

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI
ANA BİLİM DALI



ANTALYA'DA YETİŞTİRİLEN BAZI MEYVELERDE PESTİSİT
KALINTI DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

MEHMET FATİH ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. HAKAN ŞEVİK

MAYIS - 2022

KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.



Mehmet Fatih ÇELİK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTALYA'DA YETİŞTİRİLEN BAZI MEYVELERDE PESTİSİT KALINTI DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

MEHMET FATİH ÇELİK

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN:DOÇ.DR. HAKAN ŞEVİK

Bitkisel üretimde verimin düşük olmasının temel nedeni hastalık ve zararlılardan meydana gelen kayıplardır. Bu kayıpların giderilmesi için kullanılan en yaygın yöntem kimyasal mücadeledir. Pestisitler insan sağlığını tehdit eden ve çeşitli böcek, kemirici ve diğer zararlı canlılar aracılığı ile bulaşan sıtma, filariazis, sarhumma, viral ensefalit, tifüs ve diğer vektör kaynaklı hastalıkların kontrolü açısından büyük önem taşır. Pestisitler hedef aldıkları canlılara göre sınıflandırılabilir. Pestisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucu, zararlı organizmalarda dayanıklılık oluşturabilme riskleri ve kalıntıları yoluyla insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri olabilmektedir. Bu kalıntılar, tarım ürünü dış pazarını ve iç tüketimini olumsuz etkilemektedir. Türkiye gerek coğrafi konumunun üstünlüğü gerekse farklı ekolojik koşullarına sahip olması nedeniyle birçok meyve türünün özellikle de önemli ılıman iklim meyve türlerinin anavatanı durumundadır. Bu üstün avantajlarından dolayı ülkemiz birçok yerinde meyvecilik potansiyeli yüksek olan bölgelerimiz mevcuttur. Özellikle yayla meyveciliği söz konusu olduğunda bazı bölgelerimizin daha fazla avantajı bulunmaktadır. Antalya ili sahip olduğu potansiyel açısından ülkemiz tarımında önemli bir yere sahiptir. Meyvecilikte geçit bölgesi olarak adlandırılan ılıman iklim meyve türlerinin yetiştiriciliğine daha uygun alanlardan biri de Antalya'nın Korkuteli İlçesidir. Korkuteli ilçesi Antalya ili toplam meyve üretiminin (406.451ton) yarısından fazlasını (241.755 ton) karşılamaktadır. Türkiye elma üretiminin %12,9'u ve armut üretiminin %8,4'ü Antalya ilinde gerçekleştirilmektedir. Bu veriler araştırma alanı olarak belirlenen Korkuteli ilçesinin Antalya il genelinde elma ve armut yetiştiriciliğinde çok önemli bir yere sahip olduğu kadar, Türkiye elma ve armut üretiminde de önemli payı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, Antalya ili Korkuteli ilçesinde 2020 yılı üretim sezonunda yetiştiriciliği en fazla yapılan meyvelerden elma, armut ve şeftali de yaygın olarak kullanılan pestisitlerin kalıntı düzeyleri araştırılmıştır. Çalışmada 5 adet elma, 19 adet armut ve 11 adet şeftali numunesi kalıntı düzeyleri bakımından incelenmiştir. Alınan örneklerin kalıntı analizleri LC-MS/MS (Sıvı Kromatografi/Kütle Spektrometresi) ve GC-MS-MS (Gaz Kromatografi/Kütle Spektrometresi) cihazlarında yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; bulunan kalıntı miktarları Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği Maksimum Kalıntı Miktarları (maximum residue levels, MRL)'na göre değerlendirilmiştir. Elma ve armut numunelerinin tümünün, şeftali numunelerinin ise 10 tanesinin analiz sonuçlarında kalıntı tespit edilmiş ancak kalıntı miktarının MRL değerleri üzerinde olmadığı görülmüştür. Şeftali numunelerinden sadece bir tanesinde hiçbir kalıntıya rastlanmamıştır. Elde edilen veriler dikkate alındığında, elma, armut ve şeftali yetiştiriciliği

yapan üreticilerin pestisit uygulamaları ve bekleme süresi gibi konularda bilinçli olduklarını kanıtlar niteliktedir

ANAHTAR KELİMELEER: Etken Madde, Kalıntı, Meyve Çeşitleri, Pestisit.

Mayıs 2022, 52 Sayfa



ABSTRACT

MSC THESIS

DETERMINATION OF PESTICIDE RESIDUAL LEVELS IN SOME FRUITS GROWN IN ANTALYA MEHMET FATİH ÇELİK

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. HAKAN ŞEVİK

The main reason for the low yield in plant production is the losses caused by diseases and pests. The most common method used to eliminate these losses is chemical control. Due to the pollution of the soils as a result of the use of chemical pesticides for many years, and the resistance of diseases and pests to chemical pesticides, chemical control does not show the expected performance, but also causes intense damage to the environment. Pesticides are of great importance for the control of malaria, filariasis, yellow fever, viral encephalitis, typhus and other vector-borne diseases that threaten human health and are transmitted by various insects, rodents and other harmful organisms. Pesticides can be classified according to the organisms they target. As a result of the unconscious and uncontrolled use of pesticides, harmful organisms can have negative effects on human health and the environment through the risks of forming resistance and their residues. These residues adversely affect the foreign market and domestic consumption of agricultural products. Therefore, governments and international organizations regulate pesticide use and set the maximum acceptable residue levels in foods. Despite all inspections and regulations, the amount of pesticide residues in fruits and vegetables is increasing day by day. Turkey is the homeland of many fruit species, especially important temperate climate fruit species, due to its superior geographical location and its different ecological conditions. Due to these superior advantages, we have regions with high fruit growing potential in many parts of our country. Especially when it comes to highland fruit growing, some of our regions have a different advantage. Antalya province has an important place in our country's agriculture in terms of its potential. One of the more suitable areas for the cultivation of temperate climate fruit species, which is called the gateway region in fruit growing, is the Korkuteli District of Antalya. Korkuteli district meets more than half of Antalya province's total fruit production (406.451 tons) (241.755 tons). 12,9% of Turkey's apple production and 8,4% of pear production are carried out in Antalya. These data show that Korkuteli district, which is determined as the research area, has a very important place in apple and pear cultivation in Antalya province, as well as an important share in apple and pear production in Turkey. The most grown fruit types are apples, pears, peaches, apricots, plums, cherries and walnuts. In this study, it was aimed to reveal the pesticide residues in apple, pear and

peach, which are the fruits most grown in the 2020 production season in Korkuteli district of Antalya province. In the study, 5 apple, 19 pear and 11 peach samples were examined in terms of residue levels. Residue analyzes of the samples were made on LC-MS/MS (Liquid Chromatography/Mass Spectrometer) and GC-MS-MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometer) devices. According to the analysis results; The residue amounts found were evaluated according to the Turkish Food Codex and the European Union Maximum Residue Levels (MRL). Residue was detected in the analysis results of all apple and pear samples and 10 of the peach samples, but it was observed that the amount of residue was not above the MRL values. No residue was found in only one of the peach samples. Considering the data obtained, it proves that the producers of apple, pear and peach cultivation are conscious about pesticide applications and waiting time.

KEYWORDS:Active ingredient, Residue, Fruit Types, Pesticide.

May 2022, 52 Page

TEŞEKKÜR

Tez çalışması sırasında, düşünce ve önerileri ile tezime yön veren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hakan ŞEVİK ve çalışmalarımın bir kısmını benim için katlanılabilir kılan Dr. Öğr. Üyesi Durmuş Ali ÇELİK'e teşekkür ederim. Çalışmalarım boyunca bana bilgi ve deneyimlerini aktaran, fikirleri ile yoluma ışık tutan, yapıcı ve yönlendirici tutumuyla bana yol gösteren iş hayatımda, maddi, manevi her türlü sıkıntıda ve mutlulukta yanımda olan, sabrı ve desteğiyle bana güç veren eşim Dr. Betül ÇELİK ve oğlum Mehmet Eymen ÇELİK'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Fatih ÇELİK

Kastamonu, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
SİMGELEr VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
2.1 Etkiledikleri Zararlı Gruplarına Göre Pestisitlerin Sınıflandırılması ...	7
2.1.1 İnektisitler	7
2.1.1.1 Organik fosforlu (OF) ve karbamat inektisitler	7
2.1.1.2 Doğal piretrinler ve sentetik piretroid (SP) İnektisitler	7
2.1.1.3 Organik klorlu (OK) inektisitler	8
2.1.2 Rotenon	8
2.1.3 Neonikotinoidler	9
2.1.4 Fipronil	9
2.1.5 Avermektinler	9
2.1.6 Formamidinler	10
2.1.7 Akarisitler	10
2.1.8 Afisitler	11
2.1.9 Rodentisitler	11
2.1.10 Herbisitler	11
2.1.11 Fungusitler	12
2.1.12 Moluskusitler	13
2.1.13 Fumigantlar	14
2.1.14 Nematisitler	14
2.1.15 Böcek Gelişim Düzenleyicileri (BGD)	15
2.1.16 Biyopestisitler	16
2.2 Pestisitlerin Çevresel Yayılımı	16
2.3 Tarım İlaçlarında Kalıntı Sorunu	17
2.4 Pestisitlerin Ruhsatlandırılması	18
2.5 Pestisitlerle İlgili Çalışmalar	19
2.6 Kalıntı Problemini Ortadan Kaldırmaya Yönelik Önlemler	22
2.7 Pestisit Uygulama Esnasında Alınabilecek Önlemler	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1 Materyal	25
3.1.1 Elma, Armut ve Şeftali Örneklerinin Toplanması	25
3.2 Yöntem	25
3.2.1 Örneklerinin Analize Hazırlanması	25
3.2.2 Örneklerin Ekstraksiyonu	25
3.2.2.1 Ekstraksiyon methodu	26
3.2.3 Analiz Verilerinin Değerlendirilmesi	27

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1 Elma Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu	28
4.2 Armut Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu	30
4.3 Şeftali Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu	33
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	36
6. ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ.....	52



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. Kullanılan cihazların çalışma koşulları.....	27
Tablo 4.1 Elma Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu.....	28
Tablo 4.2 Armut Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu.....	30
Tablo 4.3 Şeftali Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu.....	33



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

μ	: Mikron
μm	: Mikron metre

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
BGD	: Bitki Gelişim Düzenleyicileri
CA	: Canlı Ağırlık
DC	: Dithiocarbamate
ECD	: Elektron Yakalama Dedektörleri
EPA	: ABD Çevre Koruma Örgütü
GABA	: Gamma Amino Bütirik Asit
GC	: Gaz Kromotografi Cihazı
ICM	: Entegre Ürün Yönetimi
IDL	: Cihaz Dedeksiyon Limitleri
IPM	: Entegre Pest Yönetimi
LC	: Sıvı Kromotografi Cihazı
MAO	: Monoamin Oksidaz
MO	: Mikroorganizma
MRL	: Maksimum Kalıntı Miktarı
MRM	: Çoklu Kalıntı Analizleri
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
MS	: Kütle Spektroskopisi
OECD-GLP	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Organizasyonu–İyi Laboratuvar Pratikleri
OF	: Organik Fosforlu
OK	: Organik Klorlu
ÖD	: Öldürücü Doz
QuEChERS	: Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe
PSA	: Primer Seconder Amin
PTFE	: PoliTetraFloroEtilen
SIM	: İyon İzleme Modu
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TOB	: Tarım ve Orman Bakanlığı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Günümüzde dünyanın en önemli problemi şüphesiz nüfus artışı ve nüfus artışı ile bağlantılı problemlerdir (Isinkaralar vd., 2022; Karacocuk vd., 2022). Dünya toplam nüfusu 1750 yılında 717 milyon civarında iken 2022 yılında 8 milyara yaklaşmış, 2030 yılına gelindiğinde 8,5 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Cetin vd., 2020; Ghoma vd., 2022). Artan nüfusun istek ve ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için yapılan üretim süreci kentleşme (Kilicoglu vd., 2020), küresel iklim değişikliği (Cantürk ve Kulaç, 2021; Varol vd., 2021), çevre kirliliği (Elsunousi vd., 2021; Gencel vd., 2022a,b; Isinkaralar, 2022a,b; Ucu Ozel vd., 2020) gibi pek çok problemi de beraberinde getirmiştir.

Artan nüfusla birlikte küresel ölçekte ortaya çıkan en önemli sorunlardan birisi de gıda yetersizliğidir. Günümüzde yaklaşık 830 milyon insanın kronik açlık içerisinde olduğu, her 5 saniyede bir çocuğun açlıktan öldüğü belirtilmektedir (Sevik vd., 2020; Savas vd., 2021). Dünya nüfusunun gıdaya olan talebini karşılayabilmek için gıda arzı son 35 yılda 2 katına çıkartılmış olup, önümüzdeki 15 yılda 2 kat daha artış göstereceği tahmin edilmektedir. Yapılan çalışmalar 2030 yılına kadar acilen tahıl veriminin ikiye katlanması ve et üretiminde %75 artış sağlanması gerektiğini göstermektedir (Özel, 2019).

Dünya nüfusunun ihtiyaç duyduğu oranda gıda maddesinin temin edilemiyor olması canlılar için hayati önem taşıyan ciddi bir problemdir. Bu nedenle, gıda maddeleri üretimini ve verimini artırma, gıda kayıplarını önleme yönünde gerekli tedbirler alınmalıdır. Tarım ürünlerinden maksimum verim elde etmek için bu ürünlerde ciddi kayıplara neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele etmek gerekmektedir. Pestisit olarak bilinen kimyasal bileşiklerin kullanımı bu bağlamda önem kazanmaktadır (Özay, 1993; Sevik vd., 2020).

Pestisit terimi kısaca, pest (haşarat) adı verilen zararlıları öldürmek amacıyla kullanılan madde anlamına gelmekte, geniş anlamda ise insan, hayvan veya bitkilerin üzerinde ve çevresinde bulunan zararlıları öldürmek için kullanılan kimyasalları tanımlamaktadır. Haşaratlar besin maddelerinin üretim, hazırlanma, depolanma ve

tüketim esnasında besinlerin değerini azaltan, hasara uğratan zararlılardır. Çeşitli hastalıkları taşıyan parazitler, tarım ve bitki zararlısı böcekler, yabancı otlar ve mantarlar, sinek, uyuz, bit, kene, pire, hamam böceği canlılar bu sınıfa girmektedir (Kaya, 1996; Kaya vd. 2002).

Bazı tarım ürünlerde pestisit kullanılmadığı durumlarda ortalama %65'lik kaybın meydana gelebileceği öngörülmektedir. Buğday üretiminde, yabancı ot, süne, sürme, kıvımlı gibi zararlılarla mücadele edilmediğinde ürün kaybının değeri, ilaçlama masrafından çok daha yüksek olmaktadır (Karakaya ve Boyraz, 2000). FAO verilerine göre, dünyada %20-40 oranında ürün kaybına neden olan zararlılar böceklerdir. Böceklere bağlı olarak yaşanan bu durum gelişmekte olan ülkelerde daha sık görülmektedir. Genel olarak hasat, kurutma, depolama, öğütme, pişirme gibi tüm aşamalarda kayıplar meydana gelmektedir. Tahıl ve daneler için kayıp oranının ortalama %10; kök, bitki ve sebzeler için ise %20 düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Güler ve Çobanoğlu 1997).

Tarım ilaçlarının, üretimi artırmasının yanı sıra bilinçsiz ve yanlış kullanımı sonucunda doğrudan veya dolaylı olarak insan ve çevre sağlığı problemleri de ortaya çıkmaktadır. Pestisitler önerilenden yüksek dozda uygulandıklarında, sık sık ilaçlama yapıldığında, tavsiye edilmediği halde birden fazla ilaçla karıştırıldıklarında ve son ilaçlama ile hasat dönemi arasında bırakılması gereken süreye uyulmadığı durumlarda gıda maddeleri üzerinde oldukça fazla kalıntı birikmesine neden olurlar. Yüksek düzeyde ilaç kalıntısı içeren gıdaları tüketen canlılarda akut veya kronik zehirlenmelere yol açabilecekleri gibi, bazı ürünlerde de kalite ve aromada değişimlere neden olmaktadır (Karakaya ve Boyraz, 2000).

Pestisitler ile pestisitlerin ısı, ışık ve oksijen gibi birtakım etkenlere maruz kalması sonucunda açığa çıkan dönüşüm ürünleri öldürücü etkilerinin yanı sıra ekosistem içerisindeki hedef ve etkileri açısından da önem teşkil etmektedirler. Ekosistemdeki tüm canlılara farklı şekillerde zarar veren 10.000 'den fazla böcek, 1500 tür nematod, 600 yabancı ot ve 1.500 'den fazla bitki hastalığı bilinmektedir (Haktanır ve Arcak, 1998). İnsanlar günümüze kadar farklı türlerden zararlılarla mücadele yöntemleri geliştirmişlerdir. Özellikle de tarımsal mücadelede ıslah, mekanik önlemler, rotasyon

gibi yöntemleri kullanmışlardır. Hastalık ve zararlıların denetlenebilmesi ve tarımsal ürünlerin zarar görmeden yetiştirilmesini sağlayabilmek amacıyla kimyasal maddelerin artan dozlarda kullanımı söz konusudur.

Türkiye’de tarım ilacı kullanım miktarı gelişmiş ülkelere oranla daha düşük düzeydedir. Tarım ilaçları insanlar, hayvanlar ve bitkiler için zehirli maddelerdir. Bu nedenle üretimi, taşınması, depolanması ve uygulanması sırasında bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Pestisitlerin aktif maddeleri insan, hayvan ve bitki sağlığı açısından toksik, mutajenik, kanserojenik, teratojenik olması nedeniyle bıraktığı kalıntı seviyelerinin belirlenmesi tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir husustur. İnsanlar üretim, kullanma, depolama, nakliye ve önemli düzeyde pestisit kalıntısına sahip gıda maddelerinin tüketimi sonucunda pestisitlerden doğrudan zarar görmektedirler. Buharlaştırma özelliğine sahip pestisitler kullanım sırasında solunum yoluyla, diğerleri de deriden emilme yoluyla vücuda nüfuz etmektedir. Arazi uygulamaları, sera gibi kapalı alanlarda yapılan ilaçlamalara oranla insan sağlığı açısından daha az tehlikeli taşımaktadır. Pestisitlerin sulandırılarak süspansiyon şeklinde uygulanması, toz uygulamalarının oluşturacağı solunum zehirlenmelerini önlemekte ancak deri yoluyla vücuda emilmesi bakımından tehlike arz etmektedir (Haktanır ve Arcak,1998).

Tarım ürünleri yetiştiriciliğinde hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesinde insektisitler önemli bir yer tutmaktadır. İnsektisitlerin büyük bir kısmı organik fosforlu insektisitler grubunda yer almaktadır. Organik fosforlu insektisitler grubunda bulunan pestisitler dünyada ve Türkiye’de sık kullanım alanı bulmaktadır. Bu yaygın kullanımın nedenlerini, EPA (Environmental Protection Agency)’nın 1999 yılında yayınlamış olduğu bildiriye; organik fosforlu insektisitlerin uygun fiyatlı olması, geniş spektrumlu olmaları ve diğer insektisit gruplarına göre dayanıklılık sorununun daha düşük olduğu belirtilmiştir (Anonymous, 1999b).

Organik fosforlu insektisitler memeliler ve kuş türleri açısından zehirli birçok etken madde içermektedir. Durmuşoğlu ve vd., 1999’da yaptığı bir çalışmada ülkemizde ruhsatlı insektisitler grubu içerisinde organik fosforlu insektisitlerin önemli bir kısmının çok zehirli kategorisinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Organik klorlu

pestisitler ise kullanımları sonucu bıraktıkları kalıntı miktarının yüksek olması nedeniyle önem teşkil etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada bıraktıkları kalıntı miktarı ve toksik seviyeleri nedeniyle organik fosforlu ve organik klorlu pestisitler üzerinde yoğunlaşmıştır.

WHO, yukarıdakilerin dışında kimyasal pestisitlerle sınıflandırılması uygun olmayan biyopestisitleri ayrıca tanımlamıştır. Biyopestisitlerin hayvan, bitki, bakteri ve mineral gibi doğal kaynaklardan elde edildiği, başlıca mikrobiyal, bitkisel ve biyokimyasal üç ana gruba ayrıldığı bildirilmiştir. Mikrobiyal biyopestisitler bakteri, mantar, virüs veya protozoa gibi canlılar olup, en yaygın olarak kullanılan üyesi *B. thuringiensis*'tir. Bitkisel biyopestisitler bitki genetiğine pestisit özelliği olan mikroorganizma kaynaklı bir materyalin aktarılması ile geliştirilmişlerdir, zehirli olmayan ve sentez yolu ile üretilen maddelerdir. Biyopestisitler az miktarlarda doğrudan hedef zararlı üzerinde etkili olup, kolay parçalanır özelliktedirler (Engören, 2000).

WHO'nun genel sınıflandırmasında ratlarda öldürücü doz 50 (ÖD50) değerine göre grup 1a'da yer alıp son derece zehirli olan pestisitler ağız yolu ile <5 mg/kg, deri yolu ile <50 mg/kg canlı ağırlık (ca) dozunda ölüme sebep olmaktadır. Grup 1b sınıfında yer alıp çok zehirli olanlar ağız yolu ile 5-50 mg/kg, deri yolu ile 50-200 mg/kg ca dozunda hayvanları öldürebilmektedirler. Grup 2'de yer alarak orta derecede zehirli olanlarsa ağız yolu ile 50-2000 mg/kg, deri yolu ile 200-2000 mg/kg ca dozunda ölüme sebep olabilmektedirler. Grup 3'te yer alıp az zehirli olarak isimlendirilenlerse ağız veya deri yolu ile >2000 mg/kg ca dozunda ölüme sebep olabilmektedirler. Grup 3'te yer alıp akut olarak zehirli kabul edilmeyenler ≥ 5000 mg/kg ca dozunda ölüme sebebiyet verebilmektedirler (WHO, 2009).

Tarımsal ürün üreticilerinin, ürünü hastalık ve zararlılardan koruma gerekçesiyle, insektisitleri ekonomik düzeyi değerlendirilmeksizin, tavsiye edilen süreye ve uygulama dozuna dikkat etmeden, bitkinin farklı büyüme evrelerine göre bilinçsizce kullanması, hasat öncesi bekleme sürelerine uymaması neticesinde, uygulanan insektisit üründe kalıntı bırakmasına neden olmaktadır (Anonymous, 1998a). Bu ürünlerin etken maddeleri insanlar tarafından gıdalarla birlikte alındığında sağlığı tehlikeye atmaktadır. Bundan dolayı gıdalarda pestisit kalıntı analizlerinin yapılarak

pestisit kalıntılarının belirlenmesi insan sağlığı açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada da ülkemizde meyveciliğin oldukça gelişmiş olduğu alanlardan olan Antalya İli Korkuteli İlçesi'nde yetişen bazı meyve çeşitlerinde pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Gelişmiş ülkelerde 1950'li yıllarda yapılmaya başlayan pestisit kalıntı analizleri, Türkiye'de 1959'da başlamış olup ülkemizde yapılan ilk çalışmalar Otacı ve Güvener (1959) tarafından Ankara Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Enstitüsü Kalıntı Laboratuvarı'nda yapılan çalışmalardır. Ülkemizde rutin pestisit kalıntı analizleri Tarım ve Orman Bakanlığı İl Gıda Kontrol Laboratuvarları tarafından yapılmaktadır. Analizi istenen örnekler laboratuvara üretici, kurum veya müşteri tarafından teslim edilir dolayısıyla örneğin alındığı bölgeyi temsil edip etmediğinden laboratuvar sorumlu tutulamaz. Kalıntı analizleri, TÜRKAK tarafından ISO 17025 kalite sistemi ile yetkilendirilen laboratuvar tarafından yapılmaktadır.

Tolerans/Maksimum Kalıntı Limiti (Maximum Residue Limit (MRL)); bitkisel veya hayvansal ürünler içerisinde veya üzerinde, yasal olarak bulunmasına izin verilmiş pestisit kalıntılarının konsantrasyonlarının seviyesidir. Konsantrasyonlar da ppm yani mg/kg olarak belirtilir. Günlük alınabilecek olan miktarlar (ADI) ise, her kg vücut ağırlığı için, insan sağlığına zarar vermeden bir günde alınabilecek en yüksek pestisit seviyesidir (Neelly, 1994).

Meyve ve sebzelerdeki pestisit kalıntılarını tespit edebilmek amacıyla kullanılmakta olan konvansiyonel metotlar, gıda ürünlerinin minimum üç dakika homojenize edilmesi ve sonrasında çoğunlukla aseton, etil asetat vb. çözücülerle sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapılması ve ardından temizleme işlemlerine dayanmaktadır. Özellikle Fransa'da SPME metotları üzerinde yapılan çalışmalar ağırlık kazanmıştır (Falqui vd. 2001; Urruty vd. 2001).

Pestisitler; Formülasyon şekillerine, Kullanıldıkları zararlı grubuna, İçerdikleri etken maddenin yapısına, Etki ettiği zararlının bulunduğu yere göre sınıflandırılmaktadır.

2.1 Etkiledikleri Zararlı Gruplarına Göre Pestisitlerin Sınıflandırılması

2.1.1 İnektisitler

Böceklerin kontrol edilmesi ve zararlarının önlenmesi amacı ile kullanılan maddeler olarak tanımlanabilir. Günümüzde kullanılmakta olan kimyasal inektisitlerin tamamına yakını sinir zehiri şeklindedir ve hedef canlıların sinir sistemi üzerinde etki göstermektedir. Böceklerde merkezi sinir sistemi son derece gelişmiş olup, memelilerdeki merkezi sinir sistemine göre çok farklılık göstermektedir. Çevre sinir sistemleri daha az karmaşık yapıdadır ve memelilerdekilere çeşitli yönlerle benzemektedir. Bu sebepten ötürü inektisitler, türe özel olan seçici etkileri düşük seviyede olan, insanlar da dahil olmak üzere memeliler üzerinde de zehirli etkiler gösteren maddelerdir. Böceklerle memeliler arasındaki seçici etkinlikler genellikle detoksifikasyon mekanizmalarındaki farklılıklar ya da hedef yapılarındaki ayırıcı etkileşimler sonucunda şekillenmektedir. İnektisitler diğer pestisitlerle karşılaştırıldıklarında hedef olmayan canlılar üzerinde daha fazla akut zehirlenmelere sebep olmaktadır. İnektisitler, başlıca organik fosforlu (OF), karbamat, piretroid, organik klorlu (OK), eski ve yeni geliştirilmiş diğer inektisitler olarak sınıflandırılabilirler (Costa, 2008).

2.1.1.1 Organik fosforlu (OF) ve karbamat inektisitler

İnektisit özellikleri 1930'lu yıllarda ortaya konulan bu bileşikler, 1940'lı yıllarda zararlılara karşı kullanılmaya başlanmıştır. Kalıcı organik inektisitler yasaklandıktan sonra giderek artan miktarlarda kullanılmışlardır. Genel olarak doğada sıcaklık ve pH etkisi ile yıkılıp, günler ya da aylarla ifade edilebilecek sürelerde kalıcı olmaktadır. Her iki inektisit grubu da hayvanlarda kolinesteraz enzimini baskılayarak etki gösterirler (Glaser, 1999).

2.1.1.2 Doğal piretrinler ve sentetik piretroid (SP) İnektisitler

1924 yılında Krizantem çiçeğinden izole edilen piretrinlerin (I ve II) hamam böcekleri ve yaprak bitleri üzerinde inektisit etkisi göstermesiyle keşfedilmiştir. Bu bileşiklerden piretrin I' de böcek öldürücü etkinlik ön plana çıkarken, piretrin II' de yere

serici etki daha yüksek düzeydedir. Piretrinlerde insektisit etkileri bitki ekstraktında yere serici ve öldürücü bileşikleri bir arada bulunmasından kaynaklanmaktadır (Daş ve Aksoy, 2016).

2.1.1.3 Organik klorlu (OK) insektisitler

Maliyetlerinin ucuz, böcekler üzerinde etkilerinin fazla olması nedeniyle dünya çapında 1940'lı yıllar boyunca yaygın olarak kullanılmışlardır. Organik klorlu insektisitler genellikle dayanıklılığı yüksek, vücutta birikme özelliğine sahip ve oldukça zehirli maddelerdir. OK'lu insektisitlerden DDT alt grubunda yer alan bileşikler, sinir sisteminde ve sinir zarında polarize durumun bozulması sonrasında sodyum kanallarının kapanmalarını engellemek zuretiyle etki etmektedirler. Sinir zarları boyunca sodyum iyonları akışı, istikrarsız negatif ilave potansiyele neden olmaktadır. Sinirlerin aşırı uyarılması sonrasında tek bir uyarıyı takiben kendiliğinden tekrarlanan deşarjlara neden olurlar. 20 Siklodien ve BHC alt grubunda yer alan bileşiklerse nöromediyatör madde salınımı üzerinden etki göstermektedirler. Gamma amino bütirik asit (GABA) antagonisti olup, sinaps sonrası zarda depolarizasyon ve aşırı uyarım meydana getirmektedir. Belirtilen etkiler sonucunda akut zehirlenmeye neden olmakta ayrıca lipofilik özellikleri sebebiyle yağ dokuda birikerek azar azar salınmakta ve böylece kronik zehirlenmeye de sebep olabilmektedir. 21 OK'lu insektisitlerse kalp-damar hastalıkları, Alzheimer ve Parkinson gibi sinir hastalıkları ile hormonal sistem bozukluklarına, kanser gibi hastalıklara neden olmaktadır. İnsanlarda akut zehirlenme durumunda baş ağrıları, karışıklıklar, sindirim sistemi bozuklukları, uyuşma, aşırı uyarılma, endişe, kol ve bacaklarda güç kaybı meydana gelmektedir (Daş ve Aksoy, 2015).

2.1.2 Rotenon

Çeşitli tropikal bitkilerin kök ve gövdelerinde bulunan bir zehirdir. Bu bitkiler arasında *Derris elliptica*, *Nux vomica* ve *Lonchocarpus nicou* gibi türler bulunmaktadır (Altun vd. 2005). Balık ve su canlıları için son derece zehirli olmasına karşın, memeli ve kuşlar için oldukça güvenli bir maddedir. Çevrede kalıcı olmayıp, hayvan organizmasında birikici özellik göstermez (Ling, 2003).

2.1.3 Neonikotinoidler

Doğal insektisitlerden nikotinin etki mekanizması model alınarak geliştirilmiş bileşiklerdir. MSS üzerine etkili olup, önce aşırı uyarılma, arkasından ölümlü sonuçlanan felce neden olurlar. Sinir kavşaklarında sinaps sonrası zarda etkili oldukları için diğer insektisitlerle aralarında çapraz direnç gelişmez. Bununla beraber hamam böceği gibi çiğneyici türlere ve bazı kelebek türlerine de etki gösterirler. Özellikle sokucu böcekler etkilidirler. Başlıca grup üyeleri arasında asetamidrid, klotiyanidin, dinotefuran, imidakloprid, tiyametoksam bulunmaktadır (Daş ve Aksoy, 2016).

2.1.4 Fipronil

Veteriner hekimliğinde başlıca pire, kene, sokucu bitler, deri altına yerleşen parazit akar ve diğer akar türlerinin kontrolünde kullanılmaktadır. Tarımda patates böceği, ekin kambur böceği ve mısır tel kurdu gibi zararlılara karşı kullanılmaktadır. Böceklerin yanı sıra diğer eklem bacaklı parazitlere son derece etkili bir maddedir. GABA reseptörü klor kanalı üzerinden etki gösterir. GABA reseptörü klor kanalının baskılanması sonucu MSS'de aşırı uyarılmaya bağlı olarak çırpınmalar ve ölüm meydana gelir. Memelilerde de belirtilen yapı olmasına karşın böceklerde bulunan zara bağlı protein yapısının farklılığı dolayısı ile böcekler için seçici etkilidir. Sülün, keklik ve bildircin gibi kuş türleri fipronile duyarlıdır (Özparlak vd. 2011).

2.1.5 Avermektinler

Bu grupta bulunan insektisitler ilk önce *Streptomyces avermilitis* bakterisinden elde edilmişlerdir. Daha sonra yarı sentetik olarak ticari üretimleri gerçekleştirilmiştir. Avermektinler içinde avermektin A1a, A1b, A2a, A2b, B1a, B1b, B2a ve B2b olmak üzere makrosiklik halka yapısında sekiz doğal üye bulunmaktadır. Bu grubun bir üyesi olan ivermektin doğal avermektinlerin kimyasal yapısı değiştirilerek (dihidroavermektin B1) sentezlenmiştir. B serisinde yer alan ivermektin ve abamektin (avermektin B1) gibi grup üyeleri solucan ve eklem bacaklılar üzerinde etkileri ile öne çıkar ve çiftlik hayvanlarında dış parazitlerden akarlar ve iç parazitlerden solucanlara karşı, insanlarda ise flariazis sağaltımında kullanılırlar. İnsanlar dahil olmak üzere

primatlar rartlara nazaran ivermektinin zehirli etkilerine daha az hassasiyet gösterirler. Yüksek dozda gebe hayvanlarda embriyo üzerine toksik etkilidir (Lumaret vd. 2012).

2.1.6 Formamidinler

Bu grupta insektisitler diğer gruplardan farklı etki mekanizmalarına sahip oldukları için değerli ve günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Etki mekanizmaları arasında nöromusküler kavşaklarda sinir iletiminin baskılanması, katekolaminlerin biyotransformasyonda görevli monoamin oksidaz (MAO) enziminin inhibisyonu, oktopamin reseptörleri ile etkileşme sayılabilir. Başlıca formomidin insektisitler arasında klordimeform ve amitraz sayılabilir (Ahmed ve Matsumura, 2012). Amitraz eklem bacaklılarda oktopaminerjik reseptörleri etkinleştirir, memelilerde ise ksilazin ve klonidine benzer şekilde α 2-adrenerjik reseptörlere agonist etki gösterir. Memelilerde belirtilen reseptörlerin uyarılması ile yatışma, reflekslerin kaybı, uyuşukluk, koordinasyon bozukluğu, kalp atım sayısının azalması ve ritim bozukluğu, kan basıncının düşmesi, vücut sıcaklığında azalma, sık idrar yapma, geçici kan şekeri yükselmesi, kusma, göz bebeğinde büyüme ve barsak peristaltik hareketlerinde azalma meydana gelir (Andrade vd. 2007). Amitraz zehirlenmesi sonucu insanlarda MSS depresyonu, uyuşukluk, kusma, göz bebeğinde küçülme, kalp atım sayısında azalma, kan basıncında düşme ve kan şekerinde yükselme meydana gelir (Agin vd. 2004).

2.1.7 Akarisitler

Zararlı akar türlerini kontrol altında almak için kullanılan pestisitlerdir. Tarımsal üretimde ekonomik ya da süs bitkileri ile beslenen akarlara karşı kullanılırlar. Veteriner hekimliğinde zararlı akar türleri arasında kene ve uyuz etkenleri bulunmaktadır. Kenelerle mücadele etmek amacı ile gerek açık gerekse kapalı alanlarda akarisit etkileri de olan insektisitler kullanılmaktadır. Bunlar arasında organik fosforlu, karbamat ve sentetik piretroidler sayılabilir. Uyuz etkenleri ile mücadele etmek amacı ile kükürtlü merhemler, benzilbenzoat, permetrin gibi ilaçlar kullanılmaktadır (TOB, 2013).

2.1.8 Afisitler

Bitki özsuynunu emerek zararlı olan canlılara yaprak biti denir. Özsuynunu kaybeden bitki kurur ve meyve kaybına uğrar. Bazıları ağaçlarda tümöral oluşumlara neden olur. Şekillenen tahribat bitkilerde mantar ve viral enfeksiyonlara neden olur. Başlıca yaprak bitleri arasında turunçgillerde görülen yeşil (*Aphis spiraecola* Patch) ve siyah (*Toxoptera aurantii* B.d.F), pamuk (*Aphis gossypii* Glover), börölce (*Aphis craccivora* Koch), şeftali (*Myzus persicae* Sulz.), elma yeşil (*Aphis pomi* Deg.), gri (*Dysaphis plantaginea*) ve kırmızı (*Dysophis spp.*), erik unlu yaprak biti (*Hyalopterus pruni* G.) sayılabilir (Daş ve Aksoy, 2015).

2.1.9 Rodentisitler

Kemirgen hayvanlara karşı kullanılan pestisitlerdir. Kemirici hayvanlar tarım ürünlerine zarar vermelerinin yanı sıra evlerde barınırlar, hastalıkların taşınmasına aracılık ederler ve çevreye olumsuz etkileri olmaktadır. Kemirici hayvanlar insanlara ve diğer memelilere biyolojik açıdan çok benzerlikler taşıdığı için, rodentisitler aynı etki mekanizması ile bu türlerde de zehirlenmelere neden olurlar. Aynı risk kuş türleri için de geçerlidir.

Rodentisitler başlıca antikoagulan etkili olanlar ve akut etkili/antikoagulan olmayanlar olarak iki gruba ayrılır. Antikoagulan rodentisitler Vitamin K epoksi redüktaz enzimini baskırlar. Fizyolojik olarak bu enzim vitamin K'nın epoksi formunu indirgeyerek tekrar kullanımını sağlar. Antikoagulan rodentisitler bu enzimi bağlayarak vitamin K depolarının tükenmesine ve bunun aracılık ettiği pıhtılaşma görevlerinin aksamasına neden olur (Murphy, 2007).

2.1.10 Herbisitler

Yabancı otları yok etmek ya da kontrol altında tutabilmek için kullanılan kimyasal maddeler herbisit olarak tanımlanmaktadır. Geçmişte tuz, kül, maden eritme atıkları geleneksel herbisit niteliğinde kullanılırsalar da ilk olarak Fransa'da 1896 yılında Bordo bulamacı seçici etkisi dolayısı ile yabancı ot mücadelesinde kullanılmıştır. Tarımsal mekanizasyon yöntemleri kullanılan ülkelerde kimyasal yöntem olarak genellikle

herbisitler tercih edilmektedir. Endüstriyel alanlar, yol kenarları, su kanalları, çitler, demiryolları ve enerji hat bölgelerindeki yabancı otlarla mücadelede de yine herbisitler oldukça yaygın kullanılmaktadır. Önerilen seviyelerde uygulandığında yabancı otlar dışında kalan diğer bitkilere de zararlı olanlar seçici olmayan herbisitler olarak adlandırılırlar. Herbisitlerin memeli ve böcekler üzerine zehirli etkilerinin düşük olduğu değerlendirilir. Yabancı ot mücadelesi için kullanılacak etken maddelerin uygulandıkları bölgede bitkilerin büyüme mevsiminin başından sonuna kadar kalıcı etki göstermesi beklenir (Sağlam, 2008).

Herbisitlerin kolay uygulanabilir olması, hızlı etki etmesi ve ürünün farklı fenolojik dönemlerinde kullanılabilir olması gibi nedenlerden dolayı kimyasal yabancı ot mücadelesi en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Herbisit kullanımının kolaylıkları aynı zamanda yabancı otların herbisitlere karşı direnç geliştirmesi gibi birtakım problemlere de neden olmaktadır. Bir herbisit aynı yabancı ot türü üzerinde rutin olarak kullanımı sonucunda zamanla etkisiz hale gelmesi herbisitlere karşı dayanıklılık anlamına gelmektedir. Bu sorunu önlemek veya öteleyebilmek için ürün ve herbisitler münavebeli kullanılmalı ya da kimyasal mücadele dışındaki yöntemlerin de ara ara kullanılması önerilmektedir (Durmuşoğlu vd. 2010).

2.1.11 Fungusitler

Mantarlar bitkilerde dünya çapında bitkisel üretim kayıpları meydana getiren çok sayıda hastalığa neden olan zararlılardır. Bu zararlıların gelişmesini durduran maddelere fungusit adı verilmektedir. 1960 ve 1970'li yıllara kadar mantarlarla enfekte olmuş bitkilerin tedavisi kısıtlı olup, bu zamana kadar keşfedilen fungusitler koruyucu amaçla uygulanan maddelerdir. Bunlar bitki yüzeyinde kalıp dokulara nüfuz etme yeteneği ve sistemik mantar enfeksiyonlarını önleyici etkileri olmayan maddelerdir. 1970'li yıllardan sonra sistemik fungusitler geliştirilmiş ve mantarla enfekte bitkilerin tedavilerinde başarılı olunmuştur. Fungusitler başlıca biyolojik ve kimyasal maddeler olarak iki ana gruba ayrılırlar. Biyolojik fungusitler arasında *Bacillus licheniformis*, *Trichoderma harzianum* gibi mikroorganizmalar yer alır. Kimyasal maddeler ise organik ya da inorganik maddelerden sentezlenerek elde edilmişlerdir (Ivic, 2010)

Sürekli olarak uygulanan fungusitler mikroorganizmalarda dayanıklılık oluşmasına sebep olmaktadır. Patojen mikroorganizmalar funguslere karşı direnç geliştirdikçe söz konusu fungusitin etkisi azalmaktadır. Tarımsal uygulamalarda fungusitin etkisini yeniden yükseltebilmek amacıyla kullanılabilir en kolay yol dozu yükseltmek veya daha sık uygulama yapma şeklinde görülmektedir. Bu yöntem çevreyi daha hızlı kirletirken, üründe kalıntı sorununa da yol açmaktadır. Ayrıca kullanılan doz yükseltildikçe paralel olarak mikroorganizmalardaki duyarlılık azalmaktadır (Brent ve Hollomon, 1998; Delen, 2008).

Fungisitler etki ettiği bölgelere göre özelleşmiş ve özelleşmemiş fungusitler olarak sınıflandırılmaktadır. Etki alanı özel olmayan fungusitlerin (klasik fungusitler) özelliği, dayanıklılıklarının olmaması veya çok düşük düzeyde olmasıdır. Dayanıklılık, organizmanın genetik yapısındaki değişim sonucunda uygulanan etken maddeye karşı hassasiyetinin giderek azalması şeklinde açıklanabilir. Dayanıklılık genellikle kalıcıdır. Fenotipik adaptasyon ise organizmanın genetiğinde herhangi bir değişim olmaksızın uygulanan kimyasala uyum sağlaması sonucu, duyarlılığının azalması olarak tanımlanmaktadır. Fenotipik adaptasyon kalıcı olmamaktadır ve uyum gösterilen kimyasalın kullanımı sona erdiğinde, organizma tekrar duyarlılık kazanmaktadır. Etki yeri özel olmayan fungusitlerin direnç geliştirme risklerinin olmaması nedeniyle, tarımsal uygulamalarda dayanıklılığı önlemek amacıyla geliştirilecek stratejilerde önemli yer tutmaktadır (Delen ve Tosun, 1996). Günümüz koşullarında daha sık kullanılan etki yeri özelleşmiş fungusitler uygulamada dayanıklılık sorununa neden olmaktadır ve bu nedenle piyasada bulunma süreleri kısa olmaktadır (Delen, 2008).

2.1.12 Moluskusitler

Yumuşakça olarak adlandırılan sümüklüböcekler insanlarda Schistosomiazis, hayvanlarda kelebek hastalığının arakonakçlarıdır. Bulinus ve Biomphalaria türleri yaşamını tümüyle suda geçirmekte; Oncomelania türleri ise hem su hem de karada yaşam sürmektedirler. Belirtilen türlerle mücadele amacı ile bakır sülfat, metaldehid, niklozamid ve metiyokarb gibi ilaçlar kullanılmaktadır. WHO, Schistosomiazis mücadelesinde sadece niklozamidi önermektedir (Kaya, 2007).

Tarımsal üretimde sebze, turunçgiller, meyve, buğday, arpa, tütün, patates, çilek ve süs bitkileri ile ormancılıkta ağaç ve fidan zararlılarına karşı kullanılırlar. İlaçların uygulama zamanı ilkbahardır. Ancak yumuşakçaların ortaya çıktıkları diğer zamanlarda da ilaçlama yapılır. Islatılmış hazır yemler salyangoz ve sümüklü böceklerin gezdiği alanlarda 2 m ara ile uygulanır. Uygulama alanının ayrıca sulanması belirtilen türlerin bu bölgeye çekilmesinde etkili olur. Moluskusit olarak sebze ve tahıllarda zararlı sümüklü böcek mücadelesinde tarla, bahçe ve sera gibi alanlarda tuzak yem formülasyonunda metaldehid kullanılmaktadır. Metaldehid hedef canlılar olan yumuşakçalarda, uyuşukluğa ve aşırı miktarda salgı salma sonucu dehidrasyon ve ölüme sebep olur (Yılmaz ve Binzet, 2008).

2.1.13 Fumigantlar

Böcek, kemirici ve solucan zararlılarına karşı kullanılan, uygulandıkları alanlarda gaz oluşumu ile ulaşılamaz alanlara da ulaşabilen pestisit formülasyonlarıdır. Normal uygulamalarla sonuç alınmadığında hububat depoları ve gemi gibi alanlarda uygulanırlar (Vural, 2005). Fumigant olan metilbromid uygulandığı alanlarda böcek, solucan ve yabancı ot gibi zararlı canlıları tamamen yok eder. Hayvanlarda zehirlenme sonucu solunum güçlüğü, kalp bloğu ve MSS belirtileri meydana gelir (Cope vd. 2004). Fumigant amaçla kullanılan çoğu madde vücutta oksidatif hasar meydana getirir (Kaya, 2014).

2.1.14 Nematitler

Nematot olarak adlandırılan solucanlar omurgasız, çift taraflı simetrik ve segmentsiz vücuda sahiptirler. Tam bir sindirim sistemleri olmakla beraber, solunum ve dolaşım sistemleri yeterince gelişmemiştir. Yutak yakınlarında sinir halkaları vardır. Çoğu solucan serbest yaşam sürdürmektedir. Su ve toprakta bulunan mikroorganizmalarla beslenmektedirler. Küçük bir grup hayvan ve bitki organizmalarında parazit olarak yaşar. Bitkilerdeki parazit solucanlar genellikle bitki köklerinde ve toprakta buldukları için kimyasal maddelerin buraya ulaşması oldukça güçtür. Solucanların beslenme alışkanlıkları dolayısı ile nematitleri ağız yolu ile almaları da zordur. Bu nedenle genellikle geniş etki spektrumlu yüksek derecede uçucu etkinliğe sahip ve

toprağa nüfuz edebilen yukarıda bahsedilen fumigant maddeler bu amaçla kullanılmaktadır. Fumigant nematitler solucan vücut duvarından içeri alındıktan sonra vücut boşluğuna geçer. Vücut sıvısı ile farklı iç organlara ulaşır. Eş zamanlı olarak parazitte enzim etkinliği ile sinir ve solunum görevlerini aksatarak ölüme neden olurlar (Chitwood, 2003).

2.1.15 Böcek Gelişim Düzenleyicileri (BGD)

Böceklerin yaşam evrelerinin belirli dönemlerini etkileyerek gelişmelerini olumsuz yönde değiştiren maddelerdir. Başlıca juvenil hormon (JH) analogları (metopren, pripoksifen, fenoksikarb), kitin sentezini baskılayanlar (diflubenzuron, triflumuron), antijuvenil hormonlar (prekosen II), ekdizon analogları (tebufenozid) olmak üzere başlıca dört gruba ayrılırlar (Çakır, 2007). Böcek gelişimi 20-hidroksiekdison (20E) gibi çeşitli steroid yapıda ve seskuiterpenoid gibi JH'lar tarafından düzenlenir. JH'lar böceklerde larval gelişim sırasında metamorfozu engellerler. Larval gelişimin sonunda JH miktarı azalır. 20E'nin miktarının artması metamorfozu tetikler. Birçok böcek türünde belirtilen bu zamanda JH uygulanması olağan dışı larva şekillenmesine neden olur. Ancak tüm türlerde JH analoglarının uygulanması pupa oluşumunu engellemez (Parthasarathy ve Palli, 2009). Kitin sentezi inhibitörleri böceklerde dış iskelet görevi yapan kütikülayı hedef alır. Kütikülanın %20-50'si kitinden meydana gelmiştir. Kas gücünün en uygun şekilde kullanılmasını sağlar. Böceğin iç ortamı ile dış ortamı arasında su, iyon ve pestisit gibi maddelerin geçişine engel teşkil eder. Kitin azotlu polisakkarit yapısında n-asetilglukozaminin birbirine bağlanması ile meydana gelmiş bir polimerdir. Böcekler büyüyebilmek için bu tabakayı değiştirmek zorundadırlar ve bu sırada savunmasız kalmamak amacı ile yeni tabaka eski tabakanın altında sentezlenir. Diflubenzuron gibi kitin sentezini engelleyen BGD'leri böceğin eski kütikülasını atma (ekdisis) aşamasında güçsüz düşmesine neden olur. Kütikülada çatlama, aşırı renklenme, hemolenf kaybı, hareketsizlik ve gelişme geriliğine sebep olur. Kitin sentezini engelleyen maddeler yeni kütikülanın sentezini baskırlar. Ancak eskisi hala koruyucu olarak görev yaptığı için belirtiler kütiküla değişim zamanında ortaya çıkar. Kitin tabakası böceklere özel olduğu için seçici etkilidirler. Elma iç kurdu, şeftali filiz güvesi, Amerikan kelebeği, fıstık göz kurudu, çam kese tırtılı gibi

zararlılarla mücadelede etkilidir. Antijuvenil hormonlar böceklerin larva dönemini tamamlamadan erginleşmesine neden olarak etki gösterirler (Özparlak, 2003).

2.1.16 Biyopestisitler

Biyopestisitler doğal olarak meydana gelen biyokimyasal maddeler, MO ve bitkilerden elde edilen doğal ve hedef dışı canlılara zehirli olmayan pestisitlerdir. Kimyasal pestisitlerin bitkilerin genetik yapısında değişikliğe, çevrede yararlı canlıların azalmasına, kara ve su canlılarına zararlı etkilere, gıda kirliliğine, kanser gibi çeşitli sağlık problemlerine yol açmaları dolayısı ile biyopestisitler önem kazanmıştır. Biyopestisit kapsamında zararlıların doğal düşmanları olan canlılar, ya da bunlar tarafından üretilen maddeler (örneğin bitki kimyasalları veya MO ürünleri) ya da yan ürünleri (yarı kimyasal maddeler) sayılabilir (Kandpal, 2014).

MO kaynaklı biyopestisitler biyofungusitler, biyoherbisitler ve biyoinektisitler olarak başlıca üç gruba ayrılırlar. Bunlar arasında bakteri, mantar, alg, virüs ve protozoa türleri bulunmaktadır. Oransal olarak değerlendirildiğinde biyopestisitlerin %89'u MO kökenli (%74'ü bakteri, %10'u mantar, %5'i virüs) %8'i doğal düşmanlar ve %3'ü de diğer grup biyopestisitlerdir. Hedef canlılarda ağız yolu ile alınmalarından sonra sindirim sistemi hücrelerini ve daha sonra bütün vücudu enfekte ederler. Hareket edip, beslenemeyen böcekler 5-8 gün içinde ölürler (Mishra vd. 2015).

2.2 Pestisitlerin Çevresel Yayılımı

Pestisitler sis-duman makineleriyle ve basınçlı kutulardan püskürtülme yöntemiyle uygulandığında hava yoluyla yayılmakta olup dağılım alanı, parçacık büyüklüğü, püskürtme hacmi, hava akımı ve hava sıcaklığı gibi etkenlere bağlıdır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Pestisitler ayrıca evlerden, bitkilerden ve tarımsal bölgelerden bulaşma ile veya kimyasalların doğrudan suya aktarılmasıyla yayılım göstermektedir (Artık ve Ekşi, 1993).

Pestisit kaplarının yiyeceklerle birlikte taşınması veya depolanması ile yiyecekler aracılığıyla yayılıma neden olabilmektedirler. Yiyecek maddelerinin kontamine olmasıyla kitlesel etkilenmeler söz konusu olur (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Sızma,

evaporasyon, erozyon ve bitkilerce alınma şeklinde toprakla yayılım gösterir. Bunun sonucunda ekosistemle birlikte tüm canlı organizmalar etkilenmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Tarım ilaçları doğrudan toprağa uygulandıklarında dahi, topraktan ve uygulanan bitkiden buharlaşarak, rüzgâr yoluyla atmosfere dağılır (Kumbur vd. 2005). Atmosfere dağılan etken madde, yoğunlaşarak su yüzeyine iner ve yüzeyde toplanır. Ayrıca toprak yüzeyi ile buluşan etken madde toprak yapısını ve toprakta yaşayan canlıların sağlığını olumsuz yönde etkiler (Kumbur vd. 2005).

2.3 Tarım İlaçlarında Kalıntı Sorunu

Tüketilen ürünlerde gıda güvenilirliğinin artması, çevreyi korumak ve dış ticareti geliştirebilmek amacıyla pestisit uygulaması yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır. AB ülkeleri ve ABD’de insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemeyecek düşük riskli ya da çevre dostu pestisitlerin kullanımı tercih edilmektedir. Türkiye’de ise ruhsatlandırmada ve de tüketimlerinin desteklenmesinde düşük riskli pestisitlere öncelik verilmediği görülmektedir (Durmuşoğlu vd. 2010).

AB ülkelerine tarafımızdan ihraç edilen bitkisel ürünlerde, AB standartlarına uymayan parti sayısı her geçen yıl artmaktadır. Türkiye’de MRL değerlerinin AB ülkelerine kıyasla yüksek tutulmaktadır. Bunun neticesinde kalıntı analiz sonuçları değerlendirildiğinde pestisit kalıntısı bakımından riskli ürünlerin sayısı az gibi görülsede, AB’ye gönderilen tarım ürünlerinde kalıntıya rastlanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde toksin ve pestisit kalıntılarında tüketici duyarlılığı artmaktadır. Bu nedenle tüketime sunulan tüm gıda maddeleri incelenmekte ve sonuçları resmi rapor olarak yayınlanmaktadır. AB ülkelerine gönderilen tarım ürünlerinin tercih edilmemesinin veya iade edilmesinin en önemli nedeni, ülkemizde tarımsal mücadelenin gelişmiş ülkelerin standartlarına uygun olmamasıdır. Uluslararası gıda ticaretinde kalıntı analizlerinin doğruyu yansıtması ve güvenilir olması gerekçesiyle; kalıntı analizlerinde Kalite Kontrol, Kalite Güvencesi (QA/QC, GLP, HACPP, ISO17025, akreditasyon) sistemleri geliştirilmiştir.

2.4 Pesticitlerin Ruhsatlandırılması

Türkiye’de pestisitler için yedi farklı ruhsatlandırma yapılmaktadır. Yeni bir aktif maddeyi içeren bitki koruma ürününün ruhsatlandırılması, ruhsatlı aktif maddenin farklı oran ve/veya formülasyonlarını içeren bitki koruma ürününün ruhsatlandırılması, birden fazla aktif madde ihtiva eden karışım haldeki bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması, emsalden ruhsatlandırma, bitki aktivatörlerinin ruhsatlandırılması, tuzak ve feromonlar, atraktantlar, repellentler ve görsel çekicilerin ruhsatlandırılması ve biyolojik mücadele etmenlerinin ruhsatlandırılması şeklinde sınıflandırılmaktadır. Yeni bir aktif maddeyi içeren bitki koruma ürünü “Denenerek Ruhsatlandırma”, ruhsatlı olan ve ruhsat tarihi üzerinden en az 10 yıl geçmiş bir bitki koruma ürünü emsal gösterilerek yeni bir bitki koruma ürününü ruhsatlandırmak ise “Emsalden Ruhsatlandırma” olarak adlandırılmaktadır (Turabi, 2007).

Denenerek ruhsatlandırma başvurusunda, firma bilgileri, fizikokimyasal veriler, etiket bilgileri, biyolojik etkinlik ve kalıntı çalışmaları, toksikolojik ve ekotoksikolojik veriler istenmektedir. Ruhsatlandırılması yapılacak pestisitlerin biyolojik etkinlik denemeleri, Tarım ve Orman Bakanlığı’nın bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması ve piyasaya arzına dair yönetmelikte belirtildiği şekilde yapılır. Zararlı, hastalık ve yabancı otlara karşı, tarla şartlarında en az iki biyolojik etkinlik denemesi yapılır (Turabi, 2007; Tarım ve Köyisleri Bakanlığı, 2009). Emsalden ruhsatlandırmalarda Bakanlıkça belirlenen bir bitkisel ürün üzerinde biyolojik etkinlik denemesi istenmektedir.

Ülkemizin pestisit ruhsatlandırma sisteminin, AB mevzuatı ile entegrasyonu bakımından düzenlemeler yapılması beklenmektedir. Piyasada yer alan ancak kullanımının yasaklanması gereken etken maddeler bu düzenlemelerin başında yer almaz. AB’de kullanımı yasaklanan ancak Türkiye’de kullanılmaya devam eden 101 etken madde bulunmaktadır. Bu maddelerin piyasadan kaldırılması gerekmektedir. Ülkemizde savaşımlı zorunlu türlerin çeşitliliği dikkate alınarak, yasaklama sürecinde bir takım etken maddelerin ikamelerinin olup olmadığı da dikkate alınmalıdır. EPA bazı pestisitlerin daha az riskli ya da çevre dostu olduğunu belirtmektedir (EPA, 1999a,

b). ABD ve birçok AB ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de bu pestisitlerin ruhsatlandırılması ve kullanımlarının teşvik edilmesi gerekmektedir.

2.5 Pestisitlerle İlgili Çalışmalar

İl Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlükleri tarafından yapılan bir araştırmada Antalya ve İzmir'den temin edilen domates, biber ve hıyar numuneleri ile toptancı hallerinden temin edilen üzüm, elma, şeftali ve armut numunelerinde kalıntı analizi yapılmıştır (Özgün vd. 1997).

Ege ve Akdeniz Bölgesinden temin edilen 210 adet mandalina, portakal ve limon örneğinde pestisit kalıntı miktarları araştırılmıştır. Çalışmada organik klorlu ve organik fosforlu pestisit gruplarından 107 adet pestisit incelenmiştir. Kalıntı analizleri İzmir İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde yapılmış ve 105 örnekte en az bir adet kalıntı tespit edilmiştir. 5 örnekte ise Türk Gıda Kodeksi (TGK) ve AB MRL değerlerinin üzerinde kalıntı olduğu saptanmıştır (Tağa, 2007)

Türkiye'de kalıntı düzeylerinin tespiti için kullanılan zararlı organizmanın bulunup bulunmadığını, var ise yayılış alanı ve yoğunluğunu tespit eden sürvey projesi kapsamında 429 adet elma, 63 adet şeftali, 137 adet armut numunesi DC grubu pestisitler bakımından incelenmiştir (Güngör vd. 2002).

Güngör vd. (2002) bazı meyve ve sebzelerde pestisit taraması yapmışlardır. Dogheim vd. (2001) tarafından 6 ilden ve 8 yerel marketten toplanan en çok tüketilen 1579 sebze ve meyve örneğinde organik fosforlu, organik nitrojen bileşikler ve bazı sentetik peritroidleri içeren 53 farklı pestisit incelemesi yapılmıştır. Analiz edilen 1579 numunenin 510 tanesinde sadece dithiocarbamate kalıntı analizi yapılmıştır.

2003 yılında yapılan bir araştırmada 279 adet taze biber örneği methamidopos kalıntısı bakımından incelenmiştir. 40 tane kiraz numunesi benomyl+carbendazim bakımından incelenmiş olup, örneklerin tamamında kalıntı tespit edilmiştir (Güngör vd. 2003).

2004 yılında yapılan bir başka çalışmada ise, seracılıkta kullanılan pestisitlerin sebzelerde bırakacağı kalıntıyı önleyebilmek ve kalıntı miktarını belirlemek

amaçlanmıştır. Yoğun seracılığın yapıldığı Mersin, Antalya, Muğla ve Adana'dan tarla, sera, bahçe ve marketler ile açık alan meyve ve sebzeciliğın yoğun olarak yapıldığı Bursa, İzmir, Balıkesir, Samsun, Tokat ve Manisa'dan alınan numuneler analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde çoklu kalıntı analiz metotları kullanılmıştır. Sebze ve meyvelerde önerilen ve az da olsa kullanım dışı olan etken maddeler taranmıştır. Kalıntı analizleri Antalya, Ankara, Denizli, Mersin, Samsun ve İzmir İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüklerinde yapılmıştır. Toplam 1.532 adet sebze ve meyve numunesi analize alınmıştır (Anonymous, 2004).

Tatlı (2006)'nın yaptığı araştırmada toplamda 128 adet yaş meyve ve sebze ile kurutulmuş gıda örnekleri incelenmiştir. Alınan örneklerin 42 tanesinde en az bir adet pestisit kalıntısı bulunmuştur. Yapılan bu çalışma Türkiye ve diğer ülkelerde yapılan kalıntı belirleme çalışmaları kıyaslandığında tarım ürünlerde pestisit kalıntı seviyelerin önemsenecek düzeyde bulunmadığını söylemek mümkündür.

İzmir Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nce yapılan çalışmalarda, il meyve sebze hali ve süpermarketlerinden enginar, marul, çilek, patates, dolmalık biber, sivri biber, bezelye, börülce, hıyar, semizotu, erik, kiraz, kabak, yenidünya, patlıcan, domates, kavun, taze fasulye, kayısı, karpuz ve şeftali numunesi alınmış, kalıntı taraması yapılmak üzere İzmir İl Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'ne yönlendirilmiştir (Anonymous, 2009).

Hıyarda çoklu pestisit kalıntı analizi yönteminin validasyonu çalışmasında; analiz esnasında hata payını ortadan kaldırmak, kesin, tutarlı ve güvenilir sonuç elde edebilmek için bazı uygulamalara yer verilmiştir. Bu çalışmada ölçüleme, pestisit stabilitesi, örnek işleme belirsizliği, örneğin homojenliği gibi parametrelerin önemi vurgulanmıştır (Tiryaki vd. 2008).

Uçan vd. (2009) tarafından yapılan bir araştırmada elma, armut, erik, ayva, portakal, mandarin, altıntop, nar, siyah ve beyaz üzüm, muz, çilek, kivi, trabzon hurması, muşmula, havuç, balkabağı, enginar, gibi meyve sebze türlerinde 24 adet organoklor içerikli pestisit kalıntı seviyeleri araştırılmıştır.

Turgut vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada Ege Bölgesinde yer alan 99 farklı üreticiden sofralık üzüm numuneleri alınmış ve kalıntı düzeyleri incelenmiştir. Geleneksel tarım uygulaması ile üretim yapılan bağlarda pestisit kalıntısı tespit edilirken organik tarım ve entegre mücadele ile üretim yapılan bağlarda kalıntı saptanmamıştır.

Bakırcı vd. (2014) yaptıkları bir çalışmada Ege bölgesindeki sebze ve meyvelerde pestisit kalıntı miktarı araştırılmıştır. Çalışma kapsamında 1423 adet taze sebze ve meyvede 186 farklı pestisit etkili maddesi taranmıştır.

Türkiye’de 2014 yılında narenciyelerde Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitis capitata*) ile mücadelede malathion, spinosad ve feromonları ruhsatlı; tau-fluvalinate, esfenvalerate ve deltamethrin etken maddeleri ise ruhsatsız olarak kullanılmıştır. 2015 yılındaysa deltamethrin ve cypermethrin etken maddeleri ruhsatlanmıştır. Narda, Akdeniz meyve sineğine karşı 2014 yılına kadar sadece deltamethrin etken maddesinin ruhsatı bulunmaktadır. Kalıntı analizleri sonucunda narda deltamethrin kalıntısına rastlanmamasının nedeni; deltamethrin’in narda bekleme süresinin 3 gün olması ve bu sürede etken maddenin parçalanmış olması ya da bu etken maddeyi içeren pestisitlerin kullanılmamış olmasıdır.

Görmez vd. (2016) tarafından yapılan araştırmada Konya, Afyon, Denizli, Çanakkale, İzmir, Isparta ve Bursa’da Kiraz Sineği (*Rhagoletis cerasi* L. (*Diptera: Tephritidae*))’nde kullanılan insektisitler test edilmiştir. Çalışma kapsamında 3238 adet kiraz örneği analiz edilmiştir.

Günümüzde daha fazla sayıda kalıntı analizi yapılmasıyla, tarımsal ürünlerin içinde ve üzerinde pestisit kalıntısının azaldığı görülmekle birlikte AB ülkelerine gönderilen seçilmiş ürünlerde dahi kalıntı limitlerinin aşıldığı partilere rastlanmaktadır. Kalıntı seviyesi belirleme analizlerinin sayısı az olmasına rağmen elde edilen bulgular ülkemizde zararlı, hastalık ve yabancı otların pestisitlere karşı dayanıklılığının arttığını göstermektedir. Pestisit kalıntılarının neden olduğu sorunların çözülebilmesi için, bir takım yasal düzenlemelerin yapılması, çok zehirli pestisitlerin kullanımının

yasaklanması, reçeteli ilaç satış sistemine geçilmesi ve yapılması planlanan yasal düzenlemeler umut verici gelişmelerdir.

2.6 Kalıntı Problemini Ortadan Kaldırmaya Yönelik Önlemler

Tarım ürünlerinde kalıntı miktarı, pestisit uygulamasının yapıldığı bitki çeşitleri, etken maddenin kimyasal yapıları ve özellikleri, kullanım doz ve tekrarları, uygulamayla hasat arasında geçen süreler, uygulama anında veya sonunda çevre ve iklim koşulları ve hasattan tüketime kadar uygulanan işlemler gibi birçok faktörlere bağlıdır (Durmuşoğlu vd. 2010).

2.7 Pestisit Uygulama Esnasında Alınabilecek Önlemler

Sürdürülebilir tarım; tarım ürünlerinden maksimum verim elde ederken ekosistemi de koruyan bir faaliyet olarak önem kazanmaktadır. Entegre Ürün Yönetimi (ICM) ve Entegre Mücadele sistemleri (IPM) bu amaçla geliştirilmişlerdir. Bu sistemlerde, tarımsal mücadele yöntemlerinin insan ve çevre sağlığını tehdit etmemesine özen gösterilmektedir (Durmuşoğlu vd. 2010). Kalıntı sorununun önlenmesi ve sağlığın korunması açısından,

1. Tarımda kimyasal mücadele kapsamında, insan sağlığına ve hedef dışı organizmalara zehir etkisi yaratmayacak pestisitlerle yapılmalıdır,
2. Zararlı organizmalarda direnç geliştirme riski düşük pestisitler tercih edilmedilir,
3. Doğal düşmanlara verilebilecek hasarın en aza indirgenmesi hedeflenmelidir. Arıların ekosistem içerisindeki önemi oldukça büyüktür dolayısıyla arı yetiştiricileri pestisit uygulaması öncesinde uyarılmalı ve gerekirse kovanlar kapatılmalıdır,
4. Hedef zararlının fenolojik dönemine göre etkili uygulama zamanı belirlenmelidir,
5. Maksimum koruma önlemleri alınarak en etkili yöntemle uygulama yapılmalıdır. İlk etkisi yüksek ve kalıcılığı düşük pestisitler tercih edilmelidir,

6. Son uygulama ile hasat zamanı arasındaki süreye uyulmalıdır,
7. Uygulama yapacak tarım aletinin bakım ve ayarları yapılmalı, su ile karıştırılacak bir kimyasal ise bu uygulama yerinde yapılmalıdır,
8. Önerilen dozda ve sayıda pestisit uygulaması yapılmalıdır.
9. Çiftçiler tarımsal mücadele yöntemleri konusunda eğitilmeli, uygulama ile ilgili bilgilendirilmelidir,
10. Tarım ilaçlarının son kullanma tarihlerine dikkat edilmeli, ambalajı bozulmuş ürünler kullanılmamalı, çocuklardan ve gıda maddelerinden uzak tutulmalıdır,
11. Uygulama uygun hava şartlarında, rüzgârsız havada ve günün serin saatlerinde yapılmalıdır,
12. Uygulama esnasında yiyecek ve içecek tüketilmemeli, eller vücuda temas etmemeli ve uygulama sonrasında bol sabunlu suyla yıkanmalıdır,
13. Uygulamayı bilinçli ve yetişkin kimseler yapmalı, ilaçlama sırasında tarım alanından insanlar ve hayvanlar uzaklaştırılmalıdır,
14. Kullanılan tarım aletleri iş bitiminden hemen sonra iyice temizlenmeli ve boşalan ambalajlar uygun şekilde imha edilmelidir.

1.8. Kalıntı Analizleri Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Konular

QC/QC sistemlerine uyulan, ISO17025 veya OECD-GLP kalite sistemlerine göre çalışan laboratuvarlarda pestisit kalıntı analizi yapılmalıdır. Uygulanacak yöntemin valide edilmesi ve belirsizlik değerlendirmeleri laboratuvarın kendisi tarafından iç kalite kontrol sürecinde değerlendirilmelidir. Analizin herhangi bir sürecinde farkına varılmadan, sürekli aynı hatanın yapılması şeklindeki sistematik hatalardan kaçınılmalıdır. Hata payını gidermek için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır; standart ve kalibrasyon solüsyonları uygun biçimde hazırlanmalı, her kullanımdan

önce kontrol edilmelidir, tekerrürlerin analizi farklı zamanlarda farklı kişiler tarafından yapıldığında (repeatability) herhangi bir hatanın bütün tekerrürlerde tekrarlanmasının önüne geçilir (Durmuşoğlu vd. 2010).

Kullanılan pestisitlerin ve uygulama biçiminin kontrol edilmesine rağmen elde edilen ürün ve işlenmiş gıda maddelerinde farklı seviyelerde tarım ilacı kalıntısına rastlamak mümkündür. Tarım ürünlerinden elde edilen gıdaların işlenmesi sürecinde uygulanan işleme teknolojileri ile pestisit kalıntılarının en aza indirgenmesi ve kontrol altında tutulması gerekmektedir. Teknolojik işlemlerden, yıkama, kabuk soyma, ısıl işlem, muhafaza, ışınlama, mikroorganizmalar ile parçalama ve bir takım katkı maddelerinin eklenmesi ile pestisit kalıntı miktarında azalma olduğu belirtilmektedir (Artık ve Ekşi, 1993).

Önemli ve temel bir işlem olan yıkama ile pestisit kalıntıları önemli düzeyde azaltılabilmektedir. Taze fasulyede su ile yıkama sonucunda malathion kalıntısı %96 oranında azalırken, şeftalide aynı etken maddenin azalışı %38-40 oranında kalmaktadır. Yıkama işlemi aynı pestisit kalıntısında ürün çeşitlerine göre farklı etkiler gösterebilmektedir. Yıkama işlemi ile temas yoluyla etki eden ilaç kalıntıları uzaklaştırılabilmektedir. Sistemik etkili (doğrudan bitki öz suyuna ve meyve özüne geçen) ilaçlara ise yıkamanın etkisi yoktur. Kontak etkili pestisit kalıntılarını uzaklaştırmada en etkili yöntem kabuk soyma işlemidir. Pestisit kalıntılarını önemli düzeyde azaltan diğer uygulamalar haşlama, pişirme, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısıl işlemlerdir (Hışıl, 1982).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Elma, Armut ve Şeftali Örneklerinin Toplanması

Örneklerin toplanması Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Pestisit Kalıntılarının Resmi Kontrolü İçin Numune Alma Metotları Tebliği'ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 2020 yılında Korkuteli (Antalya) ilçesinde elma, armut ve şeftali yetiştirilen 35 farklı bahçeden hasat döneminde örnek alımı yapılmıştır. Analizi yapılacak numuneler farklı bahçelerden arazinin tamamını temsil edecek biçimde homojen olarak ikişer kg'lık 3 parti şeklinde toplanmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Örneklerinin Analize Hazırlanması

Pestisit analizlerinde örneklerin hazırlanma safhasında ilk aşama örneklerin homojen hale getirilmesidir. Örnekler homojen hale getirildikten sonraki aşamalarda genel olarak aranan pestisitlerin örnek matrisinden ekstrakte edilmesi, ekstraktan suyun uzaklaştırılması ve temizleme işlemleri yapılmıştır (Tadeo, 2008; Yavuz ve Aksoy, 2006).

Alınan 2'şer kg'lık numunelerin ve tekerrürlerinin tümü mekanik öğütücülerde homojenize olana dek iyice öğütülmüştür. Ekstraksiyon edilecek örnek miktarları homojenize edilen numunelerden tartılarak alınmıştır (Tadeo, 2008; Villaverde vd. 2009)

3.2.2 Örneklerin Ekstraksiyonu

Pestisitlerin tespiti için TS EN 15662 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) ekstraksiyon metodu kullanılmıştır.

3.2.2.1 Ekstraksiyon methodu

Laboratuvara getirilen numuneler kayıt altına alınarak kodlandıktan sonra homojenizasyon ve ekstraksiyon birimine gönderilmiştir. Homojenizasyon işlemi yapıldıktan sonra numuneler TS EN 15662 QuEChERS yönteminde belirtildiği şekilde analiz edilmiştir. Bu yöntemde; 50 ml'lik santrifüj tüpü içerisine 10 gr homojenize edilmiş numune tartılarak konulmuştur. Üzerine 10 ml asetone ve 50 µl ISTD (10 mg/L 'lik standarttan) eklenerek 1 dakika boyunca çalkalanmış, daha sonra üzerine 4 gr MgSO₄ (Susuz), 1 gr NaCl, 1 gr sodyum sitrat dihidrat, 0,5 gr sodyum hidrojen sitrat sesquihidrat tuzları eklenerek 1 dakika daha çalkalanmıştır.

Daha sonra numuneler 3000 rpm de 5 dk. santrifüj edilmiş, santrifüj işleminden sonra üst fazdan 6 ml alınarak temizleme (ekstraktın istenmeyen bileşiklerden arındırılması işlemi) aşamasına geçilmiştir. Temizleme aşamasında yeni tüp içerisindeki 6 ml üst faza 0,9 gr MgSO₄ ve 0,15 gr PSA (Primer Seconder Amin) eklenerek 30 sn. çalkalanmıştır. Santrifüj işlemi yine 3000 rpm 5 dk. yapıldıktan sonra üst faz alınıp 0,45 µm çapında PTFE (PoliTetraFloroEtilen) filtreden geçirilerek 1 ml'si vialde alınmıştır.

LC-MS/MS cihazlarında analiz edilmek üzere viallere 10 µl %5'lik asetone formik asit çözeltisi eklenmiştir, GC-MS/MS cihazı viallerine ise ayrıca çözelti eklemeye gerek bulunmamaktadır. Sonrasında LC-MS/MS ve GC-MS/MS cihazlarında enjeksiyonlar yapılmış ve analizler tamamlanmıştır. Bu tür cihazlarda çoklu kalıntı analizleri (MRM) eşzamanlı olarak tek bir numune üzerinde yapılabilmekte, her bir numune için cihazlara sadece bir enjeksiyon yapılması yeterli olmaktadır. Böylece bir enjeksiyonda pekçok pestisit analiz edilebilmektedir. Cihazların dedeksiyon limitleri (IDL) cihazın marka ve modeline göre değişmekte olup, çalışmada kullanılan cihazlarda her bir insektisit için dedeksiyon limitleri 0,005 mg/kg'dır. Cihazlarda örnek matrisli kalibrasyonlar kullanılmış olup, çalışmada kullanılan cihazların çalışma koşulları Tablo 3.1 verilmiştir.

Tablo 3.1. Kullanılan cihazların çalışma koşulları

LC-MS/MS		GC-MS/MS	
Fırın sıcaklığı (°C)	40	Enjeksiyon Sıc. (°C)	70
Solvent A	5 mM Amonyum Format (% 0,1 lik formik asitte (saf su ile) hazırlanmış)	Enjeksiyon Şekli	PTV
Solvent B	Metanol	Kolon	HP 5 MS, 15 m; 0,25 mm; 0,25 mm
Gaz sıcaklığı (°C)	300	Fırın Sıc. (°C)	70
Gaz Akışı (l/min)	15	İyon Kaynağı Sıc. (°C)	230
Nebulizatör (psi)	200	Giriş Sıc. (°C)	280
Kurutma Gazı Sıc.(°C)	400	Dedektör Sıc. (°C)	150
Kurutma Gazı Akışı (l/min)	10	Taşıyıcı Gaz	He
Kapiler Voltaj (mA)	3000	Metot	MRM

3.2.3 Analiz Verilerinin Değerlendirilmesi

Kalibrasyon kurvesi kullanılarak analiz edilen numunede bulunan kalıntı konsantrasyonu hesaplanmıştır. Hesaplama sırasında geri alma yüzdesi dikkate alınmamalıdır.

$$\text{Analiz Miktarı (ppm)} = (A2 / A1) \times (C1 / C2) \times 100 \times SF$$

A2 : Numunenin pik alanı

A1 : Standardın pik alanı

C1 : Standardın konsantrasyonu (ppm)

C2 : Tartılan örnek miktarı (g)

SF : Seyreltme Faktörü

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Elma Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu

Elma örneklerinde analiz edilen pestisitler, analiz sonuçları ve kalıntı durumlarını gösterir tablo, Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Elma Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu (mg /kg)

Numune	Analiz	Sonuç mg/kg	LOD/ LOQ	Ö.B.±	GC-MS/MS	Q-Orbitrap- LC-MS/MS
Elma 1	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Etiozole	0,042	-/0,01	0,021	*	
	Lambda- Cyhalothrin	0,056	-/0,01	0,028	*	
	Spirodiclofen	0,17	-/0,01	0,085	*	
	Captan	0,050	-/0,01	0,025	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Acetamiprid	0,064	-/0,01	0,032		*
	Deltamethrin(cis- deltamethrin	0,033	-/0,01	0,016		*
	Diflubenzuron	0,18	-/0,01	0,091		*
	Indoxacarb	0,020	-/0,01	0,010		*
	Methoxyfenozide	0,50	-/0,01	0,25		*
	Pyridaben	0,32	-/0,01	0,16		*
	Spiromesifen	0,37	-/0,01	0,19		*
	Tebufofenpyrad	0,080	-/0,01	0,040		*
Elma 2	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Spirodiclofen	0,053	-/0,01	0,027	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,020	-/0,01	0,010		*
	Thiacloprid	0,13	-/0,01	0,065		*
	Trifloxystrobin	0,17	-/0,01	0,085		*
	Cypermethrin	0,32	-/0,01	0,16		*
Elma 3	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,28	-/0,01	0,018		*
	Difenoconazole	0,047	-/0,01	0,024		*
	Diflubenzuron	0,031	-/0,01	0,015		*
	Pyridaben	0,10	-/0,01	0,051		*
	Cypermethrin	0,035	-/0,01	0,018		*

Tablo 4.1.'in devamı

Elma 4	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Lambda-Cyhalothrin	0,019	-/0,01	0,009	*	
	Spirodiclofen	0,11	-/0,01	0,054	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,022	-/0,01	0,011		*
	Clofentezine	0,039	-/0,01	0,019		*
	Difenoconazole	0,061	-/0,01	0,031		*
	Diflubenzuron	0,14	-/0,01	0,071		*
	Spiromesifen	0,070	-/0,01	0,035		*
	Cypermethrin	0,039	-/0,01	0,019		*
Elma 5	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Fluopyram	0,032	-/0,01	0,016		*
	Pyraclostrobin	0,047	-/0,01	0,024		*
	Thiacloprid	0,332	-/0,01	0,166		*
	Boscalid	0,104	-/0,01	0,052		*
	Clofentezine	0,501	-/0,01	0,251		*
	Difenoconazole	0,098	-/0,01	0,049		*
	Methoxyfenozide	1,911	-/0,01	0,956		*
	Pyridaben	0,074	-/0,01	0,037		*
	Pyrimethanil	0,054	-/0,01	0,027		*
	Spirodiclofen	0,411	-/0,01	0,205		*
	Fluaxpyroxad	0,054	-/0,01	0,027		*

Elma 1 örneğinde; Etoxazole, Lambda-Cyhalothrin, Spirodiclofen, Captan, Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Diflubenzuron, indoxacarb, Methoxyfenozide, Pyridaben, Spiromesifen, Tebufenpyrad kalıntıları tespit edilmiştir. Elma 2 örneğinde; Spirodiclofen, Acetamiprid, Thiacloprid Trifloxystrobin, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Elma 3 örneğinde; Acetamiprid, Difenoconazole, Diflubenzuron, Pyridaben, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Elma 4 örneğinde; Lambda-Cyhalothrin, Spirodiclofen, Acetamiprid, Clofentezine, Difenoconazole, Diflubenzuron, Spiromesifen, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Elma 5 örneğinde; Fluopyram, Pyraclostrobin, Thiacloprid, Boscalid, Clofentezine, Difenoconazole, Methoxyfenozide, Pyridaben, Pyrimethanil, Spirodiclofen, Fluaxpyroxad kalıntıları tespit edilmiştir. Tüm elma örnekleri incelendiğinde tespit edilen kalıntı miktarlarının, maksimum kalıntı limitlerini aşmadığı görülmüştür.

4.2 Armut Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu

Armut örneklerinde analiz edilen pestisitler, analiz sonuçları ve kalıntı durumlarını gösterir Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Armut Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu (mg/kg)

Numune	Analiz	Sonuç mg/kg	LOD/LOQ	Ö.B.±	GC-MS/MS	Q-Orbitrap-LC-MS/MS
Armut 1	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Lambda-Cyhalothrin	0,024	-/0,01	0,012	*	
	Spirodiclofen	0,57	-/0,01	0,29	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,053	-/0,01	0,027		*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,016	-/0,01	0,008		*
	Difenoconazole	0,12	-/0,01	0,06		*
	Diflubenzuron	0,098	-/0,01	0,049		*
	Tebuconazole	0,088	-/0,01	0,044		*
Cypermethrin	0,051	-/0,01	0,026		*	
Armut 2	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Diflubenzuron	0,11	-/0,01	0,056		*
	Thiacloprid	0,055	-/0,01	0,028		*
	Cypermethrin	0,061	-/0,01	0,030		*
	Malathion	0,021	-/0,01	0,011		*
Armut 3	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Lambda-Cyhalothrin	0,019	-/0,01	0,010	*	
	Spirodiclofen	0,19	-/0,01	0,10	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Diflubenzuron	0,13	-/0,01	0,065		*
	Thiacloprid	0,037	-/0,01	0,018		*
	Spirotetramat	0,16	-/0,01	0,081		*
Armut 4	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,40	-/0,01	0,20		*
	Diflubenzuron	0,14	-/0,01	0,072		*
	Cypermethrin	0,033	-/0,01	0,016		*
Armut 5	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,62	-/0,01	0,31		*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,025	-/0,01	0,013		*
	Difenoconazole	0,019	-/0,01	0,009		*
	Diflubenzuron	0,060	-/0,01	0,030		*
	Cypermethrin	0,047	-/0,01	0,023		*
Armut 6	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Spirodiclofen	0,16	-/0,01	0,08	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,11	-/0,01	0,056		*
	Novaluron	0,12	-/0,01	0,061		*
	Cypermethrin	0,044	-/0,01	0,022		*
Armut 7	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Pyrimethanil	0,048	-/0,01	0,024	*	
	Spirodiclofen	0,37	-/0,01	0,19	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,19	-/0,01	0,095		*
	Triflumuron	0,031	-/0,01	0,016		*
	Novaluron	0,28	-/0,01	0,14		*
Cypermethrin	0,20	-/0,01	0,10		*	

Tablo 4.2.'in devamı

Armut 8	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Spirodiclofen	0,11	-/0,01	0,055	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,10	-/0,01	0,051		*
	Novaluron	0,11	-/0,01	0,057		*
Armut 9	Cypermethrin	0,062	-/0,01	0,031		*
	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,092	-/0,01	0,046		*
	Difenoconazole	0,016	-/0,01	0,008		*
	Diflubenzuron	0,21	-/0,01	0,11		*
	Pyriproxyfen	0,075	-/0,01	0,037		*
Armut 10	Cypermethrin	0,096	-/0,01	0,048		*
	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Spirodiclofen	0,31	-/0,01	0,15	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,074	-/0,01	0,37		*
	Difenoconazole	0,066	-/0,01	0,033		*
	Diflubenzuron	0,022	-/0,01	0,011		*
	Thiacloprid	0,14	-/0,01	0,072		*
Armut 11	Cypermethrin	0,043	-/0,01	0,022		*
	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Lambda-Cyhalothrin	0,028	-/0,01	0,014	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Diflubenzuron	0,38	-/0,01	0,19		*
Armut 12	Cypermethrin	0,020	-/0,01	0,010		*
	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,021	-/0,01	0,011		*
Armut 13	Diflubenzuron	0,16	-/0,01	0,08		*
	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,039	-/0,01	0,020		*
Armut 14	Diflubenzuron	0,34	-/0,01	0,17		*
	Cypermethrin	0,31	-/0,01	0,15		*
	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
Armut 15	Diflubenzuron	0,15	-/0,01	0,076		*
	Cypermethrin	0,41	-/0,01	0,20		*
	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Spirodiclofen	0,17	-/0,01	0,085	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
Armut 16	Diflubenzuron	0,079	-/0,01	0,039		*
	Spirotetramat	0,083	-/0,01	0,042		*
	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Lambda-Cyhalothrin	0,025	-/0,01	0,013	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
Armut 17	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,027	-/0,01	0,014		*
	Diflubenzuron	0,36	-/0,01	0,18		*
	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,060	-/0,01	0,030		*
	Diflubenzuron	0,93	-/0,01	0,46		*
	Pyridaben	0,034	-/0,01	0,017		*
	Cypermethrin	0,028	-/0,01	0,014		*

Tablo 4.2.'in devamı

Armut 18	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,037	-/0,01	0,019		*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,022	-/0,01	0,011		*
	Difenoconazole	0,038	-/0,01	0,019		*
	Diflubenzuron	1,4	-/0,01	0,70		*
	Spirotetramat	0,036	-/0,01	0,018		*
Armut 19	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Lambda-Cyhalothrin	0,030	-/0,01	0,015	*	
	Spirodiclofen	0,66	-/0,01	0,33	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,018	-/0,01	0,009		*
	Difenoconazole	0,10	-/0,01	0,052		*
	Diflubenzuron	0,55	-/0,01	0,28		*
	Thiacloprid	0,080	-/0,01	0,040		*
	Spirotetramat	0,13	-/0,01	0,066		*

Tablo sonuçlarına göre Armut 1; örneğinde Lambda-Cyhalothrin, Spirodiclofen, Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Difenoconazole, Diflubenzuron, Tebuconazole, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 2 örneğinde; Diflubenzuron, Thiacloprid, Cypermethrin, Malathion kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 3 örneğinde; Lambda-Cyhalothrin, Spirodiclofen, Diflubenzuron, Thiacloprid, Spirotetramat kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 4 örneğinde Acetamiprid, Diflubenzuron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 5 örneğinde Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Difenoconazole, Diflubenzuron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir.

Armut 6 örneğinde Spirodiclofen, Acetamiprid, Novaluron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 7 örneğinde Pyrimethanil, Spirodiclofen, Acetamiprid, Triflururon, Novaluron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 8 örneğinde Spirodiclofen, Acetamiprid, Novaluron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 9 örneğinde Acetamiprid, Difenoconazole, Diflubenzuron, Pyriproxyfen, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 10 örneğinde Spirodiclofen, Acetamiprid, Difenoconazole, Diflubenzuron, Thiacloprid, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir.

Armut 11 örneğinde Lambda-Cyhalothrin, Diflubenzuron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 12 örneğinde Diflubenzuron, Acetamiprid kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 13 örneğinde Acetamiprid, Diflubenzuron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 14 örneğinde Diflubenzuron, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 15 örneğinde Spirodiclofen, Diflubenzuron, Spirotetramat kalıntıları tespit edilmiştir.

Armut 16 örneğinde Lambda-Cyhalothrin, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Diflubenzuron kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 17 örneğinde Acetamiprid, Diflubenzuron, Pyridaben, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 18 örneğinde Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Difenconazole, Diflubenzuron, Spirotetramat kalıntıları tespit edilmiştir. Armut 19 örneğinde Lambda-Cyhalothrin, Spirodiclofen, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Difenconazole, Diflubenzuron, Thiacloprid, Spirotetramat kalıntıları tespit edilmiştir. Armut örneklerinde tespit edilen miktarlar, maksimum kalıntı limitlerini aşmamaktadır.

4.3 Şeftali Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu

Şeftali örneklerinde analiz edilen pestisitler, analiz sonuçları ve kalıntı durumlarını, Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Şeftali Örneklerindeki Pestisit Kalıntılarının Durumu

Numune	Analiz	Sonuç mg/kg	LOD/LOQ	Ö.B.±	GC-MS/MS	Q-Orbitrap-LC-MS/MS
Şeftali 1	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,12	-/0,01	0,060		*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,036	-/0,01	0,018		*
	Difenconazole	0,022	-/0,01	0,011		*
	Cypermethrin	0,15	-/0,01	0,075		*
Şeftali 2	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,071	-/0,01	0,035		*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,026	-/0,01	0,013		*
	Diflubenzuron	0,071	-/0,01	0,035		*
Şeftali 3	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,030	-/0,01	0,015		*

Tablo 4.3'in devamı

Şeftali 4	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Captan	0,055	-/0,01	0,028	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,032	-/0,01	0,016		*
	Triadimenol	0,18	-/0,01	0,090		*
Şeftali 5	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,040	-/0,01	0,020		*
Şeftali 6	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-			*
Şeftali 7	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,12	-/0,01	0,060		*
	Tebuconazole	0,051	-/0,01	0,026		*
Şeftali 8	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Captan	0,030	-/0,01	0,015	*	
	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-			*
Şeftali 9	Pestisit	Tespit edilmedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,079	-/0,01	0,040		*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,043	-/0,01	0,022		*
	Tebuconazole	0,093	-/0,01	0,047		*
	Fluopyram	0,14	-/0,01	0,070		*
Şeftali 10	Pestisit	Tespit edildi	-/-		*	
	Captan	0,060	-/0,01	0,030	*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,28	-/0,01	0,014		*
Şeftali 11	Pestisit	Tespit edilemedi	-/-		*	
	Pestisit	Tespit edildi	-/-			*
	Acetamiprid	0,071	-/0,01	0,035		*
	Deltamethrin(cis-deltamethrin)	0,026	-/0,01	0,013		*
	Diflubenzuron	0,071	-/0,01	0,035		*

Şeftali 1 örneğinde Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Difenconazole, Cypermethrin kalıntıları tespit edilmiştir. Şeftali 2 örneğinde Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Diflubenzuron kalıntıları tespit edilmiştir. Şeftali 3 örneğinde Acetamiprid, kalıntısı tespit edilmiştir. Şeftali 4 örneğinde Captan, Acetamiprid, Triadimenol kalıntıları tespit edilmiştir. Şeftali 5 örneğinde Acetamiprid, kalıntısı tespit edilmiştir.

Şeftali 6 örneğinde herhangi bir etken madde kalıntısı tespit edilememiştir. Şeftali 7 örneğinde Acetamiprid, Tebuconazole kalıntısı tespit edilmiştir. Şeftali 8 örneğinde Captan kalıntısı tespit edilmiştir. Şeftali 9 örneğinde Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Tebuconazole, Fluopyram kalıntısı tespit edilmiştir. Şeftali 10 örneğinde Acetamiprid, Captan kalıntıları tespit edilmiştir. Şeftali 11 örneğinde Acetamiprid, Deltamethrin(cis-deltamethrin), Diflubenzuron kalıntıları tespit

edilmiştir. Şeftali örnekleri incelendiğinde etken madde kalıntıları tespit edilmiş ancak tespit edilen miktarların, maksimum kalıntı limitlerini aşmadığı görülmüştür.



5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, Türk gıda kodeksi maksimum kalıntı limitlerine (MRL) göre 2020 yılında ele alınan elma ve armut numunelerinin tümünün, şeftali numunelerinin ise 10 tanesinin analiz sonuçlarında kalıntı tespit edilmiş ancak kalıntı miktarının MRL değerleri üzerinde olmadığı görülmüştür. Şeftali numunelerinden sadece bir tanesinde hiçbir kalıntıya rastlanmamıştır.

Ülkemizde çeşitli meyve ve sebzeler üzerinde konu ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İl Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlükleri tarafından yapılan bir araştırmada Antalya ve İzmir'den temin edilen 1920 numunedan domates, hıyar ve biberlerin %89'unda insektisit kalıntı seviyesi Maksimum Kalıntı Limitleri (MRL)'nin altında bulunmuştur. Domates ve biber numunelerinin tümünde, hıyar örneklerinin ise %96'sında Dithiocarbamate (DC) grubu fungusitler bakımından MRL değeri aşılanmamıştır (Özgün vd. 1997).

Ege ve Akdeniz Bölgesinden temin edilen 210 adet mandalina, portakal ve limon örneğinden 105 örnekte en az bir adet kalıntı tespit edilmiştir. 5 örnekte ise Türk Gıda Kodeksi (TGK) ve AB MRL değerlerinin üzerinde kalıntı olduğu saptanmıştır (Tağa, 2007). Türkiye'de yapılan bir survey projesi kapsamında 429 adet elma, 63 adet şeftali, 137 adet armut numunesi DC grubu pestisitler bakımından incelenmiştir. 6 elmada %1,39 ve 2 armutta %1,46 MRL değerlerinin aşıldığı saptanmıştır. 180 adet yaş üzüm numunesi DC grubu pestisitler bakımından incelendiğinde, MRL değerlerinin aşılanmadığı gözlenmiştir. Aynı üzüm numunelerinde vinclozolin, procymidon, bromopropylate, trichlorfon, diazinon, methyl parathion, malathion, chlorpyrifos-ethyl, ethion insektisitleri bakımından yapılan incelemede, 12 adet örnekte kalıntı tolerans seviyesi üzerinde bulunmuştur. Buda numunelerin %6,6 oranında MRL değerlerinin aşıldığını göstermektedir. Domates, hıyar ve biberin her birinden 45'er tane sera numunesinde malathion, diazinon, methyl-parathion, bromopropylate, endosulfan seviyelerine bakılmış ve MRL değerlerinin aşılanmadığı belirlenmiştir (Güngör vd. 2002).

Güngör vd. (2002) bazı meyve ve sebzelerde pestisit taraması yaptıkları çalışma sonucunda 1 adet çilekte 2,18 ppm, 1 adet biberde ise 0,08 ppm methamidophos, 1 adet domateste 0,16 ppm procymidon, 4 adet greyfurtta 1,17-1,20 ppm düzeyinde methylparathion bulunduğunu saptamışlardır. 4 adet patateste MRL seviyesinin altında alfa-endosülfan kalıntısı tespit edilmiştir. 5 adet taze fasulyede malathion ve endosülfan kalıntıları MRL düzeyinin üzerinde saptanmıştır.

Dogheim vd. (2001) tarafından 1579 sebze ve meyve örneğinde organik fosforlu, organik nitrojen bileşikler ve bazı sentetik peritroidleri içeren 53 farklı pestisit incelemesi yapılmış ve analiz edilen örneklerin %76,1'inde tespit edilebilir kalıntı olmadığı, kalıntı tespit edilen örneklerin ise %2,59'unda ise MRL düzeyinin aşıldığı bildirilmiştir.

2003 yılında yapılan bir araştırmada 279 adet taze biber örneği methamidopos kalıntısı bakımından incelenmiş 5 tanesinde maksimum kalıntı limitlerinin aşıldığı gözlenmiştir. 40 tane kiraz numunesi benomyl+carbendazim bakımından incelenmiş olup, örneklerin tamamında kalıntı tespit edilmiş ancak sadece bir tanesinde MRL değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Güngör vd. 2003).

2004 yılında yapılan bir başka çalışmada ise, Antalya, Mersin, Adana ve Muğla'dan sera, tarla, bahçe ve marketler ile İzmir, Bursa, Samsun, Balıkesir, Manisa ve Tokat'tan alınan toplam 1,532 adet sebze ve meyve numunesi analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda 23 adet numunede MRL limitlerinin üzerinde, 109 adet numunede MRL limitlerinin altında ilaç kalıntısı tespit edilmiştir. Numunelerin 1,400 tanesinde ise tespit edilebilir seviyede kalıntı bulunmamıştır. %1,5 oranında alınan örneklerde kalıntı limit üzeri tespit edilmiştir (Anonymous, 2004).

Tatlı (2006)'nın yaptığı araştırmada toplamda 128 adet yaş meyve ve sebze ile kurutulmuş gıda örnekleri incelenmiş ve örneklerin 42 tanesinde en az bir adet pestisit kalıntısı bulunmuştur. Kalıntı tespit edilen örnekler toplam örneğin %31,81'ini temsil etmektedir. Numunelerin 3 tanesinde TGK ve AB MRL limitlerinin üzerinde kalıntıya rastlanmıştır. Bu örnekler ise toplam örneklerin %2,34'ünü temsil etmektedir.

İzmir Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nce yapılan çalışmalarda, il meyve sebze hali ve süpermarketlerinden enginar, marul, hıyar, domates, çilek, kabak, kiraz, karpuz, taze fasulye, semizotu, patates, dolmalık biber, kayısı, patlıcan, sivri biber, yenedünya, erik, börülce, bezelye, kavun ve şeftali numunesi alınmış, örneklerden yalnızca 20 tanesinde MRL düzeyinin üzerinde pestisit kalıntısı tespit edilmiştir (Anonymous, 2009).

Uçan vd., (2009) tarafından yapılan bir araştırmada elma, armut, erik, ayva, portakal, mandarin, altıntop, nar, siyah ve beyaz üzüm, muz, çilek, kivi, trabzon hurması, muşmula, balkabağı, havuç, enginar, gibi meyve sebze türlerinde 24 adet organoklor içerikli pestisit kalıntı seviyeleri araştırılmış ve elde edilen sonuçlarda kalıntı düzeylerinin MRL limitlerinin altında kaldığı gözlenmiştir. Turgut vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada Ege Bölgesinde yer alan 99 farklı üreticiden sofralık üzüm numuneleri alınmış ve geleneksel tarım uygulaması ile üretim yapılan bağlarda pestisit kalıntısı tespit edilirken organik tarım ve entegre mücadele ile üretim yapılan bağlarda kalıntı saptanmamıştır.

Bazı meyve ve sebzelerde pestisit kalıntılarını belirlenmek amacıyla yapılan bir çalışmada, değerlendirilen 1026 örnekten 376 tanesinde kalıntı tespit edilmezken 18 numunede maksimum kalıntı limitlerinin aşıldığı gözlemlenmiştir. 28 numunede ise aşırı dozda pestisit kullanımı olduğu belirlenmiştir (Szpyrka vd. 2015). Bakırcı vd. (2014) yaptıkları bir çalışmada Ege bölgesindeki 1423 adet taze sebze ve meyvede 186 farklı pestisit etkili maddesi taranmış, 754 örnekte MRL limit seviyelerinde veya daha düşük kalıntıya rastlanılmıştır. Meyve örneklerinin 48'inde ve sebze örneklerinin 83'ünde MRL limitlerinin aşıldığı tespit edilmiştir. Roka, salatalık, limon ve üzümde MRL limitlerinin üzerinde kalıntı tespit edilmiştir.

Görmez vd. (2016) tarafından yapılan araştırmada 3238 adet kiraz örneği analiz edilmiştir. 213 adet kiraz numunesinde MRL seviyesinin üzerinde değer tespit edilmiştir. Ayrıca kullanımı yasaklanan etken madde içermesinden dolayı uygun bulunmamıştır.

Bu güne kadar konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde zaman zaman pestisit kalıntılarının insan sağlığını tehdit edecek düzeylere ulaştığı görülmektedir. Pestisitler,

tarımsal ürünler için zararlı olan, kalite ve verim kaybına sebep olan haşaratlara karşı kullanılmaktadır ve asıl kullanım amacı ürün kaybını engellemektir. Bitkiler dünyadaki canlı yaşamın kaynağını ve besin pramidinin temelini oluşturan canlılardır (Ertugrul vd., 2021; Yigit vd., 2021). Bitki gelişimi genel olarak genetik yapı (Sevik vd., 2012) ile çevresel faktörlerin (Ozkazanc vd., 2019; Ozel vd., 2021a,b; Yuicedag vd., 2019) karşılıklı etkileşimi altında şekillenmektedir ve en baskın çevresel faktörlerler iklimatik (Cetin vd., 2018a,b; Koç, 2021a,b; Sevik vd., 2021) ve edafik (Kravkaz Kuscu vd., 2018a,b; Sevik vd., 2019a,b) faktörlerdir. Bunlara ek olarak bitki metabolizması stres faktörlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Başlıca stres faktörleri olarak yüksek veya düşük sıcaklıklar (Koc ve Nzokou, 2022; Sevik ve Karaca, 2016; Yigit vd., 2016), çevre kirliliği (Cetin vd., 2022; Key ve Kulaç, 2022; Koç, 2021c; Turkyilmaz vd., 2018a,b; Uzun Ozel vd., 2019), UV-B artışı (Ozel vd., 2021c,d) gibi faktörler sayılabilir. Bu faktörler bitki gelişimini etkileyen abiyotik faktörlerdir.

Bitki gelişimini etkileyen abiyotik faktörlere ek olarak, bitkide strese ve gelişim geriliğine sebep olan ve biyotik faktörler olarak isimlendirilen canlılar bulunmaktadır. Bu canlılar genellikle bitki üzerinde parazit veya yarı parazit olarak yaşayan canlılardır ve bitki gelişimini önemli ölçüde etkilemektedirler. Çalışmaya konu pestisitler bu canlılara karşı kullanılan maddelerdir (Gallé vd., 2021; Khan vd., 2021; Singh vd., 2022)

Günümüzde dünya genelinde geri döndürülemez olarak nitelendirilen en büyük sorun, küresel iklim değişikliğidir (Brinkerink vd., 2022; Fan vd., 2022). Küresel iklim değişikliği, bütün canlıların yaşamını etkileyecek bir süreçtir (Koç, 2021d). Çünkü bütün canlıların yaşamı doğrudan veya dolaylı olarak iklimden etkilenmektedir (Sevik vd., 2019c; Shults vd., 2020; Yigit vd., 2019). Küresel iklim değişikliğinin etkileri ile özellikle bazı böcek ve haşaratlarda populasyon patlaması yaşanabileceği ve bu durumun bitkilerde büyük boyutlarda tür ve populasyon kayıplarına sebep olabileceği belirtilmektedir (Varol vd., 2022). Populasyon patlaması yaşayacağı belirtilen türlerin kontrol altına alınabilmesi için pestisitler önemli araçlardır ve bundan dolayı yakın gelecekte pestisit kullanımında ciddi artışlar olabileceği öngörülebilir. Bundan dolayı

pestisitler konusundaki çalışmaların çok yönlü olarak devam ettirilmesi gerekmektedir.



6. ÖNERİLER

Tarımsal mücadele ancak, bitkilerin hastalıklar, zararlılar ve yabancı otların etkilerinden ekonomik ölçütler içerisinde korunması ve böylece ürünün miktar ve kalitesinin artırılması ile mümkündür. Dünyada, ülkemizde bu amaçla en çok başvurulan kimyasal savaşım yöntemi ise pestisitler ile savaşımıdır. Tarımsal üretimin ve verimin yüksek olduğu Korkuteli ilçesi ve çevresinde de yoğun pestisit kullanımı söz konusudur. Bu yüzden bölgede pestisitlerin ürünler üzerinde etkileri konusunda yapılacak çalışmanın önemi bir kat daha artmaktadır. Bu araştırmadan çıkan sonuçlar mevcut durumun belirlenmesi amacı ile önemli bir nitelik kazanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde, işçilerin ve üreticilerin zirai ilaçlamada, hasat öncesi bekleme süresine ve bitki koruma ürün ruhsatlarında belirtilen dozlara uydukları anlaşılmaktadır. İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü bünyesinde bulunan teknik personellerin, kontrol ve eğitim aşamasında insan ve çevre sağlığı konularında genel olarak üreticileri bilgilendirdiği görülmektedir.

Türkiye’de pestisit kalıntı seviyelerinin belirlenmesine yönelik araştırmaların sayısı gelişmiş ülkelerdeki seviyeye yükseltilmelidir. Özellikle kamuya ait araştırma kuruluşlarında araştırma ve proje sonuçlarını raporlayıp kaldırmak yerine bilimsel bir makaleye dönüştürülmesi gerekmektedir. Yapılan araştırma veya analiz sonuçlarının makale olarak yayımlanması, bilime katkı sağlamasının yanında, üretici ile tüketicinin bilgilendirilmesin de bir yoldur.

KAYNAKLAR

- Agin, H., Çalkavur, S., Uzun, H., & Bak, M. (2004). Amitraz poisoning: clinical and laboratory findings. *Indian Ped;*41:482-6.
- Ahmed, M.A., & Matsumura, F. (2012). Synergistic actions of formamidine insecticides on the activity of pyrethroids and neonicotinoids against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol;*49(6):1405-10.
- Altun, T., Danabaş, D., & Çelik, F. (2005). Balık avlamada kullanılan zehirli bitkiler ve zararlı etkileri. Trabzon: Ulusal Su Günleri; 28-30 Eylül 2005. <http://www.akuademi.net/USG/USG2005/CK/ck25.pdf>
- Andrade, S.F., Sakate, M., Laposy, C.B., Valente, S.F., Bettanim, V.M., & Rodrigues, L.T. (2007). Effects of experimental amitraz intoxication in cats. *Arq Bras Med Vet Zootec;*59(5):1236-44.
- Anonymous, (1998a). Monitoring of Pesticide Residues in products of plant origin in the E.C., Report 1996, Annexes to the document XXIV/1774/98, Annex III.
- Anonymous, (2004). Tarımsal ürünlerimizde kullanılan ilaçların kalıntılarının araştırılması KKGGM Projesi, TC. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, (Yayınlanmamış veriler).
- Anonymous, (2009). <http://www.izmirtarim.gov.tr/bitki/kalinti/kalinti.asp> (son erişim tarihi: 06.04.2021)
- APVMA. (2021). Safety of fipronil in dogs and cats: a review of literature. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (APVMA). https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/15191-fipronil-prf-vol2-animal-safety-literature_0.pdf (son erişim tarihi:07.07.2021)
- Artık, N., & Ekşi, A., (1993). Gıdalarda Pestisit Kalıntıları ve Limitleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 16, 22.
- Bakırcı, G.T., Acay, D.B., Bakırcı, F. & Ötleş, S. (2014). Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. *Food Chemistry*, 160: 379-392.
- Brent, K.J., & Hollomon, D.W. (1998). Fungicide Resistance: The Assesment of Risk. FRAC Monograph No. 2, GCPF, Brussels.
- Brinkerink, M., Zakeri, B., Huppmann, D., Glynn, J., Gallachóir, B. Ó., & Deane, P. (2022). Assessing global climate change mitigation scenarios from a power system perspective using a novel multi-model framework. *Environmental Modelling & Software*, 150, 105336.
- Canturk, U., & Kulac, S. (2021). The effects of climate change scenarios on *Tilia* ssp. in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, doi:10.1007/s10661-021-09546-5

- Cesur A, Zeren Cetin I, Abo Aisha AES, Alrabiti OBM, Aljama AMO, Jawed AA, Cetin M, Sevik H, Ozel HB (2021) The usability of Cupressus arizonica annual rings in monitoring the changes in heavy metal concentration in air. *Environ Sci Pout Res*. DOI: 10.1007/s11356-021-13166-4
- Cetin, M., Sevik, H., Yigit, N., Ozel H.B., Aricak, B., & Varol, T. (2018a) The variable of leaf micromorphological characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5): 3206-3211.
- Cetin, M., Sevik, H., & Yigit, N. (2018b). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental monitoring and assessment*, 190 (7), 404.
- Cetin, M., Sevik, H., & Cobanoglu, O. (2020). Ca, Cu, and Li in washed and unwashed specimens of needles, bark, and branches of the blue spruce (*Picea pungens*) in the city of Ankara. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(17), 21816-21825.
- Cetin, M., Aljama, A. M. O., Alrabiti, O. B. M., Adiguzel, F., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022). Determination and Mapping of Regional Change of Pb and Cr Pollution in Ankara City Center. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(5), 1-10.
- Costa, L.G.(2008). Toxic effects of pesticides. In: Klaassen CD, ed. Casarett and Doull's Toxicology the Basic Science of Poisons. 7thed. New York: McGraw-Hill; p.883-930.
- Cope, W.G., Leidy, R.B., & Hodgson, E. (2004). Classes of toxicants: use classes. In: Hodgson E, ed. A Textbook of Modern Toxicology. 3rded. New Jersey: John Wiley & Sons Inc; p.49-74.
- Çakır, G. (2007). Sivrisinek larva öldürücülerin hedef ve hedef dışı canlılara etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Anabilim Dalı; Ankara.
- Daş, Y.K., & Aksoy, A. (2015). Yemlerde toksikolojik açıdan oluşabilecek doğal olmayan risk faktörleri. *Türkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics*;1(1): 43-53.
- Daş, Y.K., & Aksoy, A. (2016). *Turkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics* 2(2):1-17
- Delen, N. (2008). Fungisitler. Nobel Yayınevi, izmir.
- Delen, N. & Tosun, N. (1996). Reduced sensitivity in *Botrytis cinerea* to thiram and mancozeb. XIth International Botrytis Symposium, June, 23-27 1996. Wageningen, Programme and Book of Abstracts. 31.
- Dogheim, S.M., Alla, S., & El-Marsafy, A.M. (2001). 1996 Monitoring of pesticide residues in Egyptian fruits and vegetables during journal of AOAC International 84 (2):519-531 MAR-APR.

- Durmuşoğlu, E., Savaş, H.S., Yılmaz, Ö., & Çelik, C. (1999). Review of the toxicology of the registered pesticides used against pest in Turkey, The 4th Congress of Toxicology in Developing Countries Abstracts, 6-10 November, 1999, 284p, Antalya, Turkey.
- Durmusoglu, E., Tiryaki, O., & Canhilal, R. (2010). Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi,, 11-15 Ocak 2010, Ankara, Bildiriler Kitabı 2: 589-607, 2010. https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/52cf38361a20908_ek.pdf (son erişim tarihi: 07.07.2021).
- Elsunousi AAM, Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Ucun Ozel H (2021) Periodical and regional change of particulate matter and CO2 concentration in Misurata. *Environ Monit Assess* 193: 707 (2021). DOI: 10.1007/s10661-021-09478-0
- EPA, (1999a). Summary of OPP reduced- risk pesticides initavite. US EPA, 2 pp.
- EPA, (1999b). Fısal year 1999 work plan. US EPA, 4 pp
- EPA, <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products>. (Son erişim tarihi: 08.07.2021).
- Engören, A.T. (2000). Narlıdere ve Balçova İlçesi Sera Çalışanlarının Pestisit Kullanım Durumları. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, İzmir.
- Ertugrul, M., Varol, T., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-17.
- Falqui ,C.F., Fournier, J., & Montury, M. (2001). Recent Development of the Mediterranean Network for Pesticide Residue Analysis by SPME, Second International Symposium of Pesticides in Food and the Environment in Mediterranean Countries and MGPR Annual Meeting, p. 34.Valencia, Spain.
- Fan, M., Xu, J., Li, D., & Chen, Y. (2022). Response of Precipitation in Tianshan to Global Climate Change Based on the Berkeley Earth and ERA5 Reanalysis Products. *Remote Sensing*, 14(3), 519.
- Gallé, Á., Czékus, Z., Tóth, L., Galgóczy, L., & Poór, P. (2021). Pest and disease management by red light. *Plant, Cell & Environment*, 44(10), 3197-3210.
- Gencel, O., Bayraktar, O. Y., Kaplan, G., Arslan, O., Nodehi, M., Benli, A., ... & Ozbakkaloglu, T. (2022a). Lightweight foam concrete containing expanded perlite and glass sand: Physico-mechanical, durability, and insulation properties. *Construction and Building Materials*, 320, 126187.
- Gencel, O., Nodehi, M., Bayraktar, O. Y., Kaplan, G., Benli, A., Gholampour, A., & Ozbakkaloglu, T. (2022b). Basalt fiber-reinforced foam concrete containing silica fume: An experimental study. *Construction and Building Materials*, 326, 126861.

- Ghoma WEO, Sevik H and Isinkaralar K (2022) Using indoor plants as biomonitors for detection of toxic metals by tobacco smoke. *Air Quality, Atmosphere & Health*, <https://doi.org/10.1007/s11869-021-01146-z>
- Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi Bölüm: Gıdalarda zirai ilaç kalıntı düzeylerinin tespiti. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 9-27, 1996.
- Glaser, L.C. (1999). Organophosphorus and carbamate pesticides. In: Franson JC, Ciganovich, eds. *Field Manual of Wildlife Diseases: General Field Procedures and Diseases of Birds*. Washington DC: US Government. p.287-93.
- Görmez, E., Civelek, H.S., & Dinçay, O. (2016). Kiraz Sineği, *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae)'ne karşı kullanılan insektisitlerin kalıntı analizlerine göre uygunluğunun değerlendirilmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6 (4): 311-320.
- GTHB. Meyve Ağacı Yaprak Bitleri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İl Müdürlüğü; 2013Güler, Ç., & Çobanoğlu, Z. (1997). Pestisitler. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:52. Sağlık Bakanlığı Yayınları. İlköz Matbaası, Ankara.
- Güngör, T., & Urkun, T., Er, E. (2002). Gıdalarda katkı kalıntı ve bulaşanların izlenmesi. Bursa Gıda Kontrol Araştırma Enstitüsü Yayını, Bursa.
- Güngör, T., Urkun, T., & Er, E. (2003). Gıdalarda katkı kalıntı ve bulasanların izlenmesi. Bursa Gıda Kontrol Araştırma Enstitüsü Yayını, Bursa..
- Haktanır, K., & Arcak, S. (1998). A.Ü.Z.F. Çevre Kirliliği Ders Kitabı (457), yayın no:1503
- Hışıl, Y. (1982). Gıdalarda Pesitisit Kalıntıları ve Azaltma Yolları. 3. Gıda Kongresi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 4, 276–297.
- Isinkaralar K. (2022a). Some atmospheric trace metals deposition in selected trees as a possible biomonitor. *Rom Biotechnol Lett.*; 27(1): 3227-3236. DOI: 10.25083/rbl/27.7/3227-3236.
- Isinkaralar, K. (2022b). Atmospheric deposition of Pb and Cd in the *Cedrus atlantica* for environmental biomonitoring. *Landscape Ecol Eng* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11355-022-00503-z>
- Isinkaralar K, Koc I, Erdem R, Sevik H (2022) Atmospheric Cd, Cr, and Zn Deposition in Several Landscape Plants in Mersin, Türkiye, *Water, Air, & Soil Pollution*, <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05607-8>
- Ivic, D.(2010). Curative and eradivative effects of fungicides. In: Carisse O, ed. *Fungicides*. Rijeka: InTech, p.3-22.
- Kandpal, V. (2014). Biopesticides. *Int J Environ Res Develop*;4(2):191-6.
- Karacocuk, T., Sevik, H., Isinkaralar, K. Turkyilmaz, A., Cetin, M (2022). The change of Cr and Mn concentrations in selected plants in Samsun city center depending

- Karakaya, M., & Boyraz, N. 2000. "Gıda Kirlenmesinde Pestisitler ve Korunma Yolları", Çevre Dergisi
- Kaya, S. (1996). Pestisitler ve yol açabileceği başlıca sorunlar. Çevre ve sağlık birimleri paneli notları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Konferans Salonu. Ankara.
- Kaya, S., Pirinççi, İ., & Bilgili, A. (2002). Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji, 2. baskı, Medisan Yayın, 385-402.
- Kaya, S., & Bilgili, A. (2007). Sümüklü böceklerle karşı kullanılan ilaçlar. In: Kaya S, editör. Veteriner Farmakoloji. 4. Baskı. Ankara: Medisan Yayınevi, p.610-1.
- Kaya, S. (2014). İnsektisitler. Veteriner Toksikoloji. 3. Baskı. Ankara: Medisan Yayınevi; p.310-53.
- Key, K., & Kulaç, Ş. (2022). Proof of concept to characterize historical heavy metal concentrations from annual rings of *Corylus colurna*: determining the changes of Pb, Cr, and Zn concentrations in atmosphere in 180 years in North Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-11.
- Khan, M., Khan, A. U., Hasan, M. A., Yadav, K. K., Pinto, M., Malik, N., ... & Sharma, G. K. (2021). Agro-nanotechnology as an emerging field: a novel sustainable approach for improving plant growth by reducing biotic stress. *Applied Sciences*, 11(5), 2282.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., & Sevik, H. (2020). Site selection by using the multi-criteria technique-a case study of Bafra, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (9), 1-12.
- Koc, I & Nzokou, P. (2022) Do Various Conifers Respond Differently to Water Stress? A Comparative Study of White Pine, Concolor and Balsam Fir. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(1), 1-16.
- Koç, İ. (2021a). Examining Seed Germination Rate and Seedlings Gas Exchange Performances of Some Turkish Red Pine Provenances Under Water Stress. *Düzce University Journal of Science & Technology*, 9(3), 48-60.
- Koç, İ. (2021b) Changes That May Occur in Temperature, Rain, and Climate Types Due to Global Climate Change: The Example of Düzce. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 9(8), 1545-1554
- Koç, İ. (2021c). Using *Cedrus atlantica*'s annual rings as a biomonitor in observing the changes of Ni and Co concentrations in the atmosphere. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35880–35886

- Koç, İ. (2021d) The Effect of Global Climate Change on Some Climate Parameters and Climate Types in Bolu. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23(2), 706-719
- Kravkaz Kuscu, I. S., Cetin, M., Yigit, N., Savaci, G., & Sevik, H. (2018a). Relationship between Enzyme Activity (Urease-Catalase) and Nutrient Element in Soil Use. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27 (5). 2107-2112.
- Kravkaz-Kuscu, I. S., Sariyildiz, T., Cetin, M., Yigit, N., Sevik, H., & Savaci, G. (2018b). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taskopru (Kastamonu) district. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (3), 1613-1617.
- Kumbur, H., Özer, Z., & Özsoy, H.D. (2005). Tarım ilaçlarının (Pestisitlerin) Çevresel Etkileri ve Mersin İli'nde Kullanım Düzeyleri. In: GAP, IV. Tarım Kongresi, Bildiri Kitapçığı, 702–707.
- Ling, N. (2003). Rotenone- a review of its toxicity and use for fisheries management. New Zealand Department of Conservation.
- Lumaret, J.P., Errouissi, F., Floate, K., Römbke, J., & Wardhaugh, K. (2012). A review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environments. *Curr Pharm Biotechnol*;13(6):1004-60.
- Mishra, J., Tewari, S., Singh, S., & Arora, N.K. (2015). Biopesticides: where we stand? In: Arora NK, ed. *Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets*. India: Springer. p.37-75.
- Murphy, M.J. (2007). Anticoagulant rodenticides. In: Gupta RC, ed. *Veterinary Toxicology*. New York: Elsevier Inc; p.525-47.
- Neely, B.W. (1994). *Introduction to Chemical Exposure and Risk Assessment*. CRC Press. Boca Raton. FL.
- Otacı, C., & Güvener, A. (1959). Hexachlorbenzenle ilaçlanmış tohumluk buğdaylarda hexachlorbenzen tayini. *Bit. Kor. Bül.*, 1 (2): 26-29.
- Ozel, H.B., Varol, H.N., Sevik, H. (2021a) The Change of Mn Concentration by Organ and Species in Several Edible Plants. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. 29(2): 474-480
- Ozel, H. B., Sen, M., Sevik, H. (2021b) Change of Ba concentration by species and organ in several fruits grown in city centers, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12(03), 143–150, DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.12.3.0681>
- Ozel HB, Cetin M, Sevik H, Varol T, Isik B, Yaman B (2021c) The effects of base station as an electromagnetic radiation source on flower and cone yield and germination percentage in *Pinus brutia* Ten. *Biologia Futura* (2021). <https://doi.org/10.1007/s42977-021-00085-1>

- Ozel, H.B., Abo Aisha, A.E.S., Cetin, M. Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2021d). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environ Monit Assess* 193, 388. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09178-9>
- Ozkazanc, N. K., Ozay, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). The habitat, ecological life conditions, and usage characteristics of the otter (*Lutra lutra* L. 1758) in the Balıkdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (11), 645.
- Özay, G. (1993). Gıdalarda Tarımsal İlaç Kalıntıları ve İnsan Sağlığı Açısından Taşıdığı Riskler. *Gıda Sanayi*, 2, 19–28.
- Özel, S. (2019). The Variation of Heavy Metal Accumulation in Some Fruit Tree Organelles Due to Traffic Density. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MSc Thesis, 51 pages
- Özgün, O., Boncuk, H., Sarıgül, A., Atamer, P., Yüksel, L., Salcı, B. & Şenöz, B. (1997). Meyve sularında bazı pestisit kalıntıları üzerine araştırmalar TAGEM İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Ankara. Genel Yay. No: 35, Özel Yay. No: 31, 25 s.
- Özparlak, H. (2003). Böceklerde kütikulanın yapısı, deri değiştirme ve diflubenzuron'un (DFB) etkileri. *SÜ Fen-Edeb Fak Fen Derg*;21:7-19.
- Özparlak, H., Arslan, A., & Güler, G.Ö. (2011). Organik insektisit fipronil'in genotoksik etkilerinin civciv mikronukleus test sisteminde belirlenmesi. *SÜ Fen Fak Fen Derg*;37:1-8.
- Parthasarathy, R., & Palli, S.R. (2009). Molecular analysis of juvenile hormone analog action in controlling the metamorphosis of the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. *Arch Insect Biochem Physiol*;70(1):57-70.
- Sağlam, H. (2008). Melen havzasında pestisit uygulamaları ve pestisitlerin biyolojik bozunma, yüzeysel akış ve sızma yüzdelerinin tahmini. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi
- Savas, D.S., Sevik, H., Isinkaralar, K. Turkyilmaz, A. & Cetin, M. (2021). The potential of using *Cedrus atlantica* as a biomonitor in the concentrations of Cr and Mn. *Environ Sci Pollut Res* (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14826-1>
- Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2012). Determination of genetic variation between populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf according to some seed characteristics, genetic diversity in plants. *Chapter, 12*, 231-248.

- Sevik, H., & Karaca, U. (2016). Determining the resistances of some plant species to frost stress through ion leakage method. *Feb-fresenius environmental bulletin*, 25(8), 2745-2750.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019a). Changes in Pb, Cr and Cu concentrations in some bioindicators depending on traffic density on the basis of species and organs. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (6), 12843-12857.
- Sevik, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Özel, H. U., & Erdem, T. (2019b). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12 (2), 189-195.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Yigit, N., & Karakus, O. (2019c). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (3), 5909-5921.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Ozel, S., & Cetin, I. Z. (2020). Changes in heavy metal accumulation in some edible landscape plants depending on traffic density. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (2), 78.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Erbek, A., & Cetin, I. Z. (2021). The effect of climate on leaf micromorphological characteristics in some broad-leaved species. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 6395-6407.
- Shults, P., Nzokou, P., Koc, I. (2020). Nitrogen contributions of alley cropped *Trifolium pratense* may sustain short rotation woody crop yields on marginal lands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 117(2), 261-272.
- Singh, A., Rajput, V. D., Rawat, S., Sharma, R., Singh, A. K., Kumar, P., ... & Singh, S. (2022). Geoinformatics and Nanotechnological Approaches for Coping Up Abiotic and Biotic Stress in Crop Plants. *Sustainable Agriculture Systems and Technologies*, 337-359.
- Szpyrka, E., . Kurdziel, A., Matyaszek, A., Podbielska, M., Rupar, J., & Slowik-Borowiec, M. (2015). Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from the region of south-eastern Poland. *Food Control*, 48: 137-142.
- Tadeo, J.L. (2008). Analysis of pesticides in food and environmental samples. Boca Raton: CRC Press.
- Tağa, Ö. (2007). Ege ve akdeniz bölgelerinde yetişen narenciye ürünlerindeki pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi. YL tezi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Tağa, Ö. & Bilgin, B. (2008). Ege ve Akdeniz bölgelerinde yetiştirilen narenciye ürünlerindeki pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi, 265-268. Türkiye 10. Gıda Kongresi (21-23 Mayıs 2008, Erzurum) Bildirileri, 1104 s.

- Tarım ve Köyisleri Bakanlığı. (2009). ilaç-Alet Hizmetleri Dairesi Başkanlığı Kayıtları,. TC Tarım ve Köyisleri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Tatlı, Ö. (2006). Ege Bölgesine Özgü Bazı Yaş Meyve, Sebze ve Kurutulmuş Gıda Ürünlerinde Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi.
- Tiryaki, O., Baysoyu, D., Seçer, E. & Aydın, G. (2008). Testing the stability of pesticides during sample processing for the chlorpyrifos and malathion residue analysis in cucumber, including matrix effects. *Bull.of Environ. Contam. Toxicol.*, 80, 1, 38-43.
- Turabi, M.S. (2007). Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması, Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s:50-61.
- Turgut, C., Örnek, H., & Cutright, T.J. (2011). Determination Of Pesticide Residues In Turkey's Table Grapes: The Effect Of Integrated Pest Management, Organic Farming And Conventional Farming. *Environ. Monit. Assess.*, 173, 315-323.
- Turkylmaz, A., Sevik, H., Cetin, M., & Ahmaida Saleh E. A. (2018b). Changes in heavy metal accumulation depending on traffic density in some landscape plants. *Pol J Environ Stud* 27 (5):2277–2284.
- Turkylmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Cetin, M. (2018a). Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190:578.
- Ucun Ozel, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Gemici, B. T., & Varol, T. (2019). Base alteration of some heavy metal concentrations on local and seasonal in Bartın River. *Environmental monitoring and assessment*, 191(9), 1-15.
- Ucun Ozel, H., Gemici, B. T., Gemici, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2020). Application of artificial neural networks to predict the heavy metal contamination in the Bartın River. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.
- Uçan, H.N., Dursun, S., Gür, K., & Aktümsek, A. (2009). Organochlorine Pesticide Residue Analyses in Some Fruit Samples Collected from Konya City Supermarkets. *Asian Journal of Chemistry*, 21(6): 4843-4855.
- Urruty, L., Fournier, J., & Montury, M. (2001). SPME and Pesticide Residue Analysis in Strawberries, Second International Symposium of Pesticides in Food and the Environment in Mediterranean Countries and MGPR Annual Meeting, Valencia, Spain, p. 43.
- Varol T, Canturk U, Cetin M, Ozel HB, Sevik H (2021) Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management*. *Forest Ecology and Management* 491 (2021) 119199. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119199
- Varol, T., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2022). The Effects of Climate Change Scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in

Europe. *Water Air Soil Pollut* 233, 45. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05516-w>

Villaverde, J.J., Sevilla-Moran, B., Lopez-Goti, C., Alonso-Prados, J.L., & Sandin-Espana, P. (2009). Trends in analysis of pesticide residues to fulfill the European Regulation (EC) No. 1107/2009. *TrAC* 2016;80:568-80.

Vural, N. (2005). Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

WHO. The WHO recommended classification of pesticides by hazard. http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_2009.pdf (son erişim tarihi: 24.12.2020)

Yalvaç, M. (2005). Göksu Deltası Sucul Ekosisteminde Endosülfan ve Methamidophos Pestisitlerinin Kalıntı Düzeylerinin Araştırılması. Doktora Tezi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Yavuz, O., & Aksoy, A. (2006). Örnek hazırlamada katı faz ekstraksiyonu metodu. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*;20(3):259-69.

Yılmaz, A., & Binzet, A. (2008). Genel zararlılar. In: Aydemir M. editör. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı; p.159-200.

Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., & Kaya, N. (2016). Determination of the effect of drought stress on the seed germination in some plant species. *Water stress in plants*, 43-62.

Yigit, N., Cetin, M., Ozturk, A., Sevik, H., & Cetin, S. (2019). Variation of Stomatal Characteristics in Broad Leaved Species Based on Habitat. *Applied Ecology and Environmental Research* 17 (6):12859-12868.

Yigit, N., Mutevelli, Z., Sevik, H., Onat, S.M., Ozel, H.B., Cetin, M., Olgun, C. (2021). Identification of Some Fiber Characteristics in *Rosa sp.* and *Nerium oleander* L. Wood Grown under Different Ecological Conditions. *BioResources*, 16(3): 5862-5874. DOI:10.15376/biores.14.3.7015-7024

Yucedag, C., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Variability in morphological traits of seedlings from five *Euonymus japonicus* cultivars. *Environmental monitoring and assessment*, 191(5), 1-4.

Zeren Cetin, I. & Sevik, H. (2020). Investigation of the relationship between bioclimatic comfort and land use by using GIS and RS techniques in Trabzon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (2), 71.