında 3,26 ng/g, Sakarya Pamukova’daki tarım toprağında 1,67 ng/g olarak tespit edilirken Antalya/Fettahlı’daki sera toprağında 8,57 ng/g olarak düşük konsantrasyonda tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyon ise 0,29 ng/g olarak Bolu’daki tarımsal toprakta tespit edilmiştir. Bolu’daki pp-DDT konsantrasyonunun atmosferik kirlilikten kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Karadeniz vd., 2015). Arjantin’deki yüksek konsantrasyonun ise kaçak kullanımlardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Karina vd., 2003). Antalya/ Fettahlı’daki 8,57 ng/g konsantrasyon ortalamasının da kaçak kullanımlardan kaynaklanabileceği öngörülmüştür. DDE konsantrasyonu 0,04 ng/g iken DDT konsantrasyonu 8,57 ng/g olması, yakın zaman içerisinde kaçak DDT kullanımı olduğunu ve henüz parçalanarak DDE veya DDD’ye dönüşmediğini göstermiştir.

pp-DDD, en yüksek konsantrasyonu 14 ng/g olarak Çin'in Tianjin kentindeki tarım toprağında tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyon ise 0,21 ng/g olarak Bolu'daki tarım toprağında tespit edilmiştir. Antalya /Fettahlı'da ise pp-DDD konsantrasyonu 0,37 ng/g olarak tespit edilmiş ve uzun süre önce kullanılan DDT'nin bozunarak eser miktarda toprakta DDD olarak kaldığını göstermiştir. Çin/Tianjin'de ise yasaklanmadan önce kalan DDT kalıntıları olduğunu belirtmiştir (Wang vd 2006).

Toplam OCP kirleticileri incelendiğinde en yüksek konsantrasyonda kirleticiye sahip tarım toprağı yüksek pp-DDT kirlilik konsantrasyonundan dolayı 638,48 ng/g olarak Arjantin Mar Del Plata'daki tarım toprağında ölçülmüştür. Antalya/Fettahlı'da $\Sigma 17$ OCP konsantrasyonu 21,34 ng/g olarak tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyon Bolu'daki tarım toprağında 2,56 ng/g olarak ölçülmüştür. Antalya Fettahlı'daki $\Sigma 17$ OCP konsantrasyonu (21,34 ng/g) diğer şehirler ile kıyaslandığında nispeten az miktardadır.

Pestisitlerin farklı şehirler ile kıyaslanması sonucunda yüksek konsantrasyonlara sahip ölçümlerin kaçak kullanımlardan kaynaklandığı, düşük dozdaki miktarların ise atmosferik taşınım sonucu olabileceği belirtilmiştir (Gedik vd., 2016; Karadeniz vd., 2015; Karina vd., 2003; Kim vd., 2001; Wang vd., 2006)

3.5. OCP Seviyelerinin Mevsimsel Kıyaslaması ve Sera Özellikleri ile İlişkilendirilmesi

48 adet seradan alınan numunelerin analizi sonucunda, Tablo 3.4'te seraların mevsimsel kıyaslama tablosu oluşturulmuştur. 48 serada mevsimsel olarak ölçülen OCP konsantrasyonları tabloda belirtilmiş ve minimum, maksimum, ortalama ve ortanca değerleri iki mevsim için de belirtilmiştir.

Yaz dönemi ve kış dönemi OCP kirleticilerinin konsantrasyonları Tablo 3.4'de verilmiştir. Buna göre yaz örnekleme döneminde ölçülen en düşük $\Sigma 17$ OCP konsantrasyonu 1,29 ng/g olarak 22 numaralı plastik örtülü ve 1 yıldan kısa süredir faaliyetini gerçekleştiren serada tespit edilmiştir. Yaz dönemi en yüksek $\Sigma 17$ OCP konsantrasyonu 42,24 ng/g olarak 6 yıldır faaliyetine devam eden 21 numaralı plastik örtülü serada tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde ortalama $\Sigma 17$ OCP konsantrasyonu ise 13,18 ng/g olarak ölçülmüştür. Kış örnekleme döneminde en yüksek $\Sigma 17$ OCP

konsantrasyonu 337,49 ng/g olarak 43 numaralı, 23 yıldır faaliyetine devam eden cam örtülü serada tespit edilmiştir. 43 numaralı serada yüksek toplan OCP seviyesinin ölçülmesinin nedeninin ölçülen yüksek DDT miktarı olduğu belirlenmiştir. En düşük OCP konsantrasyonu 2,32 ng/g olarak 2 numaralı, 2 yıldır faaliyetini sürdüren plastik örtülü serada tespit edilmiştir. Bu seranın anket verileri incelendiğinde, gübre çeşidi ve kullanım sıklığından bahsedilmediği sadece kullanılan kimyasal çeşidinin 5 adet olduğu belirtilmektedir. Kış mevsiminde ortalama Σ_{17} OCP konsantrasyonu ise 31,49 ng/g olarak tespit edilmiştir.

Yaz ve kış mevsimi toplam OCP verileri kıyaslandığında kış mevsiminde daha fazla OCP miktarı tespit edilmiştir. Yaz dönemindeki havalandırmaların kış dönemine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Kış döneminde sera içindeki sıcaklığın bazı haşeratlar için uygun sıcaklık şartlarını sağladığından kış mevsiminde haşerat popülasyonu yazıya göre daha fazladır. Bu sebeple kış aylarında da kimyasal ilaçlar kullanımı yazıya göre daha fazladır. Bunun yanında kış ayında, verimli üretim sıcaklığını bozmamak için daha az havalandırma yapıldığı ve ortam içindeki sıcaklığın düşmemesi (veya ısıtma için daha az yakıt harcaması yapmak) için daha az havalandırma yapıldığı görülmüştür. Kış ayında haşerat popülasyonunun sera içindeki artışı sebebiyle yaz mevsimine göre daha fazla ilaçlamaya ihtiyaç duyulduğu ve daha fazla ilaç kullanıldığı görülmüştür.

17 OCP yaz ve kış kıyaslaması yapılacak olursa; metoksiklor, endrin aldehit, pp-DDE, b-HCH, g-HCH kirleticilerinin yaz mevsiminde kış mevsimi ortalamasından daha yüksek ortalamaya sahiptir.

a-HCH, d-HCH, heptaklor, aldrin, heptaklor epoksit, endosülfan I, dieldrin, endrin, endosülfan II, pp-DDD, endosülfan sülfat, pp-DDT ve Σ_{17} OCP ortalaması, yaz mevsiminde kış ölçümlerine göre daha düşük ölçülmüştür.

17 OCP kirleticinin yaz ve kış mevsimindeki en yüksek en düşük ve ortalama değerleri sera anket verileriyle kıyaslanarak her OCP kirleticisi için yorumlanmıştır.

Yaz dönemi Σ HCH(a-HCH, b-HCH, d-HCH, g-HCH) miktarı kıyaslandığında; en düşük değeri 0,016 ng/g olarak 49 numaralı serada tespit edilmiştir. 49 numaralı sera 4 farklı kimyasal ilaç kullanıldığı belirtilmiştir.

Tablo 3.4. Sera toprağında yaz ve kış mevsiminde ölçülen OCP seviyeleri

Ölçülen OCP (ng/g)	Yaz Mevsimi (ng/g)				Kış Mevsimi (ng/g)			
	Ortalama	Ortanca	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Ortanca	En Düşük	En Yüksek
a-HCH	0,030	0,024	0,010	0,082	0,058	0,051	0,009	0,204
b-HCH	1,040	0,701	0,304	4,499	0,843	0,874	0,205	1,692
g-HCH	1,032	0,815	0,650	1,969	0,768	0,674	0,116	1,714
ΣHCH	0,723	0,652	0,016	4,499	0,520	0,372	0,009	1,766
Endosülfan Sülfat	2,552	1,534	0,013	11,017	8,457	8,457	7,562	9,352
ΣEndosülfan	6,541	6,536	0,059	32,023	5,035	5,662	0,292	29,359
Aldrin ve Dieldrin	2,915	1,425	0,074	16,379	3,521	2,264	0,073	16,908
ΣHeptaklor	0,109	0,052	0,010	0,471	0,147	0,103	0,013	0,397
Endrin ve endrin ald.	2,581	1,787	0,082	9,959	2,672	1,987	0,572	16,249
ΣDDT	0,608	0,344	0,018	2,497	25,201	0,834	0,017	308,945
Metoksiklor	1,626	0,564	0,137	19,488	1,569	1,150	0,085	4,994
ΣOCP	13,183	13,130	1,290	42,244	31,489	11,941	2,323	337,489

Sera 23 yıllık cam sera olduğu 5 farklı gübre kullanıldığı anket verisi ile tespit edilmiştir. Kimyasal kullanım sıklığı 10 günde bir olarak belirtilmiştir. Yaz dönemi en yüksek Σ HCH değeri ise 4,49 ng/g ile 47 numaralı serada tespit edilmiştir. 47 numaralı sera 24 yıllık cam sera olup, 3 çeşit gübre kullanıldığı ve gübre kullanım sıklığının 5 günde bir olduğu; yine bu serada 4 çeşit kimyasal ilaç kullanıldığı ve ilaç kullanım sıklığının 7 günde bir olduğu belirtilmiştir. Yaz dönemi Σ HCH miktarı ortalaması 0,723 ng/g olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi en düşük Σ HCH miktarı 40 numaralı serada 0.009 ng/g olarak tespit edilmiştir. Bu seradaki anket verilerine göre 17 yıllık cam örtülü sera olduğu, 5 çeşit gübre kullanıldığı ve haftada bir kez gübreleme yapıldığı belirtilmiştir. Kimyasal kullanımı ise 4 çeşit kimyasal ile 10 günde bir olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi en yüksek Σ HCH miktarı 1,766 ng/g olarak 36 numaralı serada tespit edilmiştir. 36 numaralı serada 4 çeşit gübre ile haftada bir gübreleme sıklığı ile gübreleme yapıldığı; 5 farklı kimyasal ile haftada bir ilaçlama yapıldığı belirtilmiştir. 36 numaralı seranın henüz 3 aylık ve plastik örtülü sera olduğu, daha öncesinde 20 yıllık cam örtülü seranın burada mevcut olduğu fakat yenilendiği, anket verileri ile tespit edilmiştir. Σ HCH kış dönemi ortalaması 0,520 ng/g olarak tespit edilmiştir. Yaz ve kış dönemi kıyaslandığında aralarında 0,203 ng/g bir fark ile yaz mevsimi ortalamasının yüksek olduğu ve mevsimsel değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Σ Endosülfan (endosülfan I, endosülfan II, endosülfan sülfat) için mevsimsel kıyaslama yapılacak olursa, yaz dönemi en yüksek Σ Endosülfan miktarı 32,023 ng/g olarak 21 numaralı serada tespit edilmiştir. 21 numaralı sera cam örtülü olup kimyasal ilaç kullanımı, gübre kullanımı hakkında anket verilerine ulaşılamamıştır. Yaz dönemi en düşük Σ Endosülfan miktarı ise 0,059 ng/g olarak 5 numaralı serada tespit edilmiştir. Bu sera ise 7 yıldır faaliyet gösteren plastik örtüye sahip bir seradır. 1 çeşit gübre kullanımı ve 5 günde bir sıklıkla gübrelendiği, 4 çeşit kimyasalın 10 günde bir sıklıkla ilaçlanmada kullanıldığı belirtilmiştir. Yaz dönemi ortalama Σ Endosülfan miktarı 6,541 ng/g olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi en yüksek Σ Endosülfan miktarı 29,359 ng/g olarak 27 numaralı serada tespit edilmiştir. 27 numaralı sera, 16 yıldır faaliyetine devam eden cam örtülü bir seradır. Bu serada 1 çeşit gübre kullanıldığı ve ekinden hemen önce gübrelendiği belirtilmiş olup, 6 çeşit kimyasal ile 10 günde bir sıklıkla kimyasal ilaçlama yapıldığı anket verileriyle tespit edilmiştir. Kış dönemi en düşük

Σ Endosülfan miktarı 0,292 ng/g olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi en düşük değere sahip 42 numaralı plastik örtülü, 3 yıldır faaliyetlerine devam eden serada 1 çeşit gübre kullanıldığı ve haftada bir sıklıkla kullanıldığı, 3 çeşit kimyasal ilaç kullanıldığı ve haftada bir kullanıldığı belirtilmiştir. Kış dönemi ortalama Σ Endosülfan miktarı ise 5,034 ng/g olarak tespit edilmiştir. Yaz döneminde 6,541 ng/g olarak endosülfan kış döneminde nispeten biraz daha az tespit edilmiştir. Σ Endosülfan miktarlarının yüksek olduğu seralarda gübre çeşidi ve kullanım sıklığının en düşük miktarlardaki seralar ile yakın değerlerde olduğunu, fakat kimyasal ilaç miktarları kıyaslandığında, en yüksek endosülfan değeri tespit edilen seranın minimum değer tespit edilen seraya göre daha fazla çeşitte kimyasal ilaç kullandığını ve daha sıklıkla ilaçlama yaptığını görebiliriz. Σ Endosülfan yaz ve kış dönemi için kış mevsiminde 5,035 ng/g iken yaz döneminde 6,541 ng/g olarak ölçülmüştür. Endosülfan kirleticisi ise kış mevsimi ölçümünde 8,457 ng/g iken yaz mevsiminde 2,55 ng/g olarak ölçülmüştür. Endosülfan türevlerinin yaz mevsimindeki ortalamayı yükselttiği ve kış mevsiminde ortalamayı düşürdüğü görülmektedir.

Σ Heptaklor (heptaklor, heptaklor epoksit B) için mevsimsel (yaz ve kış) kıyaslaması yapılacak olursa, yaz döneminde en düşük 0.01 ng/g olarak ölçülen 40 numaralı cam örtülü, 17 yıldır faaliyet gösteren serada tespit edilmiştir. Bu serada 5 çeşit gübre kullanıldığı ve haftada bir sıklıkla gübrelendiği ve 4 çeşit kimyasal ilacın on günde bir sıklıkla kullanıldığı anket verileriyle belirlenmiştir. Yaz dönemi en yüksek Σ Heptaklor miktarı 0,471 ng/g olarak cam örtülü ve 23 yıldır faaliyet gösteren 49 numaralı serada belirlenmiştir. Bu serada 5 çeşit gübre ile haftada bir gübreleme yapıldığı, 4 çeşit kimyasal ile on günde bir sıklıkla ilaçlama yapıldığı tespit edilmiştir. Kış dönemi en düşük Σ Heptaklor miktarı 0,013 ng/g olarak 27 numaralı serada tespit edilmiştir. 27 numaralı seranın 15 yıldır faaliyetlerini sürdüren cam örtülü sera olduğu, tek çeşit gübreleme yapıldığı ve gübrenin ekinden hemen önce yapıldığı, 6 çeşit kimyasalın 10 günde bir sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Kış dönemi en yüksek Σ Heptaklor miktarı 0,397 ng/g olarak tespit edilen 40 numaralı, 17 yıldır faaliyet gösteren 5 çeşit gübre ile haftada bir gübreleme yapılan, 4 çeşit kimyasal ile on günde bir ilaçlama yapılan cam örtülü sera olduğu tespit edilmiştir. Kış dönemi ortalaması 0,147 ng/g olarak tespit edilmiştir. Σ Heptaklor yaz ve kış dönemi ortalamalarını kıyasladığımızda değerlerin birbirine çok yakın olduğunu görebiliriz. Fakat en yüksek Σ Heptaklor

miktarının tespit edildiği seraların uzun yıllardır faaliyet gösterdiği ve heptaklorun az miktarda da olsa toprak numunelerinde tespit edilmesinin, doğada kısa sürede bozunmadığını ve kullanılan kimyasalların Σ Heptaklor miktarına etki ettiği ilişkisini anket verileri ve deneysel sonuçların kıyaslanması ile anlamlı ilişki kurulabilir. Mevsimsel kıyaslamalar sonucunda nispeten de olsa kış mevsiminde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Aldrin ve dieldrin için mevsimsel kıyaslama yapılmıştır. Yaz dönemi en düşük aldrin ve dieldrin miktarı 0,074 ng/g olarak 22 numaralı serada ölçülmüştür. Plastik örtülü seranın henüz bir yıldan kısa süredir faaliyet gösterdiği ve kimyasal kullanımı ve diğer verilerinin mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Yaz dönemi en yüksek miktar 16,379 ng/g olarak, 43 numaralı 23 yıldır faaliyet gösteren cam örtülü serada olduğu tespit edilmiştir. Serada kimyasal ilaç kullanımı hakkında anket verisi bulunmamaktadır. Kış dönemi aldrin ve dieldrin en düşük değeri 0,073 ng/g olarak yine yaz döneminde olduğu gibi 22 numaralı serada tespit edilmiştir. Bu sera bir yıldan kısa süredir faaliyet göstermektedir. Kış dönemi en yüksek aldrin ve dieldrin değeri 16,908 ng/g olarak 43 numaralı serada ölçülmüştür. En düşük miktarların ölçüldüğü sera yaşının 1 yılın altında ve maksimum değerini tespit edildiği seranın 23 yıldır faaliyette olduğu görülmüştür. Aldrin ve dieldrin, toprakta uzun yıllar kullanımı ile biriktiğini minimum ve maksimum miktardaki verilerin kıyaslanması ile ispatlanabilir. Yaz dönemi ortalama aldrin ve dieldrin miktarı ise 2,915 ng/g olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi için ortalama aldrin ve dieldrin miktarı ise 3,521 ng/g olarak tespit edilmiştir. Aldrin ve dieldrin için mevsimsel kıyaslamalara bakılacak olursa iki dönemin sonucu aynı seraları ve neredeyse aynı sonuçları minimum ve maksimum değerlerde kesiştirmiştir. Fakat ortalama değerler kıyaslandığında kış mevsiminin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Σ Endrin (endrin, endrin aldehit), için yaz dönemi en düşük miktarı 0,082 ng/g olarak 39 numaralı, 1 yıldan kısa süredir faaliyet gösteren cam örtülü serada tespit edilmiştir. Bu serada 5 çeşit kimyasal kullanıldığı ve 10 günde bir sıklıkla ilaçlama yapıldığı anket verileriyle tespit edilmiştir. Σ Endrin yaz dönemi en yüksek miktarı 9,959 ng/g olarak 21 numaralı, 6 yıldır faaliyetini devam ettiren plastik örtülü serada olduğu tespit edilmiştir. Yaz dönemi ortalama değeri 2,581 ng/g olarak tespit edilmiştir. Kış dönemi Σ Endrin için en düşük miktarı 0,572 ng/g olarak 2 numaralı, 2 yıldır faaliyet gösteren

serada tespit edilmiştir. Bu serada 5 farklı kimyasal ilaç kullanıldığı anket verileriyle belirlenmiştir. Kış dönemi en yüksek Σ Endrin miktarı 16,249 ng/g olarak 49 numaralı 23 yıldır faaliyetine devam eden cam örtülü serada tespit edilmiştir. Bu serada 4 farklı kimyasal ilaç kullanıldığı ve 10 günde bir sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Kış dönemi Σ Endrin ortalaması ise 2,672 ng/g olarak tespit edilmiştir. Yaz ve kış dönemi ortalama değerlerinin birbirine çok yakın olsa da yaz döneminin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek Σ Endrin değeri tespit edilen seraların uzun yıllardır faaliyet gösterdiği görülmektedir. Endrin ve türevlerinin insan yapımı olduğu ve doğada bulunmadığı bilinmektedir. En düşük miktardaki ve en yüksek miktardaki endrin kirletici sonuçlarını kıyasladığımızda sera yaşı büyüdükçe parametrenin de arttığı görülmektedir. Tabii ki kullanılan kimyasal ilaç miktarı ve çeşidi de doğrudan parametrenin değerini arttırmaya etkindir.

Metoksiklor için mevsimsel kıyaslama, anket verileri karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu verilere göre; yaz dönemi en yüksek metoksiklor miktarı 19,487 ng/g olarak bir yıldan kısa süredir faaliyet gösteren plastik örtüye sahip 35 numaralı serada tespit edilmiştir. Bu serada 5 çeşit kimyasal kullanımı ve 10 günde bir kullanım sıklığı ile ilaçlama yapıldığı belirtilmiştir. Yaz dönemi en düşük metoksiklor miktarı ise 0,137 ng/g olarak 29 numaralı 5 yıldır faaliyet gösteren plastik örtülü serada tespit edilmiştir. Bu serada ilaç miktarı ve ilaçlama sıklığı ile ilgili veriler belirtilmemiştir. Kış dönemi ölçümlerine göre en yüksek metoksiklor miktarı 4,994 ng/g ile 3 yıldır faaliyet gösteren plastik örtüye sahip 12 numaralı serada tespit edilmiştir. 12 numaralı serada anket verilerine göre 7 farklı kimyasal ilaç kullanıldığı ve kullanım sıklığının haftada bir defa olduğu belirtilmiştir. Kış mevsiminde en düşük metoksiklor miktarı 0,085 ng/g olarak 14 numaralı serada tespit edilmiştir. Seraya ait ilaç kullanımı ve gübre kullanımı hakkında anket verisi mevcut değildir. Kış ayı ortalama metoksiklor miktarı 1.569 ng/g olarak tespit edilmiştir. Yaz ve kış verileri kıyaslandığında ortalama değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Kış döneminin yaz döneminden nispeten daha az olduğu tespit edilmiştir.

DDT (pp'DDE, pp'DDD, pp'DDT), OCP kirleticileri içinde en önem verilen kirleticidir. pp'DDT parçalandığında pp'DDE ve pp'DDD oluşur. Bu sebeple toplam DDT değeri olarak pp'DDE, pp'DDD, pp'DDT toplamı hesaplanmıştır. Bu parametrenin mevsimsel ölçümler ve anket verileri kıyaslanmıştır. DDT yaz mevsimi

en düşük değeri 0,018 ng/g olarak 4 numaralı, 2 yıldır faaliyetin gösteren plastik örtülü serada tespit edilmiştir. Seranın anket verilerine göre 5 çeşit kimyasal ilaç kullandığı belirtilmiş fakat ne sıklıkla kullandığı belirtilmemiştir. DDT yaz mevsimi en yüksek değeri ise 2,497 ng/g olarak 1 yıldır faaliyet gösteren plastik örtülü 4 numaralı serada tespit edilmiştir. Bu serada 2 çeşit kimyasal kullanıldığı ve 10 günde bir sıklıkla kullanıldığı ankette belirtilmiştir. Yaz mevsimi ortalama DDT değeri 0,608 ng/g olarak tespit edilmiştir. DDT için kış mevsimi en düşük değeri 0,017 ng/g olarak 36 numaralı, bir yıldan kısa süredir faaliyet gösteren serada tespit edilmiştir. Kış mevsimi en yüksek değeri ise 308,945 ng/g olarak 43 numaralı, 23 yıldır faaliyetine devam eden cam örtülü serada tespit edilmiştir. Kış mevsimi ortalaması 25,200 ng/g olarak tespit edilmiştir. Mevsimsel farklılıkların diğer parametrelere göre daha yüksek olmasının sebebi 3 seradaki ortalama pp'DDE, pp'DDD, pp'DDT toplam miktarının yüksek olmasıdır. DDT miktarı yüksek olan 43 numaralı seranın yaz mevsimindeki miktarı ise 0,828 ng/g olarak ölçülmüştür. Kış döneminde alınan kompozit numune ile yaz dönemindeki büyük farklılığın nedenleri numune alınırken farklı yerlerden alındığı veya sera içinde mevcut olan DDT'nin sularla taşınabildiği öngörülebilir. DDT'nin ülkemizde 1980'li yıllarda kullanımı yasaklandığı ve günümüzde alınan numunede DDT miktarının yüksek olduğu tespit edildiğinden dolayı DDT'nin toprakta uzun yıllardır mevcut olduğunu ve seranın bazı noktalarında birikip dağılmadığı öngörülebilir. DDT'nin literatürdeki bilgilere göre yeraltı sularına geçmeden uzun yıllar toprağın yüzeyinde kalabildiği ve her ekim sırasında toprağın kazıldığı, bundan dolayı da toprakta biriken DDT'nin toprak yüzeyine çıkmış olabileceği öngörülebilir.

Seralara ait deney sonuçları, anket verileriyle kıyaslanmıştır. Mevsimsel farklılıkların yanı sıra seraların yaşları ve kullanılan kimyasalların da OCP miktarlarına doğrudan etkisi olduğu, anket verileri ve deney sonuçlarının kıyaslanması ile anlaşılmıştır. Uzun yıllardır faaliyet gösteren seralarda OCP miktarlarının daha yüksek olduğu, yeni seralarda ise daha az OCP'ye rastlanılmıştır.

3.6. Domates Meyvelerindeki OCP Konsantrasyonu

Toprakta, toprak suyunda ve domates meyveleri için OCP'lerin konsantrasyonlarının tahmini (Can-Terzi vd., 2019)'nin önerdiği eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

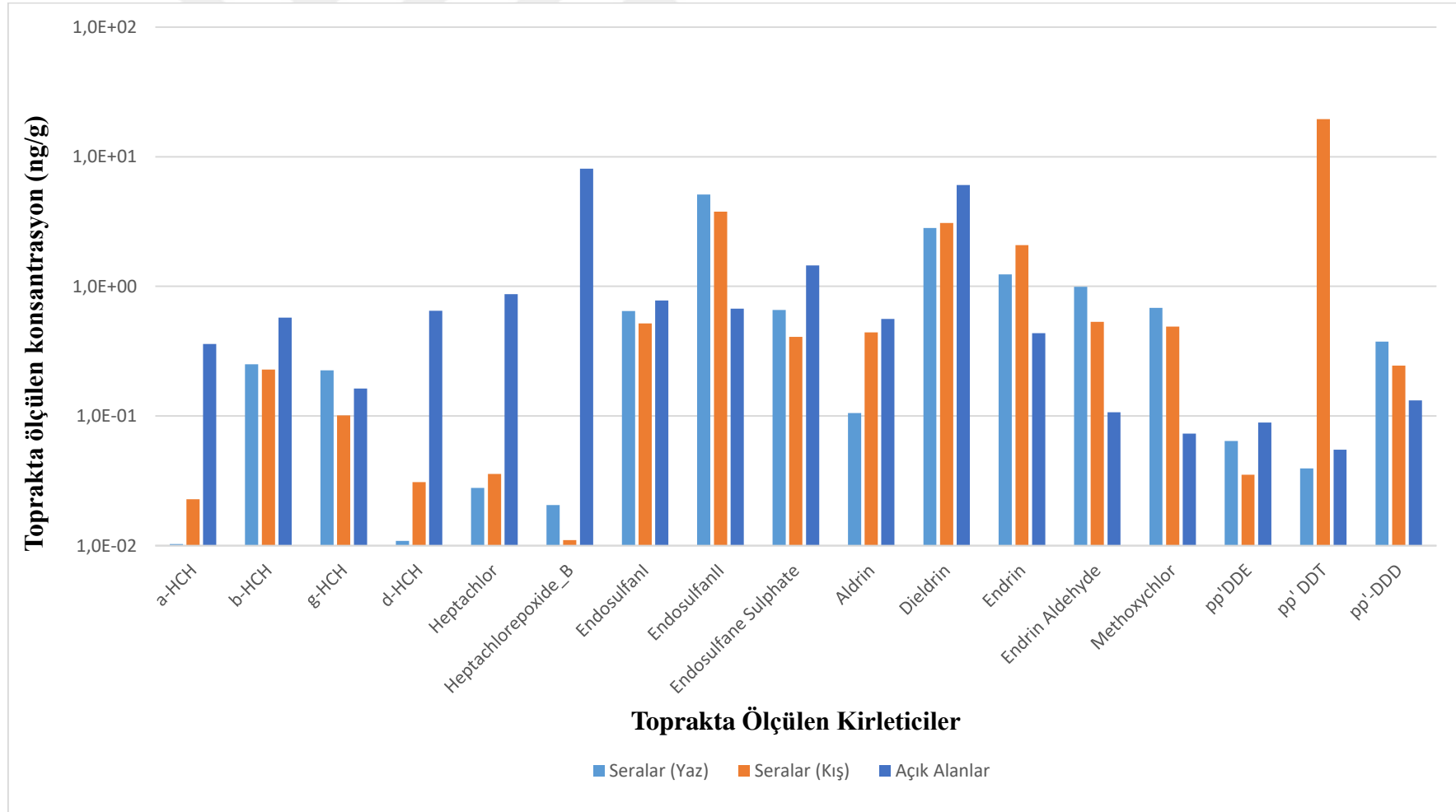
Seralardan alınan numunelerde yaz ve kış verilerinin yanısıra açık alandan alınan (sera yakınından) toprak numunesi de kıyaslanmıştır.

Seralarda toprak numunelerinin analizine göre topraktaki OCP konsantrasyonları Şekil 3.2’te verilmiştir. a-HCH ($2,28 \times 10^{-2}$ ng/g), d-HCH ($3,10 \times 10^{-2}$ ng/g), heptaklor ($8,71 \times 10^{-2}$ ng/g), heptaklor epoksit ($1,10 \times 10^{-2}$ ng/g), pp-DDE ($3,53 \times 10^{-2}$ ng/g) diğer kirleticilere göre nispeten daha az konsantrasyonda tespit edilmiştir. Endosülfan ($7,79 \times 10^{-1}$ ng/g), dieldrin (3,08 ng/g), ise diğer OCP’lere göre daha yüksek hesaplanmıştır. Kış mevsiminde pp-DDT (19,5 ng/g)’nin diğer kirleticilere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Sera içinde ve dışında alınan örneklerin analizleri kıyaslandığında a-HCH, b-HCH, d-HCH, heptaklor, heptaklor epoksit, endosülfan sülfat, dieldrin sera dışında daha yüksek tespit edilmiştir. pp-DDT konsantrasyonunun kaçak kullanımdan dolayı yüksek miktarda ölçüldüğü tahmin edilmiştir. OCP’lerin toprakta birikimi söz konusu olsa da kullanılan kimyasalların bakanlık tarafından onaylı olduğu ve yasaklı kimyasalları içermediği bilinmektedir. Bu sebeple oluşan kirliliğin toprakta önceden kalan birikim olabileceği sonucunda yüksek konsantrasyonlarda ölçüldüğü tahmin edilmiştir.

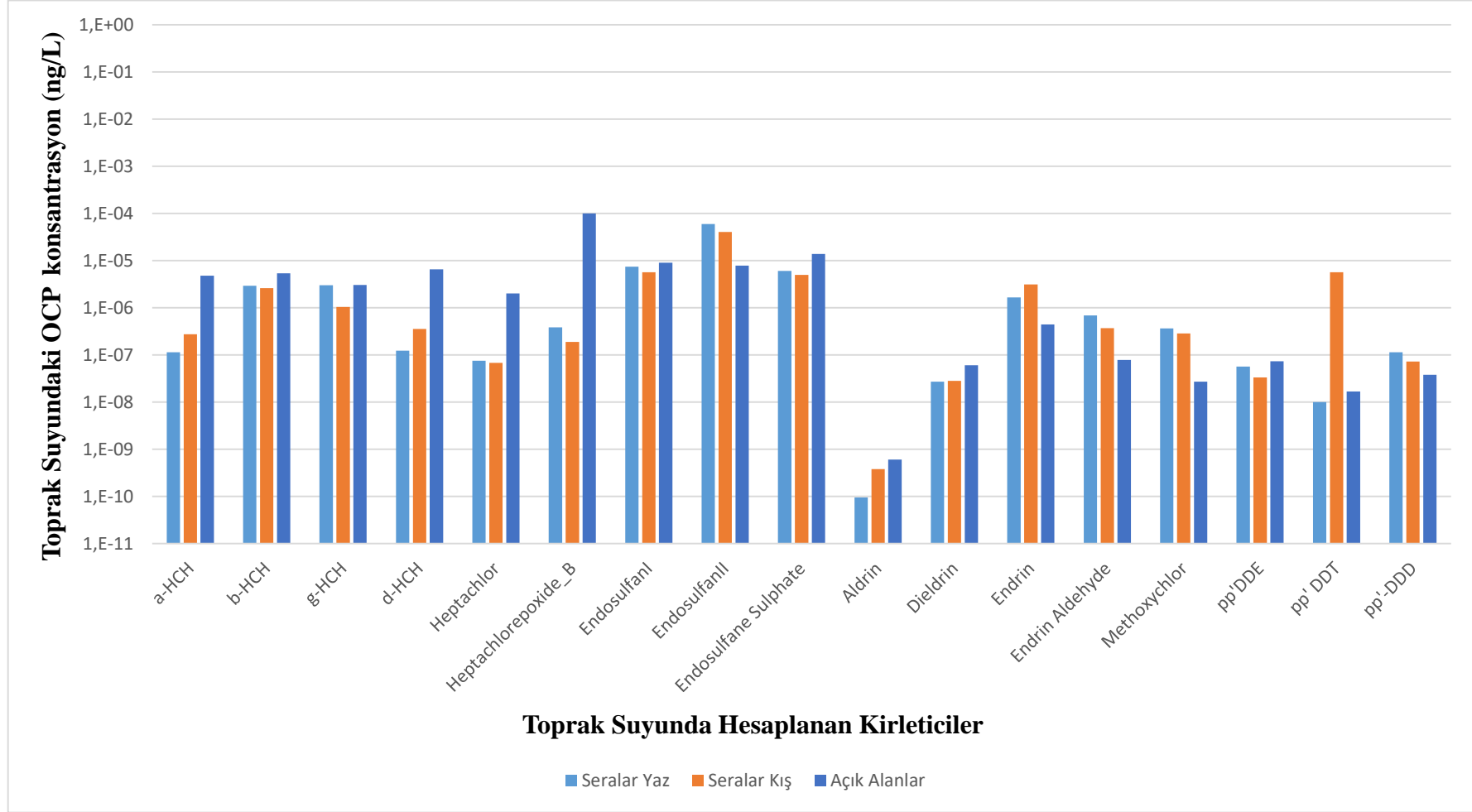
Toprakta ölçülen OCP’lere göre nispeten daha az miktarda topraktaki suda tespit edildiği Şekil 3.3’te belirlenmiştir.

a-HCH toprakta $2,28 \times 10^{-2}$ ng/g olarak ölçülürken toprak suyunda $2,73 \times 10^{-7}$ mg/L olması tahmin edilmiştir. Toprakta toprak suyuna geçişlerde konsantrasyonların çok düşük miktarlarda olduğu görülmektedir. Toprak suyunda tespit edilen en yüksek kirletici endosülfan II $4,05 \times 10^{-5}$ mg/L olarak hesaplanırken topraktaki endosülfan II konsantrasyonu 0,672 ng/g olarak ölçülmüştür. Toprak suyundaki konsantrasyonların yaklaşık 0,006 oranında daha düşük endosülfan II olduğu tahmin edilmiştir.

Topraktaki su, bitkinin kökleri ile bitkiye aktarılacağı göz önüne alınarak önemli bir kriterdir. Toprak suyunda tahmin edilen; 17 OCP kıyaslandığında aldrin ($3,77 \times 10^{-10}$ mg/L), diğer OCP’lere göre her iki mevsimde de daha az miktarda toprak suyunda ölçülmüştür.



Şekil 3.2. Toprakta ölçülen konsantrasyonlar (Ortalama değerler)



Şekil 3.3. Toprak suyunda tahmini konsantrasyonlar (Ortalama değerler)

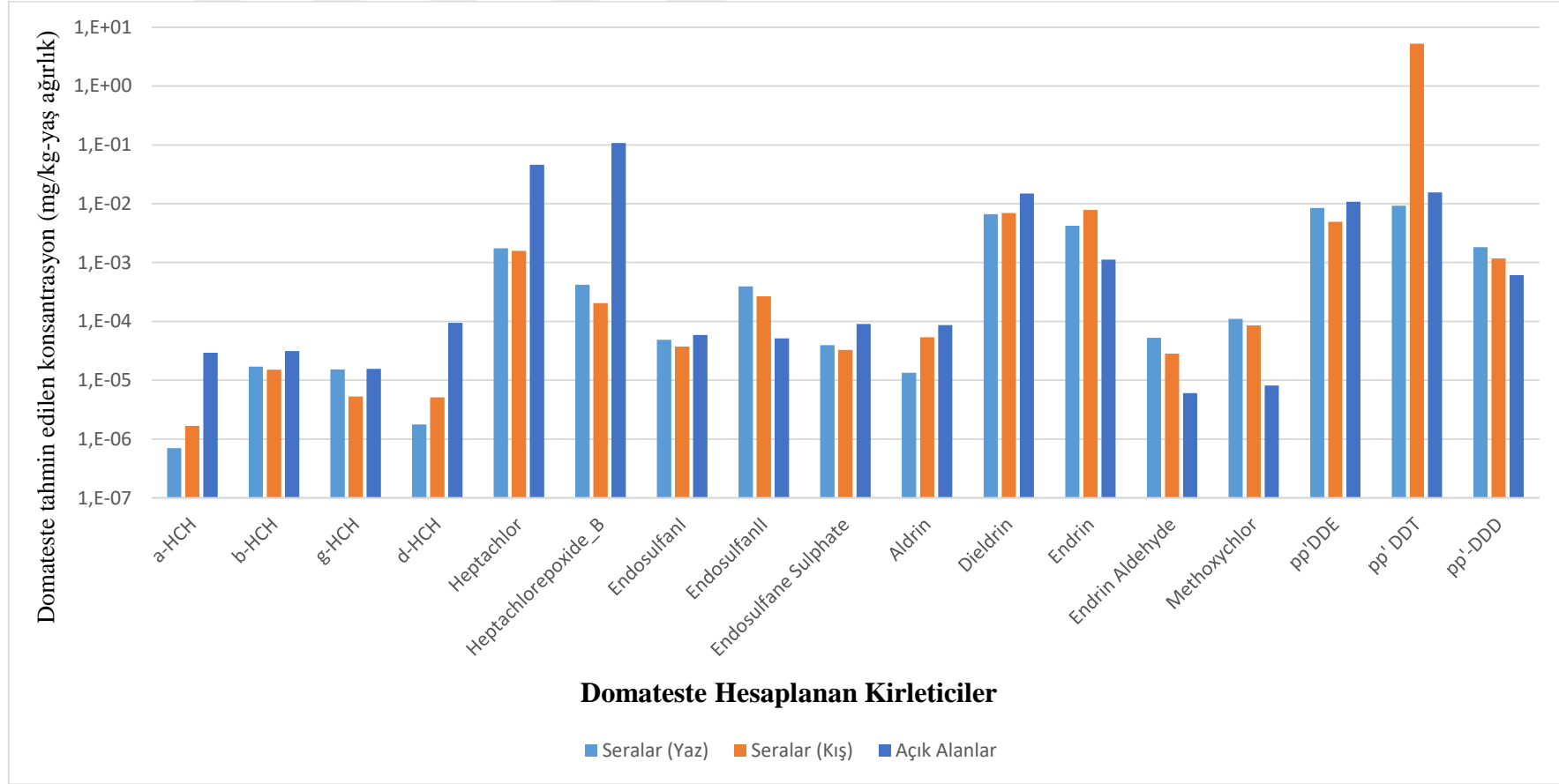
Toprakta emilim ile ve toprak suyundan bitki kökleriyle domatese geçmesi tahmin edilen OCP'lerin konsantrasyonları Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

a-HCH toprakta 0,0228 ng/g olarak ölçülürken toprak suyunda $2,73 \times 10^{-7}$ mg/L olması tahmin edilmiştir. Domateste ise bu konsantrasyonun ($1,86 \times 10^{-6}$ mg/kg-yaş ağırlık) olabileceği hesaplanmıştır. Üç grafik karşılaştırıldığında, en yüksek konsantrasyonun toprakta olduğu ve daha sonrasında domateste olması tahmin edilmiştir. HCH konsantrasyonlarının ülkemizde 1980'li yıllarda yasaklanmasından dolayı kimyasallarda bulunmadığı bilinmektedir. Konsantrasyonların düşük çıkmasının kaçak kimyasal kullanımı olmadığını ve hesaplanan eser miktardaki HCH konsantrasyonlarının topraktaki birikimlerden olabileceği öngörülmüştür.

Toprakta ve toprak suyunda diğer OCP'lere göre yüksek olduğu ve kaçak deşarjın sebep olabileceği öngörülen pp-DDT ise domateste 5,24 mg/kg-yaş ağırlık olarak tahmin edilmiştir. Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.3 kıyaslandığında, topraktaki konsantrasyon miktarlarının yaklaşık 0,001'inin toprak suyuna geçtiği görülmüştür (örneğin a-HCH'nin topraktaki konsantrasyonu 0,0228 ng/g iken toprak suyunda 0,000000273 mg/L olması beklenmiştir). Toprakta oluşan kirliliğin çok düşük konsantrasyonlar ile toprak suyuna ve domatese geçtiği ve bu miktarların çok düşük olduğu görülmüştür. Bu konsantrasyonların insan sağlığı için risk oluşturup oluşturmadığı ve domatesin beslenme yoluyla oluşturabileceği maruziyet, tehlike ve kanser riski, Oracle Crystal Ball 4.0 Monte Carlo Simülasyonu ile bir sonraki bölümde tahmin edilmiştir.

Üç tablo kıyaslandığında domates yetiştirilen topraktaki kirleticilerin toprak suyundan ziyade domateste olabileceği tahmin edilmektedir. OCP'lerin topraktan domatese geçerek, insanlara bu pestisitlerin domatesin besin olarak tüketilmesi sonucunda oluşturabileceği bir maruziyet söz konusudur. Bu maruziyet ve kullanılan kimyasalların insana bünyesine ne kadar aktarılabilmesi olasılığı ve insan için kanser riski olasılığı Monte Carlo Simülasyonu ile bir sonraki bölümde tahmin edilmiştir.

Sera dışındaki (tablolardaki açık alan) toprak analizleri incelendiğinde bu topraklarda da OCP'lere rastlanıldığı görülmektedir.



Şekil 3.4. Domateste tahmini konsantrasyonlar (Ortalama değerler)

Açık alanlardaki OCP konsantrasyonları dikkate alındığında bu alanlarda daha önceden seracılık faaliyeti yahut tarım faaliyetlerinin yapıldığı tahmin edilmektedir. Sera dışından alınan bu numunelerin analizinde dikkate değer OCP'lere rastlanılmıştır. Bölgenin daha önceden de seracılık faaliyetlerinde kullanılan toprak arazisi olabileceği tahmin edilmektedir.

3.7. Domates Tüketimi ile Oluşan Maruziyet

OCP'lerin toprakta tespiti, yapılan analizlerle belirlenmiştir. OCP'ler toprağa uygulansa da topraktan toprak suyuna ve bitkiye (ve meyvesine) geçtiği bilinmektedir. (Wang vd., 2006). OCP'lerin toprak suyundaki verilerinden yola çıkarak domatesteki tahmini konsantrasyonları da Şekil 3.4'te belirtilmiştir.

Maruziyet, toprak analizinde ölçülen OCP, günlük domates tüketim miktarı ve ortalama yetişkin insan kilogramı çarpılarak hesaplanmıştır. OCP kirleticileri içerisinde kanser riski oluşturan kirleticiler USEPA tarafından belirlenmiş ve bu kirleticilere ait maruziyet ve risk hesaplamaları USEPA'nın belirlediği RfD (Referans doz) değerleri kullanılarak Monte Carlo Simülasyonu ile yapılmıştır (URL-6). USEPA'nın belirlediği RfD verileri ise Tablo 2.3'te listelenmiştir. Tablo 3.5'de OCP'lerin kanser riski hesabı yapılan Monte Carlo Simülasyonu'nda kullanılan dağılım parametreleri verilmiştir.

Tablo 3.5. Monte Carlo Simülasyonu dağılım parametreleri

Giriş Değişkeni (OCP)	Dağılım Modeli	Dağılım Parametreleri
g-HCH	Min Extreme	Likeliest=0,40,Scale=0,61
Heptaklor	Log Normal	Location=0,00,Mean=0,02,Std. Dev.=0,05
Endosülfan	Beta	Minimum=-0,20,Maximum=2,76, Alpha=0,86388,Beta=2,40769
Aldrin	Log Normal	Location=0,00,Mean=0,10,Std. Dev.=0,65
Dieldrin	Log Normal	Location=0,00,Mean=3,44,Std. Dev.=7,87
Endrin	Max Extreme	Likeliest=1,00,Scale=1,03
Metoksiklor	Log Normal	Location=0,00,Mean=0.67,Std. Dev.=14,08
pp' DDT	Log Normal	Location=0,00,Mean=1.39,Std. Dev.=70,02

Tablo 3.6’da OCP’lerin maruziyetleri, tehlike indeksi (HI), ve kanser riski ortalama, ortanca, en düşük ve en yüksek verileri gösterilmiştir. Türkiye’nin domates tüketim miktarları, ortalama insan ağırlığı ve pestisitlerin kirlilik konsantrasyonları, USEPA’nın belirlemiş olduğu risk tahmin verilerine göre karşılaştırılmıştır.

Yetiştirilen ürünlerin tüketim oranları %10-%90 arasında değişkenlik gösterdiğinden bir tek değişken olarak %90 tanımlanmıştır. Her simülasyon için 10000 deneme için hesaplama yapılmıştır.

Ülkemizdeki domates tüketimi 62-327 g/gün olarak Can Terzi ve arkadaşları tarafından belirlenmiştir (Can-Terzi vd., 2019). Domatesin salça, ketçap ve domates yan ürünleri olarak tüketildiği de varsayıldığında tüketim oranı %90 olarak değerlendirilebilir. USEPA IRIS’e göre tehlike indeksi (HI), ve kanser riski tahminleri aldrin, dieldrin, heptaklor, pp-DDT, endosülfan, endrin, g-HCH ve metoksiklor için hesaplanmıştır.

Tablo 3.6’da maruziyet riski için veriler incelendiğinde aldrin, dieldrin, heptaklor, pp-DDT, endosülfan, endrin, g-HCH ve metoksiklor için hesaplanmıştır. En belirgin maruziyet riski $1,46 \times 10^{-5}$ mg kg⁻¹ gün⁻¹ olarak dieldrin için belirlenmiştir. En düşük maruziyet riski $9,7 \times 10^{-8}$ mg kg⁻¹ gün⁻¹ olarak heptaklor için belirlenmiştir.

Tehlike indeksi (HI), 1’den küçük olduğu hesaplamalarda sağlık için olumsuz etkisinin olması beklenmemektedir. Tehlike indeksi verileri USEPA’nın verileri incelendiğinde, aldrin, dieldrin, heptaklor, pp-DDT, endosülfan, endrin, g-HCH ve metoksiklor için hesaplanmıştır. Maruziyet riski verilerinde olduğu gibi dieldrinin diğer kirleticilerden yüksek oranda olduğu görülmüştür ($29,37 \times 10^{-2}$). Dieldrin tehlike indeksi diğer kirleticilere göre yüksek olarak tespit edilse de 1’in altında hesaplanmış ve sağlık yönünden USEPA’nın belirlediği riskin altında olduğu görülmüştür.

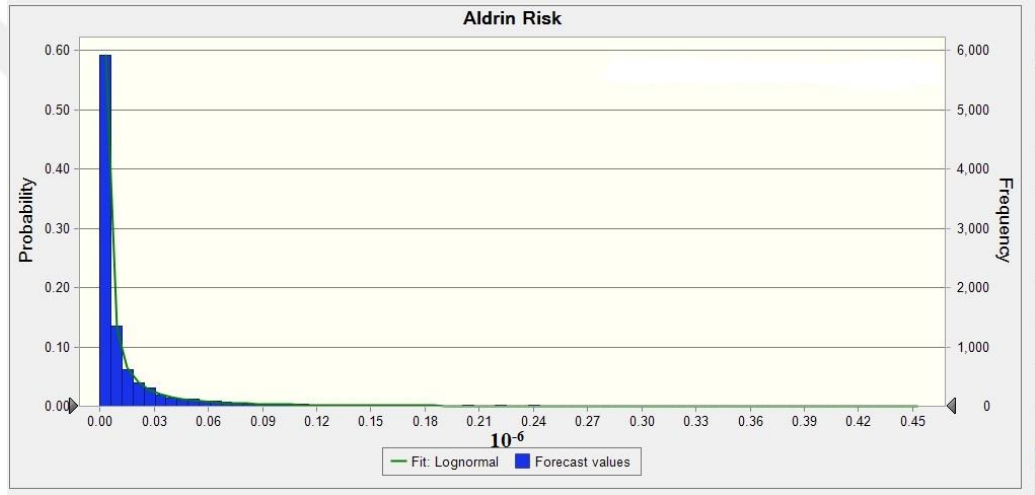
Tehlike indeksi verileri incelenen 8 kirleticiden en düşük olarak hesaplanan g-HCH için $5,06 \times 10^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’da %90 verisi incelendiğinde en yüksek tehlike indeksi 0,67 olarak dieldrin kirleticisi için ölçülmüştür. Maruziyet riski için de en belirgin kirleticisi $1,46 \times 10^{-5}$ mg kg⁻¹ gün⁻¹ olarak dieldrin için belirlenmiştir. İki veri kıyaslandığında birbirini teyit eder niteliktedir.

Tablo 3.6. Kanser riski oluşturan OCP'lerin risk tahmini

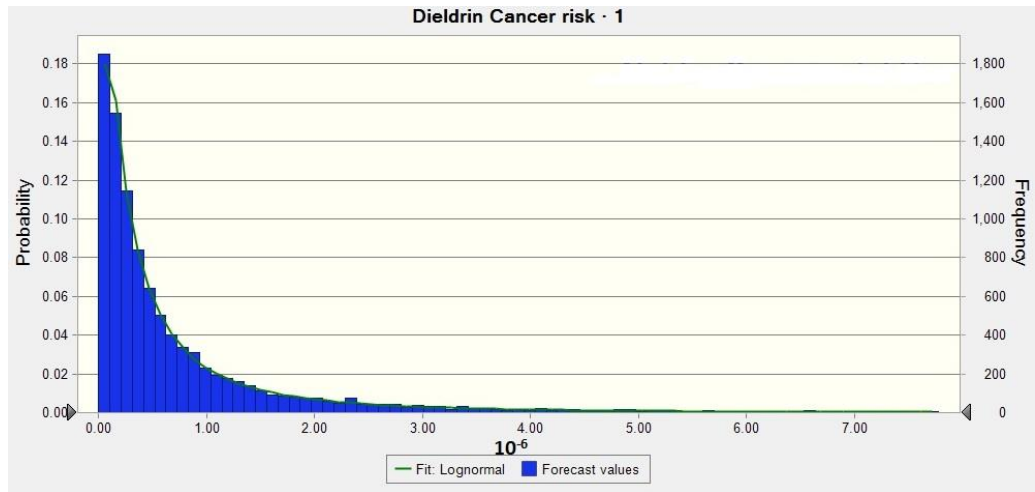
		Ortalama	Ortanca	En düşük	En yüksek	90%
Aldrin	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	4,43x10 ⁻⁷	6,65x10 ⁻⁸	2,48x10 ⁻¹¹	1,23 x10 ⁻⁴	8,11x10 ⁻⁷
	HI	14,77 x10 ⁻³	2,217 x10 ⁻³	8,2 x10 ⁻⁷	4,098	27,06 x10 ⁻³
	Risk	0,03 x10 ⁻⁶	3,91 x10 ⁻⁹	1,46 x10 ⁻¹²	7,23 x10 ⁻⁶	0,48 x10 ⁻⁷
Dieldrin	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	1.46 x10 ⁻⁵	5,91 x10 ⁻⁶	2,95 x10 ⁻⁸	2,46 x10 ⁻³	3,35 x10 ⁻⁵
	HI	29,37 x10 ⁻²	11,81x10 ⁻²	0,59 x10 ⁻³	4,94	0,67
	Risk	0,92 x10 ⁻⁶	0,37x10 ⁻⁶	1,84x10 ⁻⁹	1,54 x10 ⁻⁴	2,09x10 ⁻⁶
Heptaklor	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	9,7x10 ⁻⁸	4,20x10 ⁻⁸	4,16x10 ⁻¹⁰	6,73x10 ⁻⁶	2,24x10 ⁻⁷
	HI	0,19x10 ⁻³	0,084x10 ⁻³	8,3x10 ⁻⁷	13,46x10 ⁻³	0,45x10 ⁻³
	Risk	0,02x10 ⁻⁶	9,3x10 ⁻⁹	9,23x10 ⁻¹¹	1,49x10 ⁻⁶	0,05x10 ⁻⁶
pp DDT	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	1,019x10 ⁻⁵	1,22x10 ⁻⁷	9,43x10 ⁻¹³	3,11x10 ⁻²	4,38x10 ⁻⁶
	HI	20,378x10 ⁻³	2,44x10 ⁻⁴	1,88x10 ⁻⁹	62,13	8,76x10 ⁻³
	Risk	29,96x10 ⁻⁶	0,36x10 ⁻⁶	2,77x10 ⁻¹²	91,372x10 ⁻³	12,89x10 ⁻⁶
Endosülfan	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	3,16 x10 ⁻⁶	2,57x10 ⁻⁶	5,88x10 ⁻¹²	1,19 x10 ⁻⁵	6,98 x10 ⁻⁶
	HI	0,53 x10 ⁻³	0,43 x10 ⁻³	9,8 x10 ⁻¹⁰	1,98x10 ⁻³	1,16x10 ⁻³
Endrin	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	6,87 x10 ⁻⁶	5,98x10 ⁻⁶	-4,97 x10 ⁻⁶	0,50 x10 ⁻⁴	1,42x10 ⁻⁵
	HI	22,93 x10 ⁻³	19,92 x10 ⁻³	-169	166,85 x10 ⁻³	47,45x10 ⁻³
g HCH	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	-1,52x10 ⁻⁶	-9,79x10 ⁻⁷	-2,11x10 ⁻⁵	7,00x10 ⁻⁶	2,16x10 ⁻⁶
	HI	-5,06x10 ⁻³	-3,26x10 ⁻³	-70,34x10 ⁻³	23,34x10 ⁻³	7,2x10 ⁻³
Metoksiklor	Maruziyet (mg kg⁻¹ gün⁻¹)	2,71x10 ⁻⁶	1,34x10 ⁻⁷	1,2x10 ⁻¹¹	1,16x10 ⁻³	3,22x10 ⁻⁶
	HI	0,543x10 ⁻³	2,6x10 ⁻⁵	2,40x10 ⁻⁹	231,47x10 ⁻³	6,44x10 ⁻⁴

İnsanların domates tüketimi sonucu oluşabilecek kanser riski verileri Tablo 3.6’da belirtilmiştir. Bu miktarın yanısıra domatesin çiğ (taze) olarak tüketilmeyip farklı işlemlerden geçirilerek (salça, ketçap) gibi yendiğini ve bu süreçlerde kabuğu soyarak yıkanma, kaynatma gibi farklı proseslerin de domatesin kanserojen riskini azaltabileceği tahmin edilmektedir (Can-Terzi vd., 2019).

Şekil 3.5’da aldrin için kanser riski dağılım grafiği verilmiştir. Aldrin için kanser riski grafiği incelendiğinde Aldrin için ortalama değer $0,03 \times 10^{-6}$, ortanca değer $3,91 \times 10^{-9}$ olarak belirlenmiştir. Maksimum risk $7,23 \times 10^{-6}$ olarak, %90 olasılığı ise $0,48 \times 10^{-7}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Aldrin kanser riski olasılığı grafiği



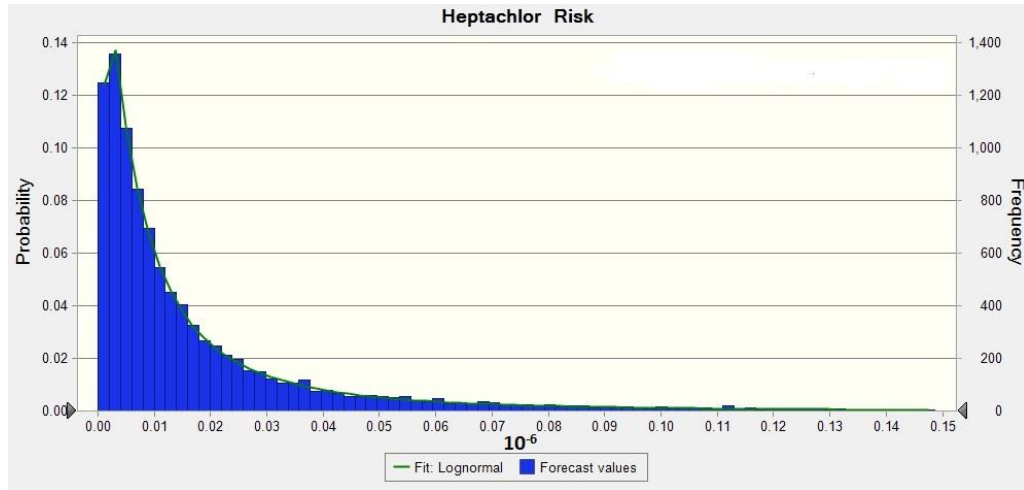
Şekil 3.6. Dieldrin kanser riski grafiği

Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 sonuçlarına göre USEPA'nın belirlediği $10^{-4} - 10^{-6}$ olasılığının altındadır. Kanser riski verilerinin altında sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Dieldrin, hesaplanan kanserojen riski olan kirleticilerin içerisinde en belirgin kirleticidir. Şekil 3.6 ve Tablo 3.6. verileri incelendiğinde dieldrin USEPA'nın kanser riski olasılığının altındadır. %90 olasılık hesabı ise $2,09 \times 10^{-6}$ olarak hesaplanmıştır. Dieldrin için ortalama değer $0,92 \times 10^{-6}$ iken ortanca değer $0,37 \times 10^{-6}$ olarak hesaplanmıştır.

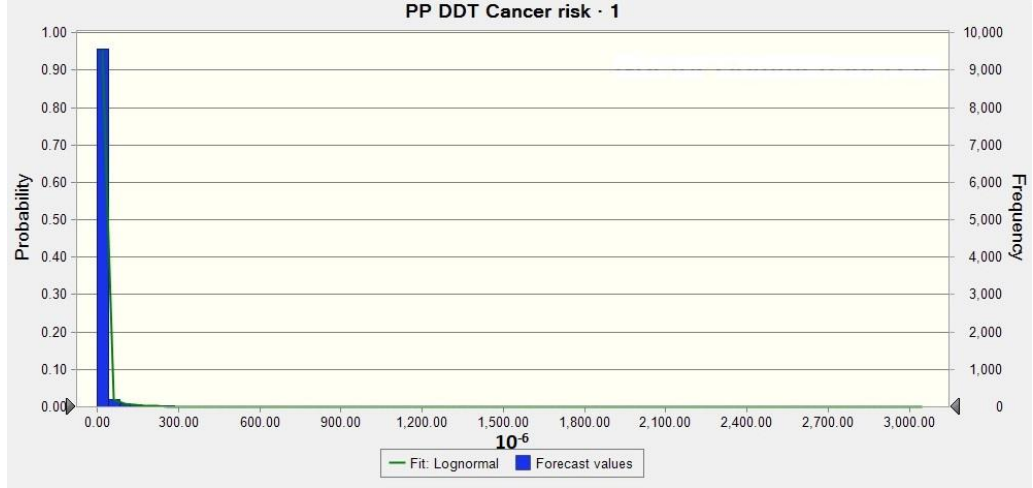
Heptaklor için ortalama kanser riski $0,02 \times 10^{-6}$ iken ortanca değer $9,3 \times 10^{-9}$ olarak hesaplanmıştır. %90 risk için ise $0,05 \times 10^{-6}$ olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.7 ve Tablo 3.6 incelendiğinde USEPA'nın kanserojen riski olasılığının altında olduğu görülmektedir. Heptaklor ortalama değeri ölçülen kirleticilere kıyasla en düşük risk olarak tespit edilmiştir.

pp-DDT kanserojen risk hesaplamasına göre ortalama kanserojen riski $29,96 \times 10^{-6}$ olarak, ortanca değer ise $0,36 \times 10^{-6}$ olarak hesaplanmıştır. %90 olasılık ise $12,89 \times 10^{-6}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.7. Heptaklor kanser riski grafiği

Şekil 3.8 ve Tablo 3.6 incelendiğinde USEPA'nın kanserojen riski olasılığının altında olduğu görülmektedir. Ortalama kanserojen riski en yüksek pp- DDT için $29,96 \times 10^{-6}$ olarak tespit edilmiş ve 10^{-4} 'ten küçük olması USEPA'nın belirlediği riskin altında olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.8. pp-DDT kanser riski grafiği

Kanserojen riski hesaplamalarına göre aldrin, dieldrin, pp-DDT, heptaklor kirleticileri kanser riski hesaplamaları Monte Carlo Simülasyonu ile hesaplanmıştır. USEPA verileri baz alınarak incelenen kirleticilerin kanserojen riski seviyesinin altında olduğu görülmüştür. Kanserojen riski tüm verilerde 10^{-4} 'ün altında kalmış ve kanser riski oluşturmamıştır (Kang vd 2011).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada 24 plastik örtülü seradan, 24 cam örtülü seradan yaz ve kış mevsimlerinde ayrı ayrı toprak numuneleri toplanmıştır. Toplam 48 serada ölçülen toplam OCP ($\Sigma 17\text{OCP}$) ortalama değeri 21,34 ng/g ve (3,31- 181,10 ng/g) aralığında hesaplanmıştır. En yüksek ortalama konsantrasyonlar, pp-DDT konsantrasyonu 8,57 ng/g ve endosülfan II 4,22 ng/g olarak; en düşük ortalama ise a-HCH 0,01 ng/g ve d-HCH 0,02 ng/g olarak ölçülmüştür. Toprakta, toprak suyunda ve domates meyveleri için OCP'lerin konsantrasyonlarının tahmini hesaplanmıştır. Topraktaki konsantrasyonun 19,5 ng/g (pp-DDT) ile $1,10 \times 10^{-2}$ ng/g (heptaklor epoksit) aralığında tespit edilmiştir.

Maruziyet riski verileri incelendiğinde, $1,46 \times 10^{-5}$ mg kg⁻¹gün⁻¹(dieltrin) $9,7 \times 10^{-8}$ mg kg⁻¹ gün⁻¹ (heptaklor) aralığında tespit edilmiştir. Tehlike indeksi $29,37 \times 10^{-2}$ (dieltrin) ile $5,06 \times 10^{-3}$ (g-HCH) aralığında hesaplanmıştır ve USEPA verilerinde belirtilen 1 değerinin altında hesaplanmıştır.

Kanser riski $0,02 \times 10^{-6}$ (heptaklor) - $29,96 \times 10^{-6}$ (pp-DDT) aralığında hesaplanmış ve USEPA'nın kanser riski olarak belirtilen 10^{-4} değerinin altında tespit edilmiştir. Tespit edilen OCP seviyeleri plastik ve cam örtülü seralar olarak ayrı ayrı değerlendirilmiş ve seralara ait anket bilgileri ile kıyaslanmıştır. 17 OCP kirleticisi incelenmiş ve dünya literatürü ile kıyaslamalar yapılarak ilişkilendirilip diğer verilere göre nispeten düşük OCP konsantrasyonları ölçülmüştür. Cam veya plastik örtünün OCP konsantrasyonlarındaki etkisi; cam örtülü seraların daha uzun süredir faaliyetlerinden dolayı daha yüksek birikime sahip olduklarını göstermiş ve plastik örtülü seraların daha kısa süredir faaliyette olmasından dolayı cama göre daha az pestisit birikimi yaptığı gözlemlenmiştir. Mevsimsel kıyaslamalar yapıldığında kış mevsiminde daha fazla OCP kirletici konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bunun sebeplerinden bir tanesi olarak yaz aylarında hava sıcaklıklarının artmasıyla birlikte OCP'lerin bir kısmının buharlaşarak ortamdan uzaklaştığı ve yaz aylarında seraların

kış ayına göre yaz ayında daha çok havalandırması ile ilişkili olarak, yaz ayındaki toplam ortalama OCP seviyesinin düşürek daha az ortalamaya sahip olduğu kanısına varılmıştır. Seralarda kullanılan gübre miktarları ve sıklıkları incelenmiş, mevsimsel ve örtü türüne göre kıyaslamalar yapıldığında gübre kullanımı ve sıklığının OCP parametreleri ile anlamlı ilişkisi belirlenememiştir. Pestisit çeşidi ve kullanım sıklığı ile OCP parametrelerinin seviyeleri ilişkilendirildiğinde ise OCP seviyelerinin, az pestisit kullanan seralarda daha az kirletici konsantrasyonu tespit edildiği görülmüştür. OCP'ler ülkemizde uzun yıllar önce yasaklansa da toprak numunelerinde tespit edilmesi, bazı seralarda yasak kullanımın olabileceği ya da yasak öncesi bu seralarda yoğun şekilde bu kirleticinin olabileceği sonucunu çıkarmıştır.

Sera sahiplerinin kimyasal ilaç çeşitleri ve sıklığını içeren anket verileri incelenmiş ve bakanlığın izin verdiği ölçüde olsa da kullanım kılavuzlarında yazan sıklıktan daha fazla sıklıkla kimyasal ilaç kullanıldığı belirlenmiştir. Analizi yapılan seralarda literatüre göre yüksek konsantrasyonlar tespit edilmese de çiftçilerin kullanılan kaçak kimyasalların zararları ve sağlık riskleri hakkında bilgileri paylaşılmalı ve eğitim verilmelidir. Seralarda çalışanların sağlık öyküsü incelenerek OCP'lerin oluşturabileceği kronik rahatsızlıklardan etkilenip etkilenmediği araştırılmalıdır. Yapılan kanser riski tahminleri USEPA'nın belirlediği riskin altında kalsa da ilerleyen zamanda bu kirleticilerin ekosisteme ve insan sağlığına oluşturduğu tehdit göz önünde bulundurularak kimyasal ilaç kullanımını azaltarak organik üretime teşvik için eğitimler verilmelidir.

Araştırmada numuneler 0-20 cm olan kürek derinliğinden alınmıştır. Fakat OCP'lerin yeraltı sularına karışıp karışmadığı incelenmelidir. OCP'lerin sulama sularıyla farklı toprak suyuna karışabileceği gibi akarsularda yaşayan balık ve ekosisteme de zarar vererek başka ortamlarda da kirletici risk oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bölgede kullanılan OCP'lerin yaz aylarında (kışa göre daha çok) buharlaşarak ortamdaki uzaklaştığı bilinmektedir. Bu OCP'lerin insanların solunum yoluyla maruziyeti incelenerek kanserojen riskleri hesaplanabilir. OCP'lerin uçuculuğu ve kanser risklerine karşı ilaçlama yapılan bölgede bu kimyasalları solumamak için kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı ve düzenli sağlık kontrolleri yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Acara A., Kalıcı Organik Kirleticilere (KOK'LAR) İlişkin Stockholm Sözleşmesi İçin Ulusal Uygulama Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20koruma%20eylem%20planlar%C4%B1/Stockholm.pdf> (Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021).

Akça O., 4,4'-DDE and Endosulfan Levels in Agricultural Soils of the Çukurova Region, Mediterranean Turkey, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, DOI 10.1007/s00128-015-1714-2.

Altikat A., Turan T., Ekmekyapar Torun F., Türkiye'de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2009, **40**(2),87–92.

Belge Kurutaş E., Kılınç M., Pestisitlerin Biyolojik Sistemler Üzerine Etkisi, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, DOI: 10.17827/aktd.33853.

Bozlaker A., Müezzinoğlu A., Odabaşı M., Processes affecting the movement of organochlorine pesticides (OCPs) between soil and air in an industrial site in Turkey, *Chemosphere*, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2009.09.032.

Can-Terzi B., Gündüz O., Sofuoğlu S., A deterministic and stochastic assessment for exposure and risk of arsenic via ingestion of edible crops, *Environmental Science and Pollution Research*, DOI: 10.1007/s11356-019-05774-y.

Cantu-Soto E., Montenegro M., Quintamar V., Residues of organochlorine pesticides in soils from the southern Sonora, Mexico, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, DOI 10.1007/s00128-011-0353-5.

Chen G., Hexachlorocyclohexanes, *Encyclopedia of Toxicology*, DOI: 10.1016/B0-12-369400-0/00486-5.

Chen M., Chen L., Huang P., Assessment, Composition and Possible Source of Organochlorine Pesticides in Surface Soils from Ürümqi, China, *Pedosphere*, DOI: 10.1016/S1002-0160(15)30069-2.

Chengkai Q., Qi S., Yang D., Huang H., Zhang J., Chena W., Yohannes H., Sandy E., Yang J., Xing X., Risk assessment and influence factors of organochlorine pesticides (OCPs) in agricultural soils of the hill region: A case study from Ningde, southeast China, *Journal of Geochemical Exploration*, DOI: 10.1016/j.gexplo.2014.11.002.

Chiou T., Sheng G., Manes M., A partition-limited model for the plant uptake of organic contaminants from soil and water, *Environmental Science and Technology*, DOI: 10.1021/es0017561.

Choi S., Deuk S., Baek S.Y., Chang Y. S., Wania F., Ikonomou M.G., Yoon Y.J., Park B.K., Hong S., Passive air sampling of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides at the Korean arctic and antarctic research stations: Implications for long-range transport and local pollution, *Environmental Science and Technology*, DOI: 10.1021/es801004p.

Cindoruk S., Atmospheric organochlorine pesticide (OCP) levels in a metropolitan city in Turkey, *Chemosphere*, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2010.10.003.

Çok İ., Yelken Ç., Durmaz E., Üner M., Sever B., Satar F., Polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide levels in human breast Milk from the mediterranean city Antalya, Turkey, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, DOI: 10.1007/s00128-011-0221-3.

Ergonen T., Salacin S., Özdemir H., Pesticide use among greenhouse workers in Turkey, *Journal of Clinical Forensic Medicine*, DOI: 10.1016/j.jcfm.2004.10.017.

Feng, K., Yu B. Y., Ge D. M., Wong M. H., Wang X. C., Cao Z. H., Organo-chlorine pesticide (DDT and HCH) residues in the Taihu Lake Region and its movement in soil-water system I. Field survey of DDT and HCH residues in ecosystem of the region, *Chemosphere*, DOI: 10.1016/S0045-6535(02)00204-7.

Güven E., Bolat D., Gedik K., Karakuş P., Zirai Bir Bölgede Toprakta Yasaklı OCP Mevcudiyeti ve Akıbeti, *Çevre Bilim ve Teknoloji, Teknik Dergi, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Çevre Mühendisleri Odası*, 2006, **1**(1), 41–49.

Gioia R., Offenberg J., Gigliotti L., Totten L., Du S., Eisenreich S., Atmospheric concentrations and deposition of organochlorine pesticides in the US Mid-Atlantic region, *Atmospheric Environment*, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2004.12.028.

Han Y., Mo R., Yuan X., Zhong D., Tang F., Ye C., Liu Y., Pesticide residues in nut-planted soils of China and their relationship between nut/soil, *Chemosphere*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.03.138>.

Isleyen M., Sevim P., Uslan M., DDX Profiles in Agricultural Fields Used for Cucurbit Production in Sakarya, Turkey, *Soil and Sediment Contamination*, DOI: 10.1080/15320383.2013.756451.

Jayaraj R., Megha P., Sreedev P., Review Article. Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment, *Interdisciplinary Toxicology*, DOI: 10.1515/intox-2016-0012.

Jiang Y., Wang T., Lia Y., Wang F., Wu H., Sheng Y., Fu M., Occurrence, distribution and possible sources of organochlorine pesticides in agricultural soil of Shanghai, China, *Journal of Hazardous Materials*, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.05.082.

Kang Y., Cheung K., Wong M., Mutagenicity, genotoxicity and carcinogenic risk assessment of indoor dust from three major cities around the Pearl River Delta, *Environment International*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2011.01.001>.

Karadeniz H., Yenisoy-Karakaş S., Spatial distributions and seasonal variations of organochlorine pesticides in water and soil samples in Bolu, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, DOI: 10.1007/s10661-015-4329-5.

Miglioranza K., Moreno J., Moreno V., Dynamics of Organochlorine Pesticides in Soils From a Southeastern, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2003, **22**(4),712–17.

Kim J., Smith A., Distribution of organochlorine pesticides in soils from South Korea, *Chemosphere*, DOI: 10.1016/S0045-6535(00)00281-2.

Kıstaubayeva A., Pah Ve Bileşiklerinin Toprak Ortamında Mekânsal Dağılımını Belirlenmesi Ve Hava-Toprak Geçişlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015, 409737.

Łozowicka B., Kaczyński P., Wolejko E., Piekutin J., Sagitov A., Toleubayev K., Isenova G., ve Abzeitova E., Evaluation of organochlorine pesticide residues in soil and plants from east Europe and central Asia, *Desalination and Water Treatment*, DOI: 10.1080/19443994.2014.996008.

Maliszewska-Kordybach B., Pawlas A., The levels and composition of persistent organic pollutants in alluvial agriculture soils affected by flooding, *Environmental Monitoring and Assessment*, DOI: 10.1007/s10661-013-3303-3.

Megharaj M., Kantachote D., Singleton I., Naidu R., Effects of long-term contamination of DDT on soil microflora with special reference to soil algae and algal transformation of DDT, *Environmental Pollution*, DOI: 10.1016/S0269-7491(99)00231-6.

Odabaşı M., Çetin B., Demircioğlu E., Sofuoğlu A., Air-water exchange of polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) at a coastal site in Izmir Bay, Turkey, *Marine Chemistry*, DOI: 10.1016/j.marchem.2008.01.001.

Özyurt B., Erkekoğlu P., Organoklorlu Pestisitler, Poliklorlu Bifeniller ve Kahve Tüketimi ile Pankreas Kanseri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi, *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 2016, **36**(1),70–88.

Sanlı G.E., Tasdemir Y., Seasonal variations of organochlorine pesticides (OCPs) in air samples during day and night periods in Bursa, Turkey, *Atmospheric Pollution Research*, DOI: 10.1016/j.apr.2020.06.010

Satoh T., Gupta C., Anticholinesterase Pesticides: Metabolism, Neurotoxicity, and Epidemiology, *Anticholinesterase Pesticides: Metabolism, Neurotoxicity, and Epidemiology*, DOI: 10.1002/9780470640500.

Sağlık Bakanlığı, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi Pestisitler, *TC Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü yayını*, 1997, **52**(1), 9–10.

Sofuoglu A., Odabasi M., Tasdemir Y., Khalili N., Holsen T., Temperature dependence of gas-phase polycyclic aromatic hydrocarbon and organochlorine pesticide concentrations in Chicago air, *Atmospheric Environment*, DOI: 10.1016/S1352-2310(01)00408-3.

Özcan M., Tarım Ürünleri Piyasası Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Domates, *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Dergisi*, 2020, **1**(4), 1-4.

Tiryaki O., Türkiye’de Yapılan Pestisit Kalıntı Analiz ve Çalışmaları, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2016, **32**(1), 72–82.

Toker R., Gölükçü M., Tokgöz H., Domatesin Beslenme Özellikleri ve Gıda Sanayisinde Değerlendirilmesi, *Türkiye Tohumcular Birliği*, 2006, **10**(1), 46–51.

Toksöz Ş., Kushiev R., Baltacı A., Türk E., Organik domates yetiştiriciliğinde zararlılar ile mücadele, *Türkiye Tohumcular Birliği*, 2018, **26**, 32–37.

Turgut C., Cutright T., Mermer S., Atatamir L., Turgut N., Usluy M., Erdoğan O., The source of DDT and its metabolites contamination in Turkish agricultural soils, *Environmental Monitoring and Assessment*, DOI: 10.1007/s10661-012-2616-y.

URL-1: Google Earth <https://earth.google.com/web/> (Ziyaret tarihi: 05 Nisan 2021).

URL-2: <http://www.turktob.org.tr/tr/dunyada-ve-turkiyede-seracilik/8475>, (Ziyaret Tarihi: 16 Haziran 2016).

URL-3: https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834#_edn1 (Ziyaret Tarihi: 04 Nisan 2021).

URL-4: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Heptachlor-epoxide> (Ziyaret Tarihi: 05 Nisan 2021)

URL-5: <http://npic.orst.edu/factsheets/ddtgen.pdf>, (Ziyaret Tarihi: 28 Nisan 2021).

URL-6: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/lindane.pdf> (Ziyaret Tarihi: 22 Nisan 2021).

Wang X., Piao X., Chen J., Hu J., Xu J. Tao S., Organochlorine pesticides in soil profiles from Tianjin, China, *Chemosphere*, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2005.12.052.

Wong M., Leung J.K., Chan Y., Choi K., A review on the usage of POP pesticides in China, with emphasis on DDT loadings in human milk, *Chemosphere*, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2005.04.028.

Yadav C., Devi N., Li J., Zhang G., Shakya P., Occurrence, profile and spatial distribution of organochlorines pesticides in soil of Nepal: Implication for source apportionment and health risk assessment, *Science of the Total Environment*, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.133.

Yeşildağı B., Sera Zirai Toprağında Ftalat Ester Seviyeleri ve Potansiyel Kaynakları, *Kocaeli Üniversitesi*, 2019, **8**(5),55.

Yu H.Y., Li F.B., Yu W.M., Li Y.T, Yang G.Y., Zhou S.G., Zhang T.B., Gao Y.X., Wan H.F., Assessment of organochlorine pesticide contamination in relation to soil properties in the Pearl River Delta, China, *Science of the Total Environment*, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.12.070.

Zhang A., Luo W., Sun J., Xiao H., Liu W., Supplementary Material for Distribution and Uptake Pathways of Organochlorine Pesticides in Greenhouse and Conventional Vegetables, *Environmental Science and Engineering*, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.11.023.

Zhou Q., Wang J., Meng B., Cheng J., Lin G., Chen J., Zheng D., Yu Y., Distribution and sources of organochlorine pesticides in agricultural soils from central China, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, DOI: 10.1016/j.ecoenv.2013.03.029.



EKLER

EK-A

Tablo A.1. Seralara ait koordinat bilgileri ve sera örtüsü

Sera No	İsim-Soyisim	Enlem	Boylam	Sera Türü
1	Mehmet Tekin	36,985439N	30,815746E	Plastik
2	Mehmet Tekin	36,985439N	30,816368E	Plastik
3	Mehmet Tekin	36,985439N	30,815746E	Plastik
4	Mehmet Tekin	36,985439N	30,815746E	Plastik
5	Erol Ekici	36,990715N	30,821711E	Plastik
7	Ramazan Ekici	36,990074N	30,821964E	Cam
9	Şevket Ekici	36,99007N	30,820217E	Plastik
10	Şaban Avcı	36,991518N	30,814945E	Plastik
11	Şaban Avcı	36,991615N	30,816076E	Plastik
12	Şaban Avcı	36,99194N	30,816105E	Plastik
13	Fahrettin Ekici	37,000786N	30,815018E	Plastik
14	Recep Ekici	37,001442N	30,815683E	Plastik
15	Recep Ekici	37,001438N	30,814814E	Plastik
16	İbrahim Avcı	36,998814N	30,81566E	Plastik
17	Hüseyin Avcı	36,996681N	30,816437E	Plastik
18	Veli Avcı	36,98074N	30,812353E	Plastik
19	Erkan Ekinci	36,980858N	30,810587E	Plastik
20	Erkan Ekinci	36,979633N	30,811888E	Plastik
21	Mehmet Çiçek	36,99007N	30,820217E	Plastik
22	Hüseyin Çiçek	36,991518N	30,814945E	Plastik
23	Emine Çiçek	36,991615N	30,816076E	Cam
25	Ali Çiçek	36,977982N	30,809858E	Cam
26	İsimsiz	36,977985N	30,810236E	Cam
27	Mehmet Tüzün	36,983521N	30,822557E	Cam
28	Mehmet Tüzün	36,983227N	30,821943E	Cam
29	Mevlüt Tüzün	36,98341N	30,822126E	Plastik
30	Cafer Ekici	36,992046N	30,809048E	Cam
31	Cafer Ekici	36,986771N	30,810307E	Plastik
32	Hasan Elçin	36,989822N	30,801586E	Cam
33	Hüseyin Elçin	36,989719N	30,801941E	Cam
34	Hüseyin Elçin	36,989479N	30,801804E	Cam
35	Mehmet Elçin	36,986702N	30,800816E	Plastik
36	Mehmet Elçin	36,985249N	30,80434E	Plastik
37	Mehmet Elçin	36,985394N	30,803486E	Plastik
38	Mehmet Elçin	36,984913N	30,803799E	Plastik
39	Mehmet Elçin	36,984867N	30,803038E	Cam
40	İbrahim Kaya	36,993515N	30,810167E	Cam
41	İbrahim Kaya	36,99361N	30,810225E	Cam
42	Yusuf Kaya	36,994114N	30,80946E	Plastik
43	Yusuf Kaya	36,994202N	30,809225E	Cam
44	Yusuf Kaya	36,994137N	30,808851E	Cam

Tablo A.1. (Devam) Seralara ait koordinat bilgileri ve sera örtüsü

45	Recep Kaya	36,995659N	30,808548E	Cam
46	Recep Kaya	36,99612N	30,808313E	Cam
47	Recep Kaya	36,996632N	30,80744E	Cam
48	İbrahim Kaya	36,9972N	30,806301E	Cam
49	İbrahim Kaya	36,997349N	30,806461E	Cam
50	Şaban Kaya	36,997444N	30,805593E	Cam
51	İbrahim Çiçek	36,993759N	30,804735E	Cam
52	İbrahim Çiçek	36,993797N	30,804583E	Cam
53	İbrahim Çiçek	36,992687N	30,803038E	Cam
54	Hüseyin Çiçek	36,983387N	30,806667E	Cam
55	Osman Çiçek	36,983666N	30,807749E	Cam
56	Kenan Elçin	36,986836N	30,801655E	Cam
Ref-1		36,994278N	30,809143E	
Ref-2		36,983402N	30,806772E	
Ref-3		36,98682N	30,801361E	
Ref-4		36,99276N	30,81502E	
Ref-5		36,989868N	30,822514E	

EK-B

Tablo B.1. Sera örtü yaşı ve hasat zamanları

N	Örtü Yaşı	Isıtma	Havalandırma	Sulama Suyu Kaynağı	Ürünlerin Ekin Sıklığı	Son Ekin Zamanı	Bir Önceki Ekin ve Hasat Zamanı
1	2 yıl	Soba	Yandan ve üstten	Sondaj	Tek ekim	Şubat	Nisan-Haziran
2	2 yıl	Soba	Yandan ve üstten	Sondaj	Tek ekim	Şubat	Nisan-Haziran
3	2 yıl	Soba	Yandan ve üstten	Sondaj	Tek ekim	Şubat	Nisan-Haziran
4	2 yıl	Soba	Yandan ve üstten	Sondaj	Tek ekim	Şubat	Nisan-Haziran
5	7 yıl	Kömür	Üstten	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Şubat	Nisan-Haziran
7	10 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Nisan-Haziran
9	1 yıl	Kömür	Üstten	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ocak	Ocak-Haziran
10	3-4 yıl	Kömür	Üstten	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Ocak-Mayıs
11	3-4 yıl	Kömür	Üstten	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Ocak-Mayıs
12	3-4 yıl	Kömür	Üstten	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Ocak-Mayıs
13	4-5 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Tek ekim	Ağustos	-
14	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-
16	5 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Şubat/ Mayıs
18	3-4 yıl	Kömür	Üstten	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	
21	6 yıl	Kömür	Üstten	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Temmuz
22	10 gün	-	Yandan	-			-
23	-	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	Ocak-Haziran
25	32 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	Eylül-Ekim
26	27 yıl	Odun	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Mayıs	Mart-Haziran
27	15-16 yıl	Kömür	-	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Ocak-Mayıs
28	15-16 yıl	Kömür	-	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Ocak-Mayıs
29	5-6 yıl	Kömür	Yandan	-	Çift ekim	Ağustos	-

Tablo B.1. (Devam) Sera örtü yaşı ve hasat zamanları

30	15-16 yıl	-	-	-	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
31	3 yıl	-	-	-	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
32	1,5 yıl	Odun	Yandan	Sondaj/Damlama	Tek ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
33	27 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Eylül	-	-
35	3 Ay	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Tek ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
36	3 Ay	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
37	2 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
38	3 Ay	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
39	3 Ay	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs
40	17 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	Eylül-Aralık
41	23 yıl	Odun	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	Eylül-Aralık
42	3 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Ocak-Nisan
43	23 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Tek ekim	Eylül	Ocak-Haziran
44	23 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Tek ekim	Eylül	Ocak-Haziran
45	30 yıl	Odun	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Nisan-Temmuz
46	23 yıl	Odun	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Nisan-Temmuz
47	24 yıl	Odun	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Nisan-Temmuz
48	23 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	Eylül-Aralık
49	23 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	Eylül-Aralık
50	21 yıl	Kömür	Yandan	Damlama-Sulama	Tek ekim	Eylül	Mart-Haziran
51	20 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	-
52	20 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	-
53	20 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Eylül	-
54	26 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Tek ekim	Ekim	Ocak-Haziran
55	22 yıl	Kömür	Yandan	Sondaj/Damlama	Tek ekim	Ekim	Ocak-Haziran
56	25 yıl	Odun	Yandan	Sondaj/Damlama	Çift ekim	Ağustos	Şubat-Mayıs

EK-C

Tablo C.1. Seralarda kullanılan gübre çeşidi ve kullanım sıklıkları

N	Gübre Tipi	Gübrenin Kullanım Sıklığı	Son Gübre Kullanım Zamanı	Son 1 Yılda Kullanılan Kimyasal İlaçlar	Kullanım Sıklığı
1	DR. Tarsa	İhtiyaca göre	9/24/2017 - 9/25/2017	Decis, Torpedo, Mosplan, Dalton, M45	İhtiyaç Olduğunda
2	DR. Tarsa	İhtiyaca göre	9/24/2017 - 9/25/2017	Decis, Torpedo, Mosplan, Dalton, M45	İhtiyaç Olduğunda
3	DR. Tarsa	İhtiyaca göre	9/24/2017 - 9/25/2017	Decis, Torpedo, Mosplan, Dalton, M45	İhtiyaç Olduğunda
4	DR. Tarsa	İhtiyaca göre	9/24/2017 - 9/25/2017	Decis, Torpedo, Mosplan, Dalton, M45	İhtiyaç Olduğunda
5	Suni gübre	3-5 günde 1	9/25/2017	Torpedi, Decis, Mosplan, Altakor	10 günde 1 kez
7	Suni gübre	Haftada 1 kez	9/24/2017	-	-
9	Fosfor, Toros, P, N, Hümik asit	İhtiyaca göre	9/24/2017	Decis, Torpedo	10 günde 1 kez
10	N, P, K	Haftada 1 kez	9/24/2017	Mosplan, Altakor, Decis, M45, Torpedo, Oberon, Indoxacarp	Haftada 1 kez
11	N, P, K	Haftada 1 kez	9/24/2017	Mosplan, Altakor, Decis, M45, Torpedo, Oberon, Indoxacarp	Haftada 1 kez
12	N, P, K	Haftada 1 kez	9/24/2017	Mosplan, Altakor, Decis, M45, Torpedo, Oberon, Indoxacarp	Haftada 1 kez
13	DR. Tarsa	Haftada 1 kez	-	Altakor, Decis, Torpedo	10-15 günde 1 kez

Tablo C.1. (Devam) Seralarda kullanılan gübre çeşidi ve kullanım sıklıkları

14	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-
16	MAP, 3-18,16-8-24	Her sulamada	9/23/2017	-	Haftada 1 kez
18	MAP	Haftada 1 kez	9/24/2017	-	Haftada 1 kez
21	18, MAP, Dengeli gübre	Haftada 2 kez	9/26/2017	-	Kullanılmıyor
22	-	-	9/22/2017	-	-
23	MAP	-	-	-	-
25	MAP, 18, 16-8-24, 12- 61-0	Haftada 1 kez	9/23/2017	-	-
26	-	-	-	-	-
27	15-15 Yaban gübresi	Ekinden önce	9/20/2017	Mosplan, Decis, Agrimech, Primate, Ranzer, Mavrik	10 günde 1 kez
28	15-15 Yaban gübresi	Ekinden önce	9/20/2017	Mosplan, Decis, Agrimech, Primate, Ranzer, Mavrik	10 günde 1 kez
29	-	-	-	-	-
30	N, P, K, Kalsiyum, Organik gübre	Haftada 2 kez	9/23/2017	Decis, Mosplan, Altakor, Adminal, Oberon, M45	10 günde 1 kez
31	N, P, K, Kalsiyum, Organik gübre	Haftada 2 kez	9/23/2017	Decis, Mosplan, Altakor, Adminal, Oberon, M45	10 günde 1 kez
32	N, P, K, Kalsiyum, İz elementler	2 haftada 1 kez	9/22/2017	Decis, Alpedo, Belair, Mosplan	Haftada 1 kez
34	N, P, K, Kalsiyum, Mikro elementler, Sıvı gübre	Haftada 1 kez	9/22/2017	Decis, Alpedo, Altakor, Mosplan, Torpedo, M45, Belair, Belcate	15 günde 1 kez

Tablo C.1. (Devam) Seralarda kullanılan gübre çeşidi ve kullanım sıklıkları

35	N, P, K, Kalsiyum, İz elementler, Organik gübre	Haftada 1 kez	9/26/2017	Decis, Mosplan, Torpedo, Belcate, Captan	10 günde 1 kez
36	N, P, K, Kalsiyum, İz elementler, Organik gübre	Haftada 1 kez	9/26/2017	Decis, Mosplan, Torpedo, Belcate, Captan	10 günde 1 kez
37	N, P, K, Kalsiyum, İz elementler	Haftada 1 kez	9/24/2017	Decis, Mosplan, Belcate, Captan	10 günde 1 kez
38	N, P, K, Kalsiyum, İz elementler, Organik gübre	Haftada 1 kez	9/26/2017	Decis, Mosplan, Torpedo, Belcate, Captan	10 günde 1 kez
39	N, P, K, Kalsiyum, İz elementler, Organik gübre	Haftada 1 kez	9/26/2017	Decis, Mosplan, Torpedo, Belcate, Captan	10 günde 1 kez
40	MAP, N, P, K, Kalsiyum, İz elementler,	Haftada 1 kez	10/3/2017	Mosplan, Decis, Altakor, Agrimech	10 günde 1 kez
46	N, P, K, MAP, 318	3-5 günde 1 kez	9/30/2017	Silcontur, Agremech, Mosplan, Decis,	Haftada 1 kez
47	N, P, K, MAP, 318	3-5 günde 1 kez	9/30/2017	Silcontur, Agremech, Mosplan, Decis,	Haftada 1 kez
48	MAP, N, P, K, Kalsiyum, İz elementler	Haftada 1 kez	10/3/2017	Mosplan, Decis, Altakor, Agrimech	10 günde 1 kez
49	MAP, N, P, K, Kalsiyum, İz elementler	Haftada 1 kez	10/3/2017	Mosplan, Decis, Altakor, Agrimech	10 günde 1 kez
50	MAP, Dengeli, İz element	10 günde 1 kez	9/30/2017	Mosplan, Pentis	10-15 günde 1 kez
51	Mosplan, N, P, K, Kalsiyum, İz element, Organik Gübre	Haftada 1 kez	10/2/2017	Mosplan, Decis, Altakor, Agrimech, M45	Haftada 1 kez
52	Mosplan, N, P, K, Kalsiyum, İz element, Organik Gübre	Haftada 1 kez	10/2/2017	Mosplan, Decis, Altakor, Agrimech, M45	Haftada 1 kez

Tablo C.1. (Devam) Seralarda kullanılan gübre çeşidi ve kullanım sıklıkları

53	Mosplan, N, P, K, Kalsiyum, İz element, Organik Gübre	Haftada 1 kez	10/2/2017	Mosplan, Decis, Altakor, Agrimech, M45	Haftada 1 kez
54	318, N, P, K, 16-8-24, 15-30-15, MgSO4, İz element	3-5 günde 1 kez	-	Decis, Agremec, Mosplan	Haftada 1 kez
55	318, N, P, K, 16-8-24, 15-30-15, MgSO4, İz element	3-5 günde 1 kez	-	Decis, Agremec, Mosplan	Haftada 1 kez
56	318, 16-8-24, MAP, Demir	3-5 günde 1 kez	10/2/2017	-	-

EK-D

Tablo D.1. Sera topraklarının özellikleri

N	Nem (%)	Organik Madde Miktarı (g)	İletkenlik (µs/cm)	pH	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
1	0,148	0,335	1710	6,5	50	37	5	8
2	0,179	0,3451	1261	7,4	41	34	11	14
3	0,34	0,267	1136	7,38	49	33	6	12
4	0,245	0,3817	1222	7,5	40	39	9	12
5	0,461	0,6262	1503	7,67	30	46	11	13
7	0,271	0,4414	635	7,8	39	33	12	16
9	0,403	0,472	982	7,73	45	26	12	17
10	0,114	0,3008	740	7,63	44	38	11	7
11	0,319	0,5263	1770	7,5	47	38	7	8
12	0,357	0,5116	1604	7,7	47	30	10	13
13	0,232	0,359	813	7,65	46	35	8	11
14	0,309	0,458	749	7,76	50	34	3	13
15	0,34	0,587	1440	7,75	44	30	9	17
16	0,414	0,5213	110,7	7,85	44	37	6	13
17	0,388	0,4827	1987	7,75	44	33	13	10
18	0,37	0,404	225	8,15	39	44	6	11
19	0,322	0,401	481	8	40	32	12	16
20	0,218	0,3683	611	7,95	30	46	12	12
21	0,4052	0,3488	961	7,9	48	23	7	22
22	0,5063	0,4007	628	7,65	49	28	6	17
23	0,4613	0,5909	881	7,65	48	25	6	21
25	0,193	0,3398	556	7,85	38	35	7	20
26	0,2188	0,4335	1228	7,85	43	39	8	11

Tablo D.1. (Devam) Sera topraklarının özellikleri

27	0,3379	0,5377	869	7,94	47	27	17	9
28	0,2279	0,4835	1189	7,96	39	28	13	20
29	0,3993	0,4558	515	8	47	29	5	19
30	0,2411	0,3969	2,36	7,68	44	38	7	11
31	0,5065	0,3913	256	8,15	34	33	18	15
32	0,5797	0,6434	711	7,93	40	27	11	22
33	0,6245	0,4796	861	8	45	31	7	17
34	0,5359	0,4416	607	8	47	34	7	12
35	0,3042	0,4878	1622	7,8	39	27	25	9
36	0,4767	0,7756	760	7,93	41	34	9	16
37	0,5303	0,5755	2,13	7,62	40	34	10	16
38	0,6272	0,5748	681	7,95	45	26	7	22
39	0,2917	0,546	1802	7,8	40	34	10	16
40	0,8255	0,656	700	7,07	37	44	6	13
41	0,987	0,642	609	7,16	45	28	9	18
42	0,085	0,202	1076	7,07	49	25	10	16
43	0,279	0,508	1214	7,14	40	34	13	13
44	0,3326	0,521	812	7,6	42	34	6	18
45	0,173	0,431	506	7,71	42	42	9	7
46	0,918	0,74	647	7,46	47	30	7	16
47	0,155	0,458	572	7,75	44	32	9	15
48	0,1915	0,3592	576	7,56	37	44	5	14
49	0,1143	0,2545	301	7,65	36	48	6	10
50	0,4345	0,7015	483	7,56	48	24	7	21
51	0,218	0,521	927	7,29	29	50	5	16
52	0,206	0,5187	801	7,38	46	33	7	14
53	0,3581	0,8014	2047	7,3	42	38	10	10

Tablo D.1. (Devam) Sera topraklarının özellikleri

54	0,1764	0,3274	334	7,29	44	35	6	15
55	0,252	0,4009	803	7,44	49	28	4	19
56	0,48	0,6276	431	7,49	42	35	14	9
Ref-1	0,209	0,397	159,4	7,44	30	38	10	22
Ref-2	0,127	0,662	705	7,01	21	66	8	5
Ref-3	0,25	0,629	251	8,1	28	49	14	9
Ref-4	0,196	0,429	218,3	7,35	28	46	7	19
Ref-5	0,215	0,413	240	7,52	40	39	10	11

EK-E

Tablo E.1. Yaz mevsimine ait ölçümler (ng/g)

Numune No	a-HCH	b-HCH	g-HCH	d-HCH	Heptaklor	Aldrin	Heptaklor Epoksit B	Endosülfan I	Dieldrin	pp'-DDE	Endrin	Endosülfan II	pp'-DDD	Endrin Aldehit	Endosülfan Sülfat	p-p'-DDT	Metoksiklor	Toplam OCP
1_I	0,009	1,047				0,034		0,518	0,551		0,82			5,916732			0,667	9,57
2_I			0,815		0,064			0,700	0,380	0,074	0,690	3,910						6,636
3_I			1,489					1,441	1,394	0,058		9,196						13,580
4_I				0,021	0,152	0,057		0,3446	0,518	0,017		1,515		5,737				8,37
5_I		0,303			0,02			0,046	0,206		2,712				0,013			3,313
7_I									0,700			7,216					0,933	8,849
9_I			0,908		0,042				6,009	0,167	1,555	9,961	2,329					20,974
10_I			0,754		0,042			0,798	0,348		1,891	5,488					0,476	9,800
12_I									4,572	0,060	1,506	7,037	1,051					14,228
14_I			0,649						1,004		1,059	1,901	0,106					4,721
15_I			0,793					1,298	0,498		0,298	8,907	0,150		3,538			15,485
16_I	0,029			0,029		0,119	0,183	0,60	0,583		0,549			6,535			0,855	9,49
17_I					0,050				0,217		0,509	3,5987					0,190	4,566
18_I					0,041				0,137	0,048	0,574	3,480			1,534			5,817
19_I						1,503			1,965	0,101	2,415	5,394	0,798				0,228	12,406
20_I									0,151	0,068	2,426	6,767	0,253				0,277	9,946
21_I								2,64	0,139	0,121	6,463	29,375		3,495				42,244
22_I								1,018	0,0738		0,197							1,29041
23_I								1,278	0,9680		1,51395	7,293	0,8734		11,017		0,91173	23,856

Tablo E.1. (Devam) Yaz mevsimine ait ölçümler (ng/g)

25_I	0,021 2					0,75877			0,4127	0,4152	0,27685			4,461	0,2165	0,2784		6,84
26_I	0,047						1,34408	2,0293	0,0736	1,7669								5,261
28_I			1,9688		0,0183			0,8890		0,6048	8,4883	0,3174					1,3033	13,59
29_I								0,0963		1,2572	7,35947						0,1370	8,850
32_I			0,65518		0,0174		1,00171	2,68157	0,04843	0,09494	6,29549	0,35431	3,4989	1,4615			0,2720	16,38
33_I		0,7498					1,0303	2,7135	0,0564	1,404	6,8536	1,1215					0,2265	14,15
34_I							0,9692	5,761		1,1146	6,59519						0,3042	14,74
35_I	0,025	0,487			0,0581	0,392	0,624	1,551		1,8912		0,343					19,48	24,86
36_I	0,081	0,7466			0,068	1,5225	0,5365	3,341	0,6863		1,5580	0,249	0,9072	0,4338	0,894			11,03
38_I	0,020				0,0551	0,11	0,418	1,673	0,0493	2,2689		0,336		0,4277				5,36
39_I				0,13383		0,054		12,137		0,08234	0,9772	0,9678	0					14,35
40_I	0,009			0,04085		0,066	0,0102	0,407	4,819		0,2127	0,142	4,0280					9,74
42_I		0,36076						8,2186	0,05159		5,94136	1,5512		1,5512				17,67
43_I		0,61076					0,90770	16,378	0,06723		5,3957	0,7612					0,5821	24,70
44_I		0,65545					1,37387	1,4251	0,0829	3,746	8,008						1,1787	16,47
45_I			1,25150					11,865		2,37784	6,9390	2,2929						24,72
47_I		4,499			0,0539			6,1790		1,7866		1,0809						13,59
49_I				0,016	0,471		1,941	3,917	0,060		10,196						0,547	17,14
50_I	0,024	0,943		0,014		0,125	0,240	2,213	0,093	1,214		0,383	7,881					13,13
52_I				0,04038			1,68219	3,8957			10,2290			1,81562			0,69450	18,35
53_I							1,14375	3,74235	0,04346	1,25812	12,4849	0,52165						19,19
54_I							1,21371	0,34376	0,0736	3,0132	5,6196							10,26
55_I							1,011	0,4526	0,0719	2,2124							0,2355	3,983
56_I							1,0614	3,813	0,0629	1,253	5,0545			6,0599				17,30

Tablo E.2. Kış mevsimine ait ölçümler (ng/g)

Numune No	a-HCH	b-HCH	g-HCH	d-HCH	Heptaklor	Aldrin	Heptaklor epoksit B	Endosülfan I	Dieldrin	pp'-DDE	Endrin	Endosülfan II	pp'-DDD	Endrin Aldehit	Endosülfan Sülfat	p-p'-DDT	Metoksi klor	Toplam OCP	
2_II	0,069							0,982	0,699					0,571				2,323	
3_II									0,670	0,060		6,977					0,5624	8,271	
4_II	0,02	0,24	0,12			0,13		0,36	6,52	0,08			0,70	6,77		1,83		16,76	
7_II									0,780		1,780						2,986	0,2633	5,810
9_II	0,1097	1,045				2,971		1,934	11,435	0,084	0,417		1,864	1,085					20,94
10_II				0,0262					0,3587302		1,9993933	9,538							11,923333
11_II									2,3508424	0,059004	1,3074037		0,6797224		7,5619114				11,958884
12_II	0,0277	0,204	0,415	0,0102		0,052753			3,270659		1,410558	5,829538	0,337	6,017				4,993584	22,57
14_II						2,4412448			0,655764	0,0730353	2,3915186	3,9070164					0,3876759	0,0850996	9,9413546
15_II			0,6740466	0,0417267	0,1721946				0,5528352		2,68261	9,6814693							13,804882
16_II								1,2425395	1,4681585		2,2267616	6,3857247	0,8998067						12,222991
17_II				0,0318106	0,0502992				0,182906	0,0640171	0,74076	6,53100							7,6008083
18_II	0,2036528							0,5450672	0,3228475	0,0670852	2,2138								3,3524638
19_II		0,5543319						0	1,1041034	0,0595574	2,7579677	5,3925452							9,8685056
20_II	0,0498045	0,5419903						1,1745167	0,1133869		1,4740292			2,3167398					5,6704674
21_II				0,0346726					0,0728202		3,339327	6,4107086							9,8575285
22_II									0,3664698		1,6582757	5,7336726							7,7584181
23_II		1,6922992							1,11475		2,21975	6,823285	1,2859268				3,079226		16,215237
25_II	0,0534933		0,9227592	0,04012		0,1212789		0,4540183	0,6406012	0,0310971	1,0137669								3,2771349
26_II		0,5398588						1,5875553	2,5596817		1,9743963	7,9024016							14,563894

Tablo E.2. (Devam) Kış mevsimine ait ölçümler (ng/g)

31_II				0,02797				0,88447	1,9773		1,73420		0,8539				5,47794
32_II	0,05							2,66574	0,16134	1,88706							4,76768
33_II		1,29593						1,1494	2,26369		0,21953	8,54184	0,67609	0,61562		2,58344	17,345
34_II				0,22212				1,23882	4,61220	0,07765	2,13093					1,96683	10,2485
35_II	0,0158	0,88310						0,54472	1,87386		1,81160		0,21788				2,67473
36_II	0,051		1,714374		0,1333			0,536342	1,553943	0,01739	1,330708			0,18663			5,52471
38-II	0,0407			0,009050	0,014644			0,519891	0,472295	0,043934	1,44						2,535735
39_II								9,919596			2,591979	8,56675					21,07833
40_II	0,0092				0,130735	0,145261	0,26631		4,043089					4,61651			9,21
42_II	0,015				0,069725			0,291974	0,989225	0,030505	1,357461		0,278744			36,53122	39,56
43_II		0,873579		0,01753				16,90767	0,060223	4,004844	5,590942				308,8842	1,149996	337,48
44_II						5,826125			2,029361		3,962561	10,51538				254,6637	2,655946
45_II						2,021006			13,51663		1,750832	9,580019	1,435915			180,1058	208,4102
47_II		1,395853			0,091573			0,953440	4,231228	0,05656	1,063867						1,615769
48_II				0,028762					3,437197		1,428366	5,815870	0,814962				1,213183
49_II								1,421848	4,163423	0,125688	16,24913						1,081510
50_II	0,099				0,072196	1,584523		0,923355	3,514830		1,740316		0,086644				0,226804
51_II				0,131208	0,284475	3,072339			7,921559		1,159786	0,742744				0,221065	13,533
53_II				0,299583				1,673759	4,140166	0,113235	1,599448	13,84027				1,504377	23,170
54_II									0,357594		2,084265	9,052934			9,352369	16,68854	0,548965
55_II				0,463839	0,113861			1,889259	0,598827	0,088559	2,479653					6,453221	3,325284
56_II								1,28066	3,098843		3,762547	4,489070				2,244535	14,87

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Serttaş A., Ayaz T., Yurdakul S., Doğan G., Göktaş R.K., Civan M., Sera Zirai Toprağında Toplam Pestisit Seviyeleri Ve Sera Özellikleri İle Pestisit Seviyeleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, Yayın Aşamasında.



ÖZGEÇMİŞ

İlk öğrenimi Karabük'te, orta öğretimi Kocaeli/İzmit'te tamamladı. 2016 yılında Namık Kemal Üniversitesi'nden Çevre Mühendisi olarak mezun oldu. 2018 yılından beri Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisans yapmaktadır.

