



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ANTALYA'DA ÜRETİMİ YAPILAN BAZI TURUNÇGİLLERDE
PESTİSİT KALINTI DÜZEYLERİNİN TESPİTİ ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Hasan KARAAĞAÇLI

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tarık BALKAN

TOKAT- 2023



Bu tez çalışması Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2022/94 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Tarık BALKAN danışmanlığında hazırlamış olduğum “Antalya’da Üretimi Yapılan Bazı Turunçgillerde Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar” adlı Yüksek Lisans bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

06/03/2023

Hasan KARAAĞAÇLI



JÜRİ KABUL VE ONAY

Hasan KARAAĞAÇLI tarafından hazırlanan “Antalya’da Üretimi Yapılan Bazı Turunçgillerde Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 06 Mart 2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzası

Üye (Başkan) : Prof. Dr. Kenan KARA

.....

Üye : Doç. Dr. Burak POLAT

.....

Üye (Danışman): Dr. Öğr. Üyesi Tarık BALKAN

.....

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda tecrübelerinden, bilgilerinden yararlandığım danışmanım, sayın Dr. Öğr. Üyesi Tarık BALKAN'a ve analiz çalışmalarında yardımcı olan Yüksek lisans öğrencisi Ziraat Mühendisi Özlem YILMAZ'a, tez yazım sürecinde destek olan Arş. Gör. Müberra ERDOĞAN'a teşekkür ederim. Jüri üyeleri Prof. Dr. Kenan KARA ve Doç. Dr. Burak POLAT'a yaptıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim. Çalışmayı 2022/94 numaralı proje numarası ile destekleyen, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

ANTALYA'DA ÜRETİMİ YAPILAN BAZI TURUNÇGİLLERDE PESTİSİT KALINTI DÜZEYLERİNİN TESPİTİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Karaağaçlı, Hasan
Yüksek Lisans, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Tarık Balkan
Mart 2023, x + 50 sayfa

Narenciye üretiminde ürün kayıplarını azaltmak, verimi artırmak, ürün kalitesini iyileştirmek ve hasat sonrası ömrü uzatmak amacıyla hastalık, zararlı ve yabancı otları kontrol etmek için pestisit uygulamaları yoğun olarak yapılmaktadır. Pestisitler üretimde kalite ve kantiteyi artırmaları yanında çevre ve insan sağlığı açısından ciddi problemlere neden olmaktadır. Söz konusu olumsuzlukları takip ve kontrol amacıyla kalıntı analizlerinin yapılması elzemdir. Bu çalışmada Antalya ili Kumluca, Serik, Aksu, Döşemealtı ve Finike ilçelerinde üretimi yapılan narenciye ürünleri seçilmiştir. 60 adet limon, 56 adet mandalina ve 60 adet portakal olmak üzere toplam 176 adet numunede 260 pestisit etken maddesi araştırılmıştır. Metot doğrulama için blank portakal örnekleri 10, 50 ve 100 µg/kg seviyelerinde spike edilmiştir. Metot doğrulama çalışmalarında doğrusalılık, tespit limiti (LOD), ölçüm limiti (LOQ), gerialım, kesinlik (tekrarlanabilirlik, laboratuvar içi tekrarüretilebilirlik), ölçüm belirsizliği parametrelerine ilişkin çalışmalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar SANTE/11312/2021 dökümanında bildirilen şartları sağlamıştır. Örnekler QuEChERS yöntemi ile ekstrakte edilmiş, LC-MS/MS cihazında kromatografik analizler yapılmıştır. Tespit edilen pestisit kalıntı miktarları Avrupa birliği Maksimum Kalıntı Limitlerine (AB-MRL) göre değerlendirilmiştir. Limon numunelerinin 42 tanesinde 8 farklı pestisit etken maddesi tespit edilmiş, 2 adet limon numunesinde buprofezin etken maddesi AB-MRL sınır değerini aşmıştır. Mandalina numunelerinin 32'sinde 11 farklı pestisit etken maddesi bulunmuş, 22 etken madde miktarı MRL değerinin üzerinde kaydedilmiş olup bunlar buprofezin, chlorpyrifos ve propiconazole'dir. Portakal numunelerinin 35 tanesinde 9 farklı pestisit etken maddesi belirlenmiş ve 9'unda buprofezin etken maddesi AB-MRL değerlerinin üzerinde çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: LC-MS/MS, Metot doğrulama, Narenciye, Pestisit kalıntısı, QuEChERS

ABSTRACT

DETERMINATION OF PESTICIDE RESIDUAL LEVELS IN SOME CITRUS FRUITS GROWN IN ANTALYA REGION

Karaağaçlı, Hasan

Master's Thesis, Department of Plant Protection

Advisor: Asst. Prof. Dr. Tarık Balkan

March 2023, x + 50 pages

In citrus production, pesticides are widely applicated to control diseases, pests and weeds. These chemicals reduce product losses, increase yield, improve product quality and extend post-harvest life. Uncontrolled and unconscious use of pesticides causes serious damages especially on human health and environment. It is important to carry out residue analyzes in order to eliminate these negativities. In this study, some citrus fruits (lemon, tangerina, orange) were bought/taken from Kumluca, Serik, Aksu, Döşemealtı and Finike districts in Antalya province. 260 pesticide active ingredients were studied in a total of 176 samples, including 60 lemons, 56 tangerines and 60 oranges. Blank oranges were spiked at 10, 50 and 100 µg/kg of pesticides for method verification. Linearity, limit of detection (LOD), limit of measurement (LOQ), recovery, precision (repeatability, in-laboratory reproducibility) and, measurement uncertainty parameters were performed in method validation studies. The results obtained met the conditions reported in the document SANTE/11312/2021.

The samples were extracted by the QuEChERS method. Chromatographic analyzes were performed on LC-MS/MS device. Pesticide residues were evaluated according to European Union Maximum Residue Limits (EU-MRL). Eight different pesticides were detected in 42 of the lemon samples, and the buprofezin in 2 lemon samples exceeded the EU-MRL values. According to the pesticide residues detected in the tangerine samples, the amount of 22 active ingredient was recorded above the MRL value. These were buprofezin, chlorpyrifos and propiconazole. Nine different pesticides were found in 35 of the orange samples. The buprofezin was found to be above the EU-MRL values in 9 of the samples.

Keywords: LC-MS/MS, Method verification, Citrus, Pesticide residue, QuEChERS

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ETİK SÖZLEŞME.....	ii
JÜRİ KABUL VE ONAY	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
SİMGE ve KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Numunelerin toplanması ve saklanması.....	17
3.2.2. Numunelerin ekstraksiyonu ve clean up.....	17
3.2.3. Metot verifikasyon çalışmaları	20
3.2.4. Cihaza ait bilgiler	21
3.2.5. Kalıntı analizleri	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. Metot Doğrulama Sonuçları	23
4.3. Limon Numunelerinde Pestisit Kalıntı Miktarları	24
4.4. Mandalina Numunelerinde Pestisit Kalıntı Miktarları	28
4.5. Portakal Numunelerinde Pestisit Kalıntı Miktarları.....	33
4.6. İlçelere Göre Pestisit Kalıntılarının Dağılımı	37
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	39
6. KAYNAKLAR.....	41
7. EKLER	46
Ek 1. Numunelerde aranan aktif maddelerin listesi	46
Ek 2. Yazarın Özgeçmişi.....	50

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. FAO turunçgil üretim verileri.....	1
Çizelge 2. Dünyada portakal, mandalina, limon üretim miktarı.....	2
Çizelge 3. 2006-2020 yıllarında Türkiye’de insektisit, fungusit, herbisit ve toplam pestisit tüketimi.....	4
Çizelge 4. Limon numunelerinin alındığı yer ve tarih.....	15
Çizelge 5. Mandalina numunelerinin alındığı yer ve tarih	16
Çizelge 6. Portakal numunelerinin alındığı yer ve tarih	16
Çizelge 7. LC-MS/MS analitik koşulları	21
Çizelge 8. Tespit edilen pestisitlerin metot doğrulama parametreleri	23
Çizelge 9. Limon numunelerinde tespit edilen pestisitler ve miktarları	24
Çizelge 10. Mandalina numunelerinde tespit edilen pestisitler ve miktarları.....	28
Çizelge 11. Portakal numunelerinde tespit edilen pestisitler ve miktarları	33

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Numune alınan noktaların Antalya ili üzerindeki konumları	15
Şekil 2. QuEChERS analiz basamakları	17
Şekil 3. Analiz için homojenizasyon(A); tartım işlemleri (B).....	18
Şekil 4. Asetonitril (%1'lik asetik asit) (A); magnezyum sülfat + sodyum asetat eklenmesi (B).....	18
Şekil 5. El ile çalkalama işlemi (A), santrifüj işlemi (B), santrifüj sonrası üst faz (C) ..	19
Şekil 6. Üst fazın 15 ml'lik falkon tüpüne aktarılması (A) çalkalanması (B), Santrifüj makinesine koyulması (C), santrifüj sonrası üst faz (D)	19
Şekil 7. Üst fazın alınması (A) ve filtrelenmesi (B), vialdeki filtrelenmiş matris (C), viallerin cihaza koyulması (D)	20
Şekil 8. Limon numunelerinde pestisit kalıntı düzeyleri	26
Şekil 9. Limon numunelerinde tespit edilen etken maddeler ve bulunma sıklıkları.....	27
Şekil 10. Mandalina numunelerinde pestisit kalıntı düzeyleri.....	30
Şekil 11. Mandalina numunelerinde tespit edilen etken maddeler ve bulunma sıklıkları	32
Şekil 12. Portakal numunelerinde pestisit kalıntı düzeyleri	35
Şekil 13. Portakal numunelerinde tespit edilen etken maddeler ve bulunma sıklıkları..	36
Şekil 14. İlçelere göre numunelerde pestisit kalıntı oranları	38

SİMGE ve KISALTMALAR

Simge

MgSO₄

NH₄HCO₂

Açıklama

Magnezyum Sülfat

Amonyum format

Kısaltma

AB

ABD

AB-MRL

BHC

CAC-MRL

DDT

FAO

GC/MS

HAc

LC-MS/MS

MeCN

MRL

NaAc

PSA

TÜİK

UPLC-MS/MS

Açıklama

Avrupa Birliği

Amerika Birleşik Devletleri

Avrupa Birliği- Maksimum Kalıntı Limitleri

Beta-Hekzaklorosikloheksan

Codex Alimentarius Commission- Maksimum Kalıntı Limitleri

Diklorodifenil-trikloroetan

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü

Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi

Asetik Asit

Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi

Asetonitril

Maksimum Kalıntı Limitleri

Sodyum Asetat

Primer Sekonder Amin

Türkiye İstatistik Kurumu

Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi

1. GİRİŞ

Citrus spp. olarak adlandırılan turunçgiller mandalina/mandarin, turunç, portakal, limon, altıntop gibi ekonomik değeri açısından önemli olan bitkisel mamülleri içermektedir. Turunçgiller taze olarak tüketilmelerinin yanı sıra meyve suyu, reçel ve gazlı içecek olarak tercih edilmektedir. Turunçgil üretimi her geçen yıl artarak devam etmekte (Atlı ve Söyler, 2018; TEPGE, 2021) alternatif tüketim çeşitlerine bağlı olarak tüketim miktarları da sürekli artmaktadır.

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)' nün 2021 yılında yayınladığı raporda dünyada yaklaşık 143.5 milyon ton turunçgil üretiminin yapıldığı bildirilmiştir (Çizelge 1). Çizelge 1'e göre 37.7 milyon ton üretim ile Çin 1. sırada yer alırken, 19.6 milyon ton ile Brezilya 2. sırada, 15 milyon ton ile Kuzey Amerika ülkeleri 3. sırada yer almaktadır. Türkiye ise 4.3 milyon ton turunçgil üretimi ile 8. sırada yer almaktadır.

Çizelge 1. FAO turunçgil üretim verileri (2019 yılı)

Sıra No	Ülkelere Göre Turunçgil Üretim Miktarı (ton)	
1	Çin	37 739 000
2	Brezilya	19 652 800
3	Kuzey Amerika	15 043 000
4	Hindistan	13 314 300
5	Meksika	8 413 700
6	İspanya	6 008 500
7	Mısır	4 632 700
8	Türkiye	4 299 200

(Kaynak: FAOSTAT, 2021)

Dünyada en çok üretimi yapılan portakal, mandalina ve limonun üretim miktarları çizelge 2'de verilmiş olup portakal üretiminde Brezilya, mandalina üretiminde Çin, limon üretiminde ise Hindistan 1. sırada bulunmaktadır. Türkiye ise 1.7 milyon ton portakal üretimi ile 11. sırada, 1.8 milyon ton mandalina üretim kapasitesi ile 3. sırada, 1.5 milyon ton limon ile 4. sırada yer almaktadır.

Çizelge 2. Dünyada portakal, mandalina, limon üretim miktarı (FAO, 2021)

Sıra No	Portakal Üretim Miktarı (ton)	
1	Brezilya	16 214 982
2	Hindistan	10 270 000
3	Çin	7 550 000
4	Meksika	4 595 129
5	USA	4 015 200
6	İspanya	3 604 800
7	Mısır	3 000 000
8	Endonezya	2 513 861
9	İran	2 139 913
10	İtalya	1 770 910
11	Türkiye	1 742 000
<i>Mandalina Üretim Miktarı (ton)</i>		
1	Çin	25 000 000
2	İspanya	2 009 520
3	Türkiye	1 819 000
4	Fas	1 248 418
5	Brezilya	1 085 048
6	USA	1 057 780
<i>Limon Üretim Miktarı (ton)</i>		
1	Hindistan	3 548 000
2	Meksika	2 983 802
3	Çin	2 571 932
4	Türkiye	1 550 000
5	Brezilya	1 499 714
6	Arjantin	1 378 021

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre turunçgil üretiminde Türkiye önemli bir üretici ülke konumunda yer almaktadır. Türkiye’de toplam üretimin %34.9’u portakal, %29.8’i mandalina, %19.6’sı limon ve %5.1’i greyfurtan oluşmaktadır (Tat ve Sarıca, 2021). Antalya ili turunçgil üretimine bakıldığında ise % 30 portakal üretimi ile 1. sırada, %2 mandalina üretimi ile 5. sırada ve % 5 limon üretimi ile 4. sırada yer almaktadır. Miktar olarak ise 423 bin ton ile en fazla portakal, 280 bin ton üretim ile mandalina ve 50 bin ton üretim ile limon takip etmektedir (TÜİK, 2021).

Tarımsal ürünlerde verim ve kaliteyi artırmanın yolu, modern tarımsal tekniklerin ve girdilerin kullanılmasından geçmektedir. Ancak uzun yıllar üretimi artırmayı hedefleyen bu anlayış, daha fazla verim alabilmek için bitki koruma ürünleri olarak ifade edilen pestisitlerin kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Özay, 1993; Kılıç ve ark., 2021).

Latince kökenli “pest” (zararlı) ve “cide” (öldüren) kelimelerin birleşiminden oluşan pestisitler, tarımsal mamüllerin üretimi ve depolanması sırasında zarar veren grupları yok etmek veya kontrol etmek için kullanılan herhangi bir madde veya madde karışımı olarak tanımlanmıştır (Zacharia, 2011). "Pestisit" kelimesi, insektisit herbisit, fungusitleri ve diğer kimyasalları da içeren geniş bir terimdir. Abubakar ve ark. (2020), pestisitlerin kaynağına göre sentetik pestisit ve biyolojik kökenli pestisit (biyopestisitler) olarak sınıflandırıldığını ifade etmiştir. Sentetik pestisitler, oldukça toksik ve biyolojik olarak ayrışmalarının zor olmasından dolayı ciddi çevre kirliliğine neden olmaktadır. Biyopestisitler ise hayvan, bitki ve mikroorganizma (bakteri, virüs, mantar ve nematod) gibi doğal olarak elde edilmesi, toksik etkisinin daha az olması, kolayca ayrışabilmeleri gibi özelliklerinden dolayı çevre dostu olarak kabul edilmektedir (Engören, 2000).

Yeryüzünde ilk tarım uygulamaları yaklaşık olarak 10.000 yıl önce Bereketli Hilal olarak da ifade edilen bugünkü Irak, Türkiye, Suriye ve Ürdün'ün bir bölümünü kapsayan Mezopotamya'da başlamıştır. Tarımsal faaliyetlerin başlaması ve zararlıların etkisini göstermesiyle de pestisit kullanımı hasıl olmuştur. Tudi ve ark. (2021), pestisit kullanımını üç dönemde incelemiştir. 1870 öncesi ilk dönemde çeşitli doğal bileşikler kullanılarak zararlıların kontrol edilmeye çalışıldığı ifade edilmiş, bu dönem içerisinde böcekleri ve akarları kontrol etmek için kükürdün kullanımı konusundaki ilk kayıtlar yaklaşık 4500 yıl önce Sümerler tarafından yapılmıştır. Böceklerle karşı tutsüleme uygulamaları da yine bu dönemde gerçekleştirilmiştir. 1870-1945 yılları arasındaki ikinci dönemde ise inorganik sentetik maddeler kullanılmaya başlanmıştır. 1800'lerin sonunda İsveç'te meyve ve patatesten funguslara karşı bakır ve kükürt bileşikleri kullanılmıştır (Morton ve Staub, 2008). Üçüncü dönem ise 1939'da Paul Müller tarafından keşfedilen ve ilk modern pestisit olan diklorodifenil-trikloroetan (DDT) keşfiyle beraber başlamıştır. DDT'nin beraberinde Beta-Hekzaklorosikloheksan (BHC), aldrin, dieldrin, endrin, chlordane, parathion, captan gibi sentetik pestisitlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Takip eden yıllarda ise çok farklı gruplara ait pestisitler bilim insanları tarafından çalışılmış ve üretici firmalar tarafından piyasaya arz edilmiştir. Tarımda verimi artırmak, kaliteyi iyileştirmek ve gıdaların depolama ömrünü uzatmak amacıyla pestisit kullanımı tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır (Fernandez-Alba ve García-Reyes, 2008). Pestisitler ihtiyaca göre bitki veya toprak üzerine uygulanırken, uygulama sırasında bir kısmı partiküller halinde havaya karışabilmekte, toprakta birikebilmekte ve mamül üzerinde

kalıntı oluşturabilmektedir. Havaya ve toprağa karışan bu zehirli partiküller, uygulama bölgesinden rüzgâr veya diğer hava hareketleriyle taşınabilmekte, uygulama alanı dışındaki başka bitkilere, suya ve yaşam alanlarına da ulaşabilmekte ve diğer canlılar üzerinde toksik etki yaratabilmektedir. Bu nedenle pestisitlerin yaygın kullanımıyla gıda güvenirliliği, ciddi bir sorun haline gelmiş, insan ve çevre sağlığına olan zararları birçok bilimsel çalışma ile ortaya konulmuştur (Atılgan ve ark., 2007; Delen, 2016). Pestisitlerin faydaları ve zararları arasında dengenin sağlanabilmesi için bu ürünlerin izin verilen limitler dâhilinde, bilinçli ve doğru kullanımı son derece önemlidir. Pestisitlerin çevre, sağlık ve ekonomik açıdan getirebilecekleri olumsuzluklar, başta ABD olmak üzere, gelişmiş ülkelerde oldukça ciddi bir şekilde ele alınmakta, insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilecek tarım ürünleri sürekli olarak denetlemeye tabi tutulmaktadır. Ülkemizin AB ile müzakere ve uyum sürecine başlaması ile, çevre ve halk sağlığının korunması ve standartlarımızın bu ülkeler seviyesine çıkartılması, pestisitlerin çok bilinçli ve kontrollü kullanılmasının gerekliliği konularında çalışmalar daha da önemli hale gelmiştir (Şensoy ve ark., 2017).

Türkiye’de yıllara göre pestisit tüketimi Tarım ve Orman Bakanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. 2006-2020 yıllarında Türkiye’de insektisit, fungusit, herbisit ve toplam pestisit tüketimi (Ton)

Yıl	İnsektisitler	Fungusitler	Herbisitler	Diğer	Toplam
2006	7 628 (%16.81)	19 900 (%43.86)	6 956 (%15.33)	10 892 (%24)	45 376
2007	21 046 (%43.20)	16 707 (%34.29)	6 669 (%13.69)	4 294 (%8.81)	48 716
2008	9 251 (%23.82)	16 707 (%43.02)	6 177 (%15.91)	6 701 (%17.25)	38 836
2009	9 914 (%26.33)	17 863 (%47.44)	5 961 (%15.83)	3 913 (%10.39)	37 651
2010	7 176 (%16.61)	17 396 (%45.12)	7 452 (%19.33)	6 531 (%16.94)	38 555
2011	6 120 (%15.48)	17 546 (%44.38)	7 407 (%18.75)	8 461 (%21.40)	39 534
2012	7 264 (%17.05)	18 124 (%42.53)	7 351 (%17.25)	9 872 (%23.17)	42 611
2013	7 741 (%16.63)	16 248 (%41.20)	7 336 (%18.60)	8 115 (%20.58)	39 440
2014	7 586 (%19.10)	16 674 (%41.98)	7 794 (%19.62)	7 669 (%19.31)	39 723
2015	8 117 (%20.80)	15 984 (%40.96)	7 825 (%20.05)	7 100 (%18.19)	39 026
2016	10 425 (%20.83)	20 485 (%40.93)	10 025 (%20.03)	9 119 (%18.22)	50 054
2017	11 436 (%21.14)	22 006 (%40.68)	11 759 (%21.74)	8 897 (%16.45)	54 098
2018	13 583 (%22.63)	23 047 (%38.40)	14 794 (%20.65)	8 596 (%14.32)	60 020
2019	11 609 (%22.63)	19 698 (%38.40)	12 644 (%20.65)	7 346 (%14.32)	51 297
2020	12 347 (%23)	20 600 (%38.38)	13 250 (%20.69)	7 475 (%13.93)	53 672

Çizelge 3 incelendiğinde, pestisit çeşitlerinde yıllara sari tüketimde önemli dalgalanmalar görülmektedir. İnsektisit ve herbisit tüketiminde 2006' ya göre 2020 yılında yaklaşık 1.5 katı oranında bir artış söz konusudur. Ancak fungusit ve diğer pestisit tüketimi gerek miktar bazında, gerekse oransal olarak azalma göstermektedir. Toplam pestisit tüketimine bakıldığında ise 2018 yılında en yüksek tüketim gerçekleşmiş olmasına rağmen son iki yılda azalma kaydedilmiştir.

Günümüzde çevre bilincinin artması ile insan sağlığının, çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması tüm çalışmalarda ön plana çıkmıştır. Bu nedenle zirai mücadele uygulamalarında, pestisit tüketiminin azaltılması, agro-ekosistem analizi ve sürdürülebilir tarımsal üretim dikkate alınarak mücadele uygulamalarının yapılması bir zorunluluk halini almıştır.

Antalya ili, sahip olduğu toprak yapısı, zengin su kaynakları ve iklimsel özelliklerin çeşitliliği sebebiyle çok sayıda tarımsal ürünün kaliteli olarak yetişmesine olanak sağlayacak uygun bir ekosisteme sahiptir. Yörede tarımsal üretimin yoğun olarak yapılması, yüksek katma değer sağlayan mamüller üretilmesi ve verimde yüksek bir artış sağlamak amacıyla pestisit kullanımı oldukça yaygındır (Özkan ve ark, 2002).

Bilinçli, kontrollü yapılan kimyasal uygulamalar üretimde artış sağlarken, tekniğine uygun yapılmayan kontrolsüz pestisit uygulamaları beraberinde olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Tarımsal ürünlerde kullanılabilecek ruhsatlı tarım ilaçlarının kullanımı ile ilgili detaylı bilgiler prospektüste verilmesine rağmen üreticilerin büyük bir kısmı bu bilgiler doğrultusunda hareket etmemektedir. Üreticilerin ve uygulayıcıların kimyasal mücadele konusunda, tüketicilerin ise bu zararlı kimyasallar ile ilgili bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Pestisitlerin çevreye olan etkileri ve tarımsal ürünlerde meydana getirdikleri kalıntı ile ilgili izleme, takip ve yönlendirme çalışmalarının yapılması ve konuyla ilgili devlet tarafından caydırıcı önlemlerin alınmasına yönelik yasal düzenlemeler ivedilikle ve hiç bir eksikliğe meydan vermeyecek şekilde takibi ve tatbikatı yapılmalıdır.

Özellikle Antalya ilinden yurt dışına ihraç edilen turunçgillerde kalıntı problemleri sürekli gündeme gelmektedir. Bu yüzden diğer mamüller yanında turunçgillerde de kalıntı probleminin askariye indirilmesi ülkemizin marka değerini ve ihraç mamüllerimizin tercih edilebilirliğini artıracaktır. Bu meyanda rutin olarak kalıntı izleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Bu araştırmada Antalya bölgesinde üretilen portakal, mandalina ve limon'da üretim döneminde ve sonrasında kullanılan pestisitlerin kalıntı düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Bir ülkedeki kaliteli pestisit kalıntı çalışma sayıları bu ülkenin bu konudaki hassasiyetinin göstergesidir (Tiryaki, 2016).

Ülkemizde konuyla ilgili çalışmalar 1959 yılında Ankara Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Enstitü Kalıntı Analiz Laboratuvarının kurulmasıyla başlamış, ilk çalışma Otacı ve Güvener (1959) tarafından yapılmıştır. Turunçgillerde pestisit kalıntı analizleri ile ilgili dünyada birçok çalışma mevcut iken ülkemizdeki çalışmalar sınırlıdır.

Tores ve ark. (1997), İspanya pazarlarından alınan yaklaşık 200 narenciye numunesi için 12 organofosfor pestisit kalıntı seviyesi belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre numunelerin % 32.25'inin pestisit kalıntısı içerdiği ve bunların % 6.9'unun AB-MRL değerini aştığı ifade edilmiştir. MRL değerini aşan numunelerde tespit edilen pestisitler carbophenothion, ethion, methidathion ve methil parathion olarak tespit edilmiştir.

Fernandez ve ark. (2001), İspanya'da tarımsal kooperatifden temin edilen yüz elli narenciye (mandalina ve portakal) numunesini yüksek performanslı sıvı ve gaz kromatografisi kullanarak hasat öncesi ve sonrası pestisit kalıntı miktarları açısından analiz etmişler, hasat öncesi uygulamada 28 örnekte dicofol, 19 örnekte chlorpyrifos, 18 örnekte endosulfan hasat sonrası işlemde ise 112 örnekte imazalil, 21 örnekte thiabendazole 5 örnekte ise carbendazim kalıntısını kaydetmişlerdir. Numunelerin çoğunun çeşitli pestisit kalıntıları içerdiği altı numunenin (% 4.0) ise MRL değerini aştığını ifade etmişlerdir.

Ortelli ve ark. (2005), Cenevre bölgesindeki çeşitli pazarlardan limon, portakal, mandalina, greyfurt, ıhlamur, pomelo ve kamkat gibi narenciye meyvelerinden toplam 240 numunenin pestisit kalıntı analizini yapmışlardır. Üç farklı ürün yetiştirme kategorisine göre numuneler temin edilmiştir. Bunlar klasik tarım (164 numune), hasat sonrası işlem görmeme (53), sertifikalı organik üretim (23) şeklindedir. Klasik tarım kategorisinde numunelerin % 95'inin pestisit içerdiği ve bunların sadece 3 tanesinin MRL değerini aştığı bildirilmiştir. Hasat sonrası işlem görmeme kategorisinde 3 numune MRL

değerini aşarken, 18 numunede hasat sonrası çok miktarda fungusit bulunmuştur. Sertifikalı organik üretim kategorisinde ise sadece 3 numunede az miktarda pestisit bulunduğu diğerlerinin ise pestisit içermediği ifade edilmiştir.

Blasco ve ark. (2006), İspanya’da tarım kooperatifinden temin edilen 116 narenciye (mandalina ve portakal) numunesini yüksek performanslı sıvı ve gaz kromatografisi kullanarak pestisit kalıntı miktarları açısından analiz etmişlerdir. Örneklerin 52 tanesinin pestisit kalıntısı içerdiği ve bunların carbendazim, hexythiazox, imazalil, imidacloprid, methidathion ve methiocarb olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca 19 numuneiki veya üç farklı pestisit içermiş fakat MRL değerleri aşılmamıştır. Sonuç olarak İspanya bölgesindeki portakal ve mandalinalarda yüksek miktarda pestisit kalıntısı bulunmasına rağmen, bu kalıntıların kontaminasyon seviyelerinin Avrupa Birliği (AB) düzenlemelerine göre ciddi bir halk sağlığı sorunu teşkil etmeyeceği vurgulanmıştır.

Azar (2008) yaptığı çalışmada Bursa ilinde pazar ve marketlerden alınan 36 adet limon numunesinde insektisit kalıntısı incelemiş, analiz sonuçlarına göre 30 adet numunede (%83) çeşitli pestisit kalıntıları tespit edilmiş, 6 numunede incelenen pestisitlerin kalıntısına rastlanmadığını belirtmiştir. İncelemeye alınan numunelerden 8’inde (%22) MRL sınırını aşan miktarlarda pestisit kalıntısı saptanmıştır.

İñigo-Nuñez ve ark. (2010), portakal suyunda yaptıkları pestisit kalıntı analizinde örneklerin %5.3’ünde chlorpyrifos, %10.5’inde ise diazinon kalıntısı tespit etmişlerdir.

Taga ve Bilgin (2010), yaptıkları çalışmada Akdeniz ve Ege bölgesinden toplanan 210 adet narenciye (mandalina, portakal ve limon) örneklerinde organoklorlu, organofosforlu pestisit kalıntılarını çalışmışlardır. Örneklerin % 50’sinde (105 adet) en az bir adet pestisit bulunduğ, % 2.4’ünde (5 adet) ise rastlanan kalıntı seviyesinin Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği MRL değerinin üzerinde olduğunu kaydetmişlerdir.

Ersoy ve ark. (2011), 2010 yılında Konya ilinde bulunan market ve yerel pazarlardan toplanan, portakal, mandarin, limon, altıntop, muz, kivi, taze incir, nar, altın çilek, pepino ve pasiflora meyvelerinde 203 adet pestisit kalıntı düzeylerini araştırmıştır. Narenciye

örneklerinde pestisit kalıntıları tespit edilmiştir. 1 adet portakal, 1 adet limon örneğinde kullanımı yasaklanmış chlorpyrifos kalıntısı, 1 adet mandarin örneğinde ise kullanımı yasaklanmış chlorpyrifos, diazinon ve pirimiphos ethyl kalıntılarına rastlandığı ifade edilmiştir.

Hjorth ve ark. (2011), Güney Amerika kıtası üzerinde farklı ülkelerden temin ettikleri farklı ürünler üzerinde pestisit kalıntı analizini yapmışlardır. Arjantin'den alınan 23 limon örneğinin 2 tanesindeki imazalil kalıntısının 5.5 mg/kg düzeyinde bulunduğu ve 5 mg/kg olan MRL değerini aştığı ifade edilmiştir. Arjantin (6), Brezilya (1) ve Uruguay (4)'dan alınan toplam 11 adet portakal örneğinde herhangi bir pestisit kalıntısına rastlanmadığı belirtilmiştir.

Li ve ark., (2012), Portakal ürünlerinde, pestisit kalıntıları üzerinde ticari işlemenin etkisini inceledikleri çalışmada pestisit kalıntılarının ağırlıklı olarak portakal kabuklarında dağıldığını, kalıntı seviyelerindeki azalmanın yıkama işlemi sırasında %43.6 ile %85.4 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Sıkılmış meyve suyunda kalıntı seviyesinin başlangıç değerine göre %1 ile %4.5 oranında azaldığı, filtreleme yöntemi uygulandığında ise tüm kalıntı seviyelerinde önemli bir azalmanın gerçekleştiği vurgulanmıştır.

Jardim ve Caldas (2012), Brezilya'da yaptıkları çalışmada 31 limon örneğinin % 74'ünde, 1219 portakal örneğinin % 29'unda farklı gruplara ait pestisit kalıntıları tespit etmişlerdir. Ayrıca portakal örneklerinin % 13.2'sindeki pestisit miktarlarının MRL düzeylerini aştığını ifade etmişlerdir.

Kzenevic ve ark. (2012), Hırvatistan'da 2007-2009 yıllarında 866 örneğin pestisit kalıntı analizini yapmışlar, analiz edilen örneklerin 105 tanesi portakal, 10 tanesi mandalina ve 10 tanesi limon olup, portakal örneklerinde chlorpyrifos, imazalil, diazinon, methidathion, thiabendazole, limonda imazalil, thiabendazole, methidathion, mandalinada ise sadece imazalil kalıntısı tespit etmişlerdir.

Demiral (2013), İzmir bölgesinde satsuma mandarin meyvelerindeki pestisit kalıntı miktarlarını araştırmışlar, alınan numunelerdeki kalıntı miktarlarının MRL değerinin çok altında çıktığını ifade etmişlerdir.

Bakırcı ve ark., (2014), 2010-2012 yılları arasında Türkiye'nin Ege bölgesindeki maketlerden 1413 adet taze meyve ve sebze örneklerinin pestisit kalıntı düzeylerini incelemişlerdir. İncelenen örneklerin 39 adedi limon, 37 adedi portakal ve 29 adedi mandalina'dır. Limon örneklerinin 28 (%72), portakal örneğinin 29 (%78) ve mandalina örneklerinin 24 (%83)'ünde pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Limonda, bromopropylate, imazalil ve tebuconazole, portakalda, procymidone ve tebuconazole, ve mandalina'da dimethomorph miktarının MRL değerinin üzerinde bulunduğu ifade edilmiştir.

Suárez-Jacobo ve ark. (2017), Meksika'nın Nuevo Leon Eyaletindeki narenciye bahçelerinden alınan 100 adet portakal meyvesinde pestisit kalıntı analizi yapmışlardır. Sonuçlara göre portakal örneklerinde 15 farklı pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Bunlar malathion, spirodiclofen, chlorpyrifos-ethyl, carbendazim, imidacloprid, pyraclostrobin, methidathion, dimethoate, thiabendazol, omethoate, thiophanate-methyl, diflubenzuron, metalaxyl, parathion-methyl ve pyridaben'dir. Analiz sonuçlarını ABD, AB ve Japonya yönetmeliklerinin izin verdiği MRL kriterlerine göre değerlendirmişler, tespit edilen kalıntı miktarlarının ABD ve Japonya MRL değerinin altında, AB-MRL değerinin ise üzerinde çıktığını belirtmişlerdir.

Dinçay ve Civelek (2017), Muğla ili Ortaca bölgesinde turuncgillerde pestisit kalıntı düzeylerini araştırmışlardır. Çalışmada 23 adet limon, 20 adet portakal, 10 adet mandalina ve 1 adet greyfurt meyvesi kullanmışlardır. Numuneler QuEChERS metodu ile ekstrakte edilmiş, LC-MS/MS ve GC/MS cihazlarında toplamda 198 adet insektisit etken maddesi aranmıştır. Analiz sonuçlarına göre pestisit kalıntılarının numunelerin 50 tanesinde (%92.6) MRL seviyesini aşmadığı, 4 tanesinde (%7.4) ise abamectin ve malathion'un MRL değerlerini ortalama 1-20 ug/kg düzeyinde aştığı tespit edilmiştir. Ancak numunelerde rastlanılan insektisitler incelendiğinde %52'sinin turuncgilde ruhsatlı, %26'sının turuncgilde ruhsatsız (chlorpyrifos ethyl, deltamethrin, esfenvalerate, cypermethrin, indoxacarb, tau-fluvalinate) ve %22'sinin ise ülkemizde kullanımı

sonlandırılmış ve yasaklanmış (diazinon, cadusafos, methacrifos, amitraz ve dichlorvos) insektisitler olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak 54 adet numunenin 26'sının kullanımının uygun olmadığı ve tüketiminin oldukça riskli olduğu vurgulanmıştır.

Dinçay ve ark. (2017), 2013 ve 2014 yıllarında İzmir' de mandalina üretimi yapılan yerlerde Akdeniz meyve sineği'ne (*Ceratitis capitata* Wied) (Dip.: Tephritidae) karşı uygulanan pestisitlerin kalıntı düzeylerini çalışmışlardır. Örnekler QuEChERS metodu ile ekstrakte edildikten sonra LC-MS/MS ve GC-MS/MS cihazlarında kalıntı analizleri yapılmıştır. Numunelerde MRL tespit limitleri üzerinde malathion, spinosad, tau-fluvalitate, esfenvalerate ve deltamethrin etken maddelerine rastlanmıştır. Ek olarak, çalışmada 2014 verilerine göre mandalina numunelerinde tespiti yapılan tau-fluvalinate, esfenvalerate ve deltamethrin'in turuncgilde *Ceratitis capitata*'ya karşı ruhsatlı olmadığı bildirilmiştir.

Kaya ve Tuna (2018), İzmir'in Buca, Bornova ve Karşıyaka ilçelerindeki halk pazarlarından rasgele seçtikleri 42 adet sebze ve meyve numunelerinde yaygın olarak bulunan pestisit kalıntı düzeylerini araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre portakalda, fenvalerate ve esfenvalerate'in MRL sınır değerinden yüksek çıktığı ifade edilmiştir. Limonda ise chlorpyrifos, cypermethrin ve pyriproxyfen'in MRL sınır değerini aştığı, fenvalerate ve esfenvalerate'in ise MRL sınır değerlerine yakın bulunduğu belirtilmiştir.

Li ve ark. (2020), Çin'de portakal, mandalina ve king meyvelerindeki pestisit kalıntı düzeylerini araştırmışlar, Çinli tüketicilerin karşılaşılabilecekleri sağlık risklerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada QuEChERS prosedürü ve UPLC-MS/MS, GC-MS ve GC cihazları kullanılarak 106 adet pestisit taranmıştır. Materyal olarak 2013'ten 2018'e kadar 2922 adet numune analiz edilmiş, numunelerin %86'sında 40 farklı pestisit bulunmuştur. Chlorpyrifos, % 40'lık oran ile en fazla tespit edilen pestisit olmuş, MRL sınırını en fazla aşan pestisit ise bifenthrin olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılara göre s Çin'deki narenciye meyvelerinin tatmin edici bir kaliteye sahip olduğu, yetişkin ve çocuklar için sağlık açısından risk bulunmadığı ifade edilmiştir.

Al-Nasir ve ark. (2020), Ürdün Vadisi'nde üç lokasyonda yetiştirilen narenciye (soyulmuş greyfurt, limon, portakal ve mandalina) ürünlerinde pestisit kalıntı analizini LC-MS/MS ile analiz etmişlerdir. Örneklerinin çoğunda chlorothalonil ve daminozide tespit edilmiş, greyfurt, limon, portakal ve mandalinadaki ortalama kalıntı konsantrasyonlarının MRL değerini aştığı ifade edilmiştir.

Drábová ve ark. (2021), Çekya pazarlarından alınan toplam 49 narenciye ürünü (limon, portakal, greyfurt, mandalina, greyfurt ve misket limonu) pestisit kalıntı analizi yapmışlardır. Analiz sonuçlarına göre 38 pestisit kalıntısı tespit edilmiş, bunların %53 fungusit, %29'u insektisit, %18'inin akarisit olduğu bildirilmiştir. En yüksek konsantrasyona sahip kalıntı phenylphenol, imazalil, pyrimethanil, prochloraz olarak ifade edilmiştir. Analiz edilen ürünler içerisinde Türkiye menşeli 1 adet mandalina ve 2 adet greyfurt örneğinde tespit edilen kalıntı düzeylerinin MRL değerini aştığı bildirilmiştir.

Acoglu ve Omeroglu (2021), Bursa sebze ve meyve halinden aldıkları portakal örneklerindeki pestisit kalıntılarını azaltmak için uygulanabilecek farklı yıkama işlemlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda portakallardaki abamectin, buprofezin, etoxazole, imazalil ve thiophanate-methyl kalıntılarının yıkama adımları sırasında önemli ölçüde azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca yıkama solüsyonlarının konsantrasyonu arttıkça pestisit kalıntılarının kademeli olarak azaldığı ve ayrıca yıkama sırasında portakallardaki kalıntıların azalma oranının pestisit suda çözünürlüğü, oktanol-su dağılım katsayısı (PO/W) gibi fizikokimyasal özelliklerine bağlı olduğu ifade edilmiştir.

Ömeroğlu ve ark. (2022), 2018 yılında evsel gıda işleme yöntemlerinin Bursa ilinde bulunan pazarlardan temin edilen portakallardaki pestisit kalıntıları üzerindeki etkisi araştırmışlardır. Pestisit kalıntılarının genellikle portakal kabukları üzerinde dağıldığı ve portakalların musluk suyuyla yıkanmasıyla kalıntı seviyelerinin %26-84 oranında azaldığı ifade edilmiştir. Diğer bir yöntem olan meyve suyu işleme sırasında kalıntı seviyesi %63-100 oranında azalırken, reçel işleme sonrasında kalıntılar %90-100 oranında giderildiği vurgulanmıştır.

Li ve ark. (2022) tarafından Çin'de dokuz çeşitten alınan 1633 narenciye örneğinde yaygın olarak kullanılan 16 insektisit ve akarisit kalıntıları ve potansiyel sağlık risklerini sistematik olarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toplam numunelerin % 77.3'ünün kalıntı içerdiği ve bunların % 57.7'sinin 2-12'li çoklu kalıntı içerdiği ifade edilmiştir. Etoxazole ve chlorpyrifos, sırasıyla %37.1 ve %31.1 tespit oranları ile en çok tespit edilen iki pestisit olarak kaydedilmiştir.

Bibi ve ark. (2022), Pakistan'dan alınan mandalina örneklerinde pestisit kalıntı analizi uygulamışlar, numunelerin %27'sinde pestisit kalıntı miktarının (bifenthrin, deltamethrin ve heptachlor) CAC-MRL değerini aştığını bulmuşlardır.

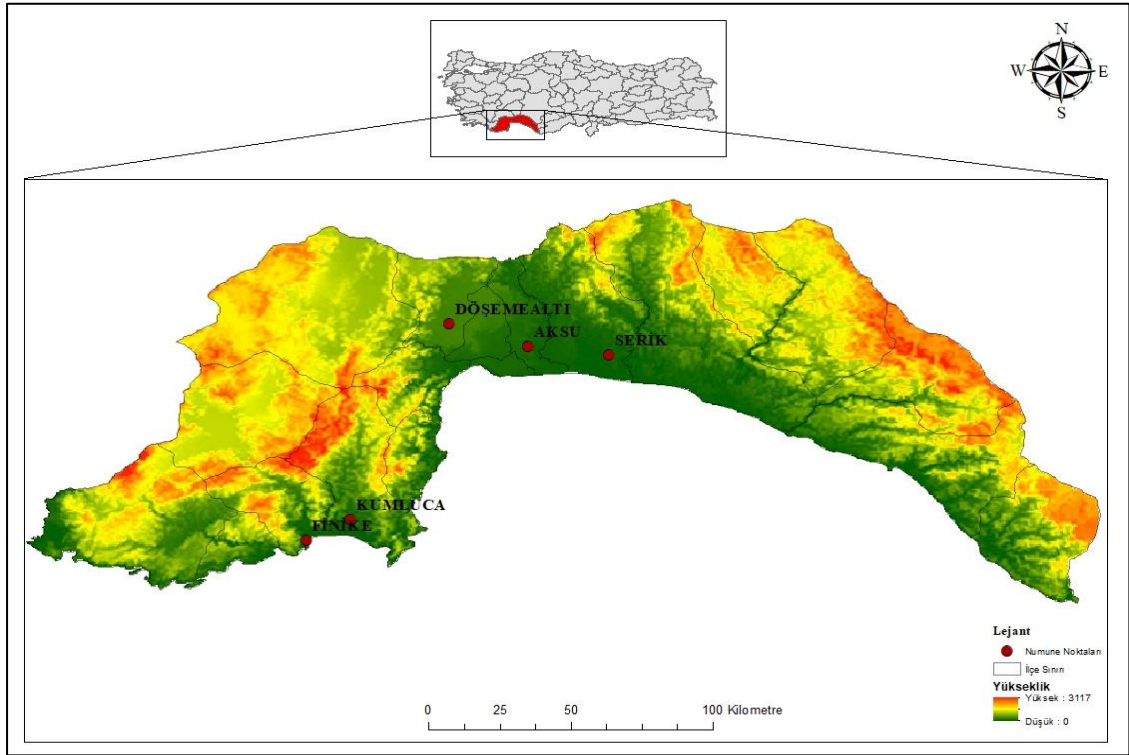
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Akdeniz bölgesinde yer alan Antalya ilinin Kumluca, Serik, Aksu, Döşemealtı ve Finike ilçelerinde üretim yapılan narenciye bahçelerinden Aralık 2021 ile Nisan 2022 tarihleri arasında örneklemeler yapılmıştır. Çalışılan ilçelerin konumları Şekil 1’de verilmiştir.

Materyaller ise Şekil 1’de gösterilen ilçelerde yetiştirilen portakal, mandalina ve limon bahçelerinden rastgele toplanan ürünlerdir. Her bir ürün hasat olgunluğuna gelmiş, sebze ve meyve haline gitmeye hazır bahçelerden toplanmıştır. Çizelge 4, 5 ve 6’da sırasıyla limon, mandalina ve portakal numunelerinin toplandığı yer ve toplandığı tarihler verilmiştir.

Kalıntı analizlerinde 10, 100, 1000 µl’lik pipetler ve pipet uçları, hassas terazi, tartım kabı, lateks eldiven, sanayi tipi öğütücü, 15 ve 50 ml’lik falkon tüpleri, 2 ve 12 ml’lik vida kapaklı vialler, 5 ml’lik şırıngalar, 45/25 mm’lik şırınga filtreleri, metanol, asetonitril, asetik asit, susuz magnezyum sülfat ($MgSO_4$), susuz sodyum asetat (NaAc), Amonyum format (NH_4HCO_2), Primer Sekonder Amin (PSA), distile su ve LC-MS/MS (Shimadzu, LCMS-8050 modeli) cihazı kullanılmıştır.



Şekil 1. Numune alınan noktaların Antalya ili üzerindeki konumları

Çizelge 4. Limon numunelerinin alındığı yer ve tarih

Numune kodu	Toplanılan Yer	Tarih	Numune kodu	Toplanılan Yer	Tarih
1L	Kumluca	24.12.2021	30L	Finike	07.01.2022
2L	Serik	24.12.2021	31L	Serik	07.01.2022
3L	Finike	24.12.2021	32L	Serik	07.01.2022
4L	Finike	24.12.2021	33L	Finike	07.01.2022
5L	Aksu	24.12.2021	34L	Serik	07.01.2022
6L	Finike	24.12.2021	35L	Finike	07.01.2022
7L	Finike	24.12.2021	36L	Aksu	07.01.2022
8L	Aksu	24.12.2021	37L	Serik	07.01.2022
9L	Aksu	24.12.2021	38L	Finike	07.01.2022
10L	Döşemaltı	24.12.2021	39L	Aksu	07.01.2022
11L	Serik	24.12.2021	40L	Aksu	07.01.2022
12L	Finike	24.12.2021	41L	Kumluca	04.03.2022
13L	Aksu	24.12.2021	42L	Aksu	04.03.2022
14L	Döşemaltı	24.12.2021	43L	Aksu	04.03.2022
15L	Serik	24.12.2021	44L	Finike	04.03.2022
16L	Kumluca	24.12.2021	45L	Finike	04.03.2022
17L	Aksu	24.12.2021	46L	Kumluca	04.03.2022
18L	Döşemaltı	24.12.2021	47L	Serik	04.03.2022
19L	Serik	24.12.2021	48L	Serik	04.03.2022
20L	Finike	24.12.2021	49L	Finike	04.03.2022
21L	Finike	07.01.2022	50L	Döşemaltı	04.03.2022
22L	Finike	07.01.2022	51L	Aksu	01.04.2022
23L	Aksu	07.01.2022	52L	Aksu	01.04.2022
24L	Kumluca	07.01.2022	53L	Aksu	01.04.2022
25L	Kumluca	07.01.2022	54L	Serik	01.04.2022
26L	Serik	07.01.2022	55L	Serik	01.04.2022
27L	Kumluca	07.01.2022	56L	Kumluca	01.04.2022
28L	Kumluca	07.01.2022	57L	Kumluca	01.04.2022
29L	Aksu	07.01.2022	58L	Finike	01.04.2022
30L	Finike	07.01.2022	59L	Finike	01.04.2022
31L	Serik	07.01.2022	60L	Finike	01.04.2022

Çizelge 5. Mandalina numunelerinin alındığı yer ve tarih

Numune kodu	Toplanılan Yer	Tarih	Numune kodu	Toplanılan Yer	Tarih
1M	Serik	24.12.2021	29M	Kumluca	07.01.2022
2M	Aksu	24.12.2021	30M	Aksu	07.01.2022
3M	Serik	24.12.2021	31M	Finike	07.01.2022
4M	Serik	24.12.2021	32M	Finike	07.01.2022
5M	Serik	24.12.2021	33M	Döşemaltı	07.01.2022
6M	Serik	24.12.2021	34M	Aksu	07.01.2022
7M	Serik	24.12.2021	35M	Aksu	07.01.2022
8M	Aksu	24.12.2021	36M	Serik	07.01.2022
9M	Finike	24.12.2021	37M	Kumluca	07.01.2022
10M	Kumluca	24.12.2021	38M	Döşemaltı	07.01.2022
11M	Döşemaltı	24.12.2021	39M	Aksu	07.01.2022
12M	Döşemaltı	24.12.2021	40M	Finike	07.01.2022
13M	Aksu	24.12.2021	41M	Serik	07.01.2022
14M	Finike	24.12.2021	42M	Finike	04.03.2022
15M	Aksu	24.12.2021	43M	Finike	04.03.2022
16M	Kumluca	24.12.2021	44M	Kumluca	04.03.2022
17M	Finike	24.12.2021	45M	Finike	04.03.2022
18M	Kumluca	24.12.2021	46M	Finike	04.03.2022
19M	Finike	24.12.2021	47M	Finike	04.03.2022
20M	Finike	24.12.2021	48M	Serik	04.03.2022
21M	Kumluca	07.01.2022	49M	Kumluca	04.03.2022
22M	Finike	07.01.2022	50M	Serik	04.03.2022
23M	Serik	07.01.2022	51M	Kumluca	04.03.2022
24M	Aksu	07.01.2022	52M	Finike	01.04.2022
25M	Aksu	07.01.2022	53M	Finike	01.04.2022
26M	Finike	07.01.2022	54M	Finike	01.04.2022
27M	Serik	07.01.2022	55M	Finike	01.04.2022
28M	Aksu	07.01.2022	56M	Finike	01.04.2022

Çizelge 6. Portakal numunelerinin alındığı yer ve tarih

Numune kodu	Toplanılan Yer	Tarih	Numune kodu	Toplanılan Yer	Tarih
1P	Aksu	24.12.2021	31P	Serik	07.01.2022
2P	Serik	24.12.2021	32P	Aksu	07.01.2022
3P	Serik	24.12.2021	33P	Kumluca	07.01.2022
4P	Finike	24.12.2021	34P	Serik	07.01.2022
5P	Serik	24.12.2021	35P	Finike	07.01.2022
6P	Finike	24.12.2021	36P	Finike	07.01.2022
7P	Aksu	24.12.2021	37P	Aksu	07.01.2022
8P	Serik	24.12.2021	38P	Finike	07.01.2022
9P	Kumluca	24.12.2021	39P	Kumluca	07.01.2022
10P	Aksu	24.12.2021	40P	Aksu	07.01.2022
11P	Serik	24.12.2021	41P	Aksu	04.03.2022
12P	Kumluca	24.12.2021	42P	Serik	04.03.2022
13P	Kumluca	24.12.2021	43P	Finike	04.03.2022
14P	Serik	24.12.2021	44P	Finike	04.03.2022
15P	Finike	24.12.2021	45P	Kumluca	04.03.2022
16P	Finike	24.12.2021	46P	Aksu	04.03.2022
17P	Kumluca	24.12.2021	47P	Kumluca	04.03.2022
18P	Aksu	24.12.2021	48P	Serik	04.03.2022
19P	Kumluca	24.12.2021	49P	Finike	04.03.2022
20P	Serik	24.12.2021	50P	Aksu	04.03.2022
21P	Finike	07.01.2022	51P	Finike	01.04.2022
22P	Aksu	07.01.2022	52P	Kumluca	01.04.2022
23P	Kumluca	07.01.2022	53P	Serik	01.04.2022
24P	Aksu	07.01.2022	54P	Serik	01.04.2022
25P	Kumluca	07.01.2022	55P	Aksu	01.04.2022
26P	Finike	07.01.2022	56P	Aksu	01.04.2022
27P	Aksu	07.01.2022	57P	Finike	01.04.2022
28P	Kumluca	07.01.2022	58P	Finike	01.04.2022
29P	Serik	07.01.2022	59P	Kumluca	01.04.2022
30P	Finike	07.01.2022	60P	Kumluca	01.04.2022

Yapılan analizlerde, narenciye numuneleri içerisinde 260 adet pestisit etken maddesi araştırılmıştır. EK 1’de etken maddelere ait bazı bilgileri verilmiştir.

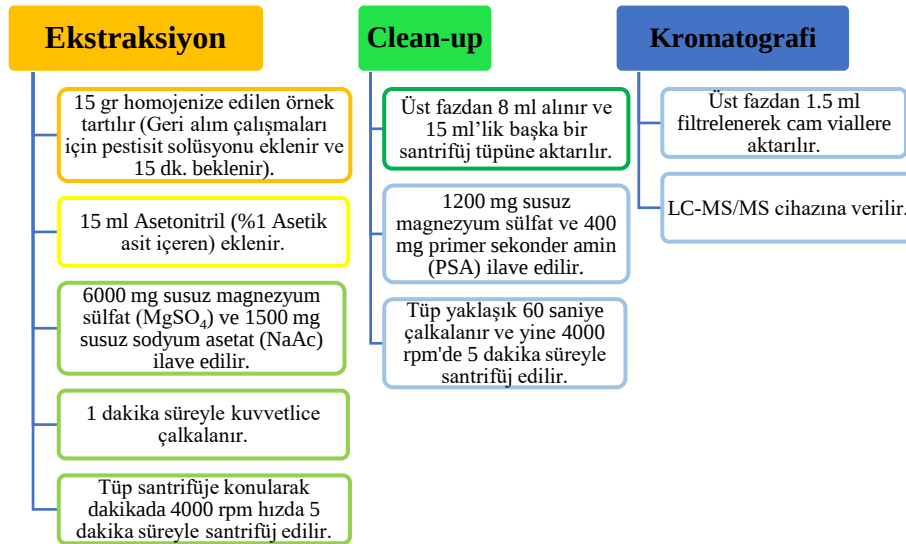
3.2. Yöntem

3.2.1. Numunelerin toplanması ve saklanması

Numuneler ticari olarak yoğun üretimin yapıldığı bölgelerden alınmıştır. Narenciye bahçelerinde yetiştiriciliği yapılan ürünlerden ‘Bitkisel ve hayvansal orijinli gıda maddelerinde pestisit kalıntılarının resmi kontrolü için numune alma metotları talimatı’na göre orta ebatlı taze ürünler sınıfından (limon, mandalina ve portakal) en az 1 kg (en az 10 birim olacak şekilde) alınmış ve en geç 24 saat içerisinde araç içi buzdolabında uygun koşullarda muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir (Anonim, 2016). Getirilen örnekler bekletilmeden analiz edilmiştir.

3.2.2. Numunelerin ekstraksiyonu ve clean up

Yöntem temel olarak ekstraksiyon, clean up ve kromatografi olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. QuEChERS analiz basamakları

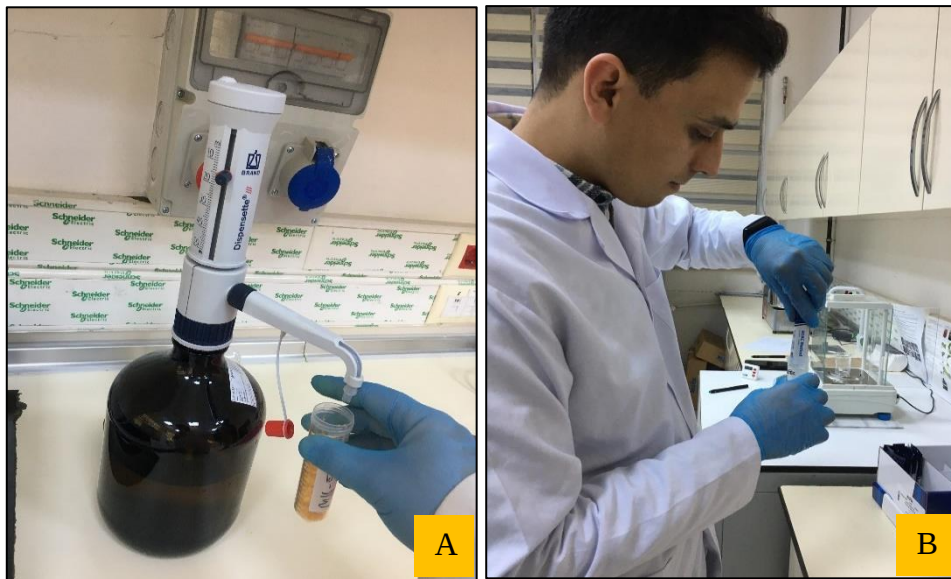
Bu yönteme göre izlenen adımlar aşağıdaki gibidir.

- Analize alınan yaklaşık 2 kg numunenin tamamı öncelikle bir öğütücü yardımıyla homojenize edilmiş ve tartım yapılmıştır (Şekil.3A, B).



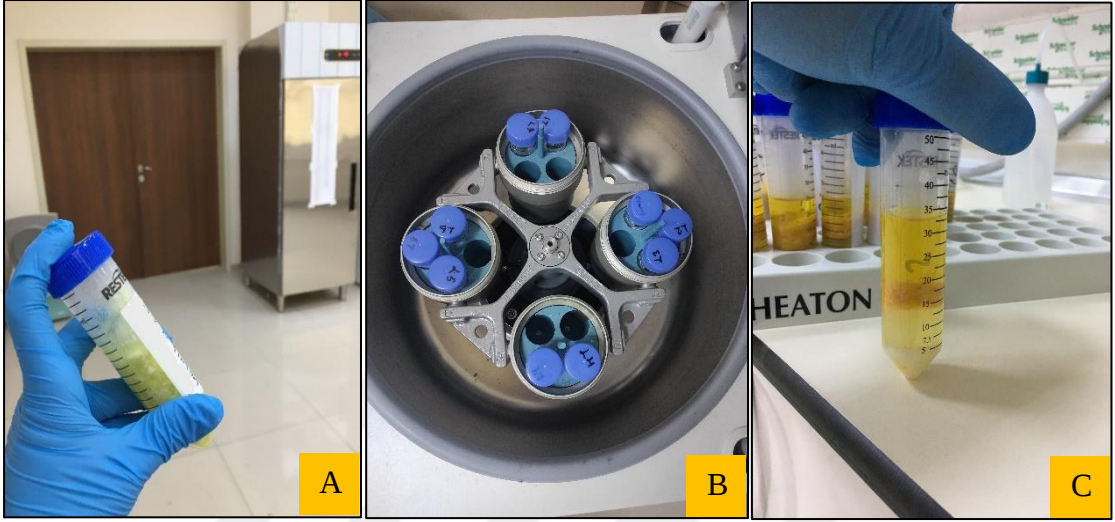
Şekil 3. Analiz için homojenizasyon (A); tartım işlemleri (B)

- Daha sonra homojen hale gelen numuneden 15 g tartılarak 50 ml'lik santrifüj tüpüne konularak, üzerine 15 ml %1 asetik asit (HAc) içeren asetonitril (MeCN), 6 g susuz magnezyum sülfat ($MgSO_4$) ve 1.5 g susuz sodyum asetat (NaAc) ilave edilmiştir (Şekil.4A, B).



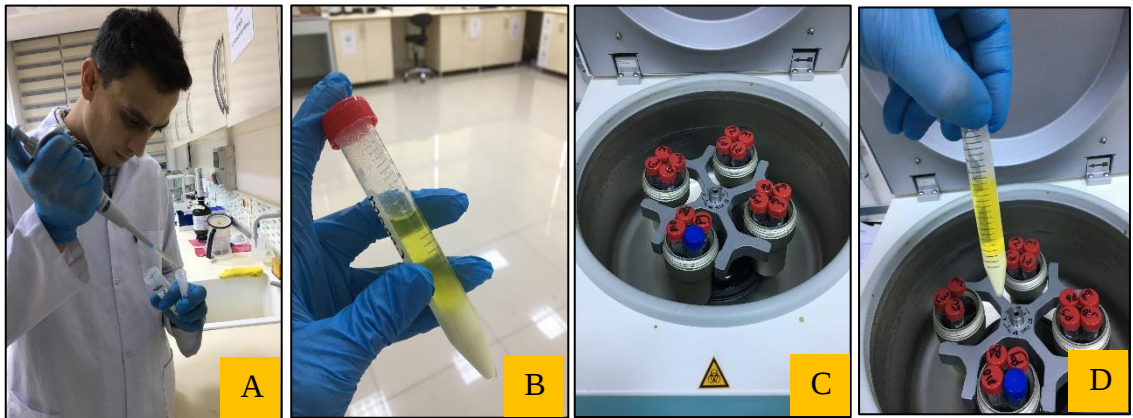
Şekil 4. Asetonitril (%1'lik asetik asit) (A); magnezyum sülfat + sodyum asetat eklenmesi (B)

- Santrifüj tüpünün kapağı kapatıldıktan sonra 1 dakika süreyle kuvvetlice çalkalanmış, çalkalama işlemi tamamlandıktan sonra tüp santrifüje konularak dakikada 4000 devir hızda 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Böylece ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır (Şekil 5A, B, C) (Lehotay ve ark. 2005).



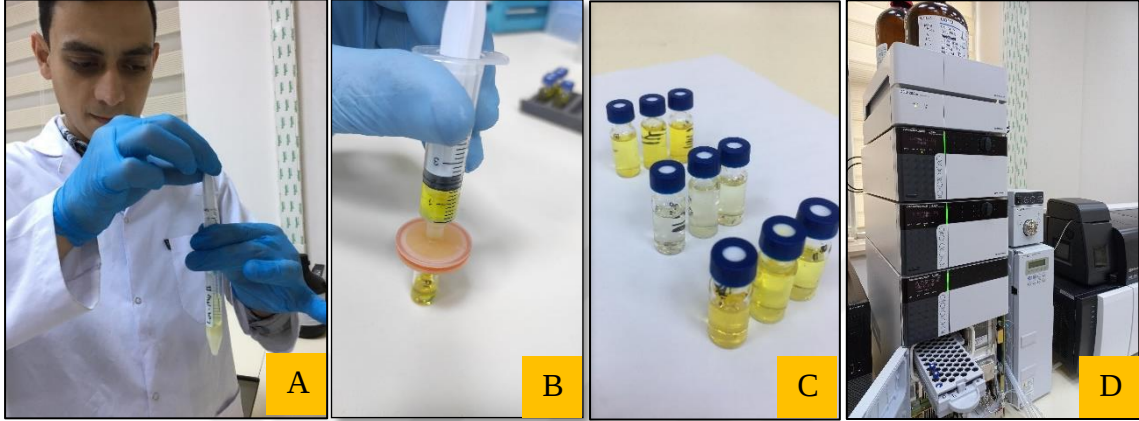
Şekil 5. El ile çalkalama işlemi (A), santrifüj işlemi (B), santrifüj sonrası üst faz (C)

- Santrifüj işlemi sonrasında tüp içerisinde oluşan üst fazdan 8 ml alınmış ve temizleme işlemi için 15 ml'lik başka bir santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Daha sonra üzerine 1200 mg susuz magnezyum sülfat ve 400 mg primer sekonder amin (PSA) ilave edilmiştir (Şekil.6A, B, C).



Şekil 6. Üst fazın 15 ml'lik falkon tüpüne aktarılması (A) çalkalanması (B), Santrifüj makinesine koyulması (C), santrifüj sonrası üst faz (D)

- Ağız kapatılan tüp yaklaşık 20 saniye çalkalanmış ve yine 4000 devirde 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir (Lehotay ve ark. 2005). Böylece temizleme işlemi de tamamlanmıştır. Tüp içerisinde santrifüj sonrası oluşan üst faz filtrelenerek alınmış sıvı ve gaz kromatografiye verilmek üzere 2 ml'lik cam viallere konulmuştur (Şekil.7A, B, C).



Şekil 7. Üst fazın alınması (A) ve filtrelenmesi (B), vialdeki filtrelenmiş matris (C), viallerin cihaza koyulması (D)

3.2.3. Metot verifikasyon çalışmaları

Yöntem validasyonu/verifikasyonu, kalite güvencesinin (QA) ve kalite kontrolünün (QC) önemli bir bileşenidir. QuEChERS yöntemi genellikle iyi donanımlı laboratuvarlarda kullanıldığından yerel laboratuvarlarda validasyon/verifikasyona ihtiyaç vardır (Dülger ve Tiryaki, 2021). Metot performans kriterleri arasında doğrusalılık, LOD, LOQ, doğruluk, gerçeklik, kesinlik (tekrarlanabilirlik ve laboratuvar içi tekrarüretilebilirlik), belirsizlik ve matris etkisi yer alır. Metot, “Gıda ve Yemde Pestisit Kalıntıları Analizi İçin Analitik Kalite Kontrol ve Metot Validasyonu Prosedürleri (SANTE/11312/2021) dokümanı izlenerek doğrulanmıştır (SANTE, 2021; Balkan ve Yılmaz, 2022).

Doğrusallık için 6 noktalı (5, 10, 25, 50, 100 ve 200 µg/kg) ve 3 tekrarlı, matriks etkisini dengelemek üzere “matrix-matched kalibrasyon” enjeksiyonları gerçekleştirilmiştir (Balkan ve Karaağaçlı, 2023). LOD ve LOQ için pestisitten ari matris (portakal), 10 µg/kg seviyesinde çalışma solüsyonu ile zenginleştirilerek (spike) 10 tekrarlı analiz gerçekleştirilmiş ve çıkan sonuçların standart sapması (SD) hesaplanmıştır. LOD' ler, hesaplanan

SD değerinin üç katı, LOQ' lar ise 10 katı olarak hesaplanmıştır (Magnusson ve Örne-mark, 2014). Pestisitlerin matrizen geri kazanımı ve yöntemin kesinliği, beş tekrar ha-linde üç farklı konsantrasyon seviyesinde (10, 50 ve 100 µg/kg) zenginleştirilmiş numu-nelerin analizleriyle belirlenmiştir. Tekrarlanabilirlik (RSDr) aynı gün iki farklı analist tarafından çalışılarak değerlendirilmiştir. Laboratuvar içi tekrar üretilebilirlik (RSDwR) ardışık beş haftada 2 analist tarafından gerçekleştirilmiştir. Kesinlik değerleri, bağıl stan-dart sapma (RSD) olarak ifade edilmektedir. %RSD değerleri hesaplanarak, bu değerlerin ≤%20 koşulunu sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir. Gerçeklik ise; tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik çalışmalarından elde edilen geri kazanım değerlerinin %70-120 aralığına uygunluğu ile kontrol edilmiştir (SANTE, 2021). Cihazlardaki sonuçlar ve veri hesaplamaları “LabSolution® (5.97 version)” yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.4. Cihaza ait bilgiler

Analizler, Shimadzu® LC–MS 8050 (Kyoto, Shimadzu Corporation, Japonya) modeli ile gerçekleştirilmiştir. LC–MS/MS sistemi: LC-30AD pompası × 2, SIL-20A otomatik ör-nekleyici, DGU-20A3R gaz giderici, CTO-20ACV kolon fırını ve triple kuadrupol (triple quadrupole) MS/MS dedektöründen oluşmaktadır. C18 Inertsil ODS-4, HP 3 µM, 2.1x150 mm (GL Sciences, Japonya) boyut ve özelliğe sahip kolon kullanılmıştır. Cihaza ait çalışma koşulları çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. LC-MS/MS analitik koşulları

LC Koşulları (Nexera X2)		MS Koşulları (LCMS-8050)	
Kolon	Inertsil (ODS-3), C18 column (2.1 mm x 150 mm, 3 µm)	İyon Kaynağı	ESI (+/-)
Kolon Fırın Sıcaklığı	40 °C	Desolvation line sıcaklığı	250 °C
Mobil Faz A	5 mmol/L amonyum format/ distile su	Interface sıcaklığı	300 °C
Mobil Faz B	5 mmol/L amonyum format/methanol	Block heater sıcaklığı	400 °C
Akış Program	5%B. (0 dk)- 60%B. (3 dk)- 70%B. (4 dk)- 80%B. (6 dk)- 95%B. (7- 8.50 dk)- 5%B. (8.51-15 dk)	Spreyleme Gazı Akış Hızı	2.9 L/ dk
Akış Hızı	0.4 mL/ dk	Kurutma Gazı Akış Hızı	10.0 L/ dk.
Enjeksiyon Hacmi	10 µL	Isıtma Gazı Akış Hızı	15.0 L/ dk
Yıkama Solüsyonu	R0: 50% methanol	Dwell time	1-33 msec

3.2.5. Kalıntı analizleri

Ekstraksiyon ve temizleme işlemleri tamamlanmış olan numunelerdeki farklı yapılarıdaki pestisitlerin tespit edilebilmesi amacıyla doğrulanmış QuEChERS- LC-MS/MS metodu kullanılmıştır. Örneklerde saptanan pestisitler Avrupa Birliği Maksimum Kalıntı Limitleri (AB-MRL) dikkate alınarak değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Metot Doğrulama Sonuçları

Numunelerde kalıntısı tespit edilen pestisit etken maddelerine ait metot doğrulama parametreleri çizelge 8’de yer almaktadır. Tespit edilen pestisitlerin kalibrasyonlarına ait korelasyon katsayıları (R^2) 0.993 değerinin üzerinde bulunmuştur. LOD değerleri 0.44-1.67 arasında, LOQ değerleri 1.48- 5.56 arasında hesaplanmıştır. Metot kapsamındaki geri alım değerleri %80-116, RSD değerleri %3.69 -17.4 aralığında bulunmuştur (Çizelge 8). SANTE dokümanına göre metot performans kriterlerinin sağlanması için her bir etken maddenin %70-120 geri kazanım ve $\leq$ %20 RSD değerlerini sağlaması gerekmektedir. Tespit edilen pestisitlerin bu kriterleri sağladığı görülmektedir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Tespit edilen pestisitlerin metot doğrulama parametreleri

Pestisit	R^2	LOD	LOQ	Spike Seviyesi ($\mu\text{g/kg}$)								
				10			50			100		
				Gerialım	RSD _r	RSD _{Rw}	Gerialım	RSD _r	RSD _{Rw}	Gerialım	RSD _r	RSD _{Rw}
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Acetamiprid	0.996	1.37	4.56	86.4	12.6	12.3	116	9.63	11.8	113	12.7	9.97
Azoxystrobin	0.999	1.67	5.56	101	11.3	12.4	109	8.92	16.5	107	9.88	10.9
Buprofezin	0.993	1.15	3.84	80.0	8.32	9.08	95.0	3.69	17.4	108	7.12	10.5
Chlorpyrifos	0.998	0.83	2.76	101	11.8	9.21	84.7	14.3	14.2	88.8	11.7	17.9
Cypermethrin	0.998	1.14	3.79	96.0	8.56	11.1	95.9	8.51	16.7	82.8	11.2	12.5
Etofenprox	0.999	1.26	4.21	101	7.80	15.9	113	7.96	14.9	109	9.36	14.8
Imazalil sulfate	0.999	1.32	4.40	90.2	9.12	13.1	87.8	6.99	11.6	91.8	10.8	14.7
Malathion	0.999	0.73	2.42	104	10.7	11.5	101	9.51	5.15	92.5	10.5	16.7
Propiconazole	0.999	0.44	1.48	101	12.8	12.6	109	9.94	12.1	106	10.2	9.52
Pyridaben	0.993	0.75	2.49	91.2	8.35	8.20	99.2	4.19	5.56	93.0	4.89	11.6
Pyrimethanil	0.999	0.90	2.99	114	3.85	10.6	96.9	9.13	11.6	94.2	14.4	9.19
Pyriproxyfen	0.999	0.62	2.07	105	7.05	9.89	97.2	4.34	13.1	95.6	4.91	12.8
Thiophanate-methyl	0.997	0.71	2.37	88.3	11.5	15.7	112	11.5	13.9	116	8.56	8.29

4.2. Pestisit Kalıntı Miktarları

Bu bölümde 60 adet limon, 56 adet mandalina ve 60 adet portakal olmak üzere toplam 176 numuneye ait pestisit kalıntı analiz sonuçları verilmiş ve elde edilen sonuçlar her bir turuncu meyvesi için alt başlıklarda ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

4.3. Limon Numunelerinde Pestisit Kalıntı Miktarları

60 adet limon numunesinde yapılan pestisit kalıntı analizi sonuçları aşağıdaki çizelge 9’da verilmiştir.

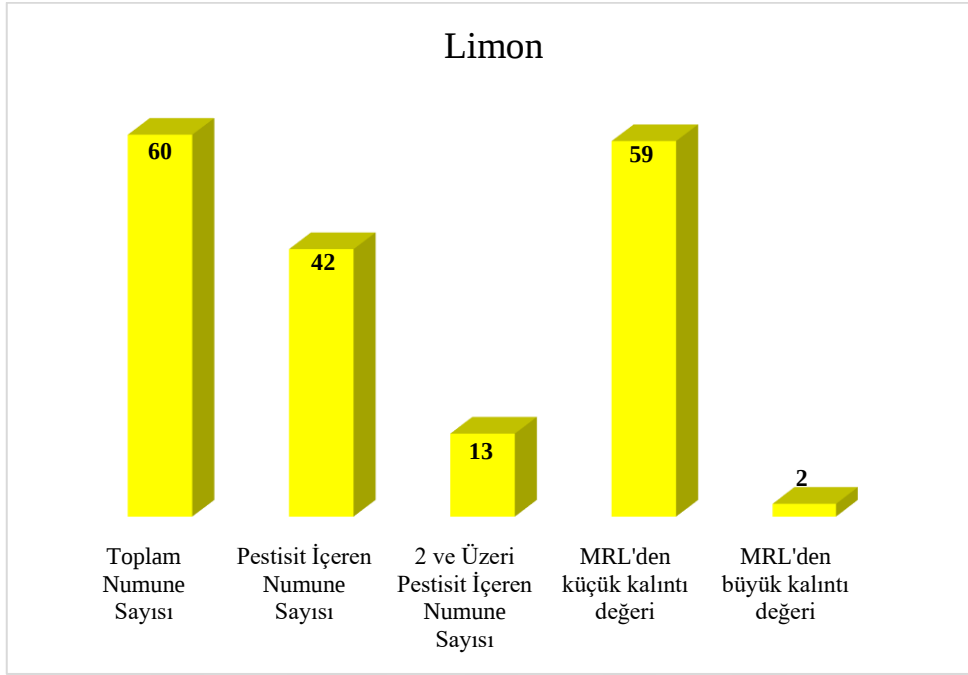
Çizelge 9. Limon numunelerinde tespit edilen pestisitler ve miktarları

Numune	Acetamiprid	Buprofezin	Chlorpyrifos	Imazalil sulfate	Malathion	Pyrimethanil	Pyriproxyfen	Thiophanate-methyl
AB-MRL mg/kg	0.9	0.01	0.01	5	2	8	0.6	6
L1	0.017	0.023**						
L6					0.229			
L7					0.300			
L10					0.346			
L12					0.328			
L14		0.024**						
L15					0.638			
L18					0.163			
L19					0.326			
L21					0.131			
L22					0.068			
L23			0.009		0.138			
L24					0.121			
L25					0.059			
L26					0.087			
L27					0.080			
L28					0.203			
L29			0.009		0.108			
L30					0.184			
L31					0.093			
L32					0.053			
L33					0.081			

L34					0.190			
L35					0.091			
L36			0.009		0.122			
L37					0.137			
L38					0.137			
L39					0.137			
L40					0.070			
L44					0.029			
L49							0.015	
L50							0.017	
L51				0.068		0.557		0.107
L52						0.158		0.034
L53				0.073		0.421		0.120
L54				0.121		0.783		
L55				0.037		0.578		
L56					0.020	0.107		0.056
L57				0.100	0.014	0.354		0.019
L58						0.970		
L59				0.121		1.141		
L60				0.080		0.206		0.022

**AB-MRL değerini aşmıştır.

Analiz sonuçlarına göre limon numunelerinde 8 pestisit etken maddesi tespit edilmiştir. Çalışmada 18 (%30) adet limon numunesinde (L2, L3, L4, L5, L8, L9, L11, L13, L16, L17, L20, L41, L42, L43, L45, L46, L47, L48) herhangi bir pestisit kalıntısına rastlanmamıştır. Limon numunelerinin 42 (%70) tanesinde ise 5 farklı insektisit (acetamiprid, buprofezin, chlorpyrifos, malathion ve pyriproxyfen) ve 3 farklı fungusit (imazalil sulfate, pyrimethanil, thiophanate-methyl) kalıntıları tespit edilmiştir. Bu 42 adet numunenin 13 tanesinde 2 ve üzeri pestisit kalıntısı bulunmuştur. 40 limon numunesinde tespit edilen 59 pestisit kalıntı değeri MRL altında kalırken, 2 limon numunesinde ise tespit edilen 3 pestisit kalıntısından 2 tanesi MRL üzerinde bulunmuştur (Şekil 8).



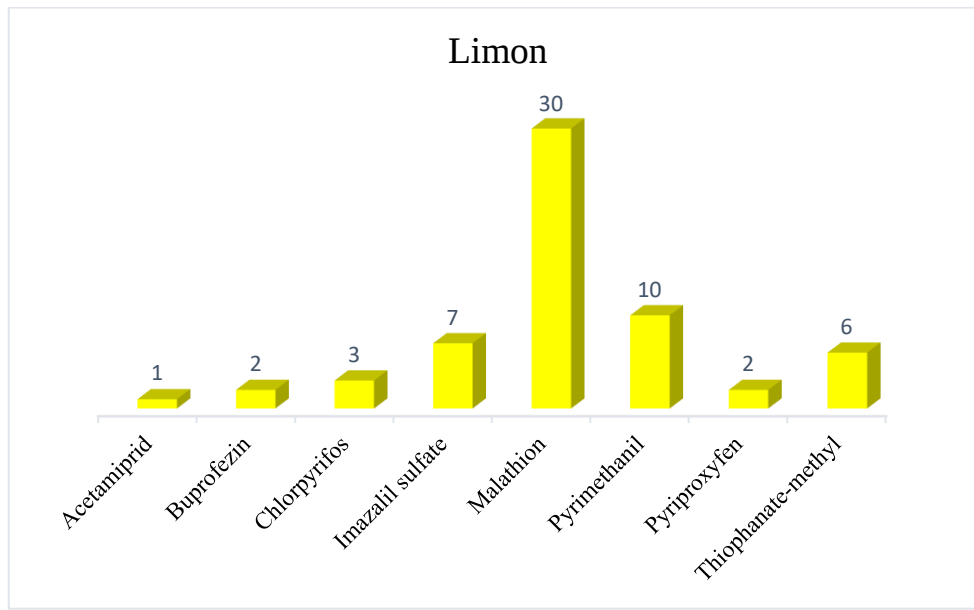
Şekil 8. Limon numunelerinde pestisit kalıntı düzeyleri

Limon numunelerinde tespit edilen etken maddeler ve bulunma sıklıkları şekil 9’da verilmiştir. Şekil 9 incelendiğinde acetamiprid 1, buprofezin 2, chlorpyrifos 3, malathion 30, imazalil sulfat 7, pyrimethanil 10, pyriproxyfen 2 ve thiophanate-methyl 6 adet numunede tespit edilmiştir.

En fazla tespit edilen etken madde malathion’dur. BKÜ veritabanında %25 malathion WP (ıslanabilir toz) (PHI:10) formülasyonu sadece turuncgillerde Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata*’ne karşı ruhsatlardır. Ancak turuncgillerde ruhsatlı olmayan 650 g/L malathion EC BKÜ’ nün üreticiler tarafından repellent etki gösterdiği ve uygun maliyetinden ötürü yoğun bir şekilde tercih edilmektedir (Üreticiler ve BKÜ bayileri ile yapılan yüzyüze görüşmeler). Malathion kalıntısının limon numunelerinin % 50’sinde tespit edilmesinin bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

L1 ve L14 numunelerinde tespit edilen buprofezin kalıntı miktarı AB-MRL değerinin üzerinde çıkmıştır. BKÜ veri tabanında bu etken madde (400 g/L buprofezin) turuncgil kırmızı kabuklubiti (*Aonidiella aurantii* (Mask.)) turuncgil sarı kabuklubiti (*Aonidiella citrina* (Coq.)) (Hem.: Diaspididae), ve turuncgil beyazsineği (*Dialeurodes citri* (Ashmead) (Hem.: Aleyrodidae))’ne ruhsatlı olup son ilaçlama ile hasat arasındaki

geçmesi gereken süre (PHI) 56 gündür. Bölgedeki turuncgil üreticileri, buprofezin etken maddesinin ilk uygulamadan sonra zararlı popülasyonu üzerinde bekledikleri etkiyi görmediklerinde tekrarlama ve doz aşımı gibi uygun olmayan yaklaşımlara başvurmaktadırlar. Bu durumun 2 limon numunesinde buprofezin kalıntı değerlerinin MRL üzerinde çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir. 6 numunede tespit edilen thiophanate-methyl (PHI:3) turuncgil meyvelerinde kahverengi çürüklük ve gövde zamklanması (*Phytophthora citrophthora* (Smith and Smith) Leonian) için ruhsatlıdır.



Şekil 9. Limon numunelerinde tespit edilen etken maddeler ve bulunma sıklıkları

Ülkemizde limonla ilgili yapılan kalıntı çalışmaları incelendiğinde; Azar ve ark. (2008), Bursa pazarlarından aldıkları limon numunelerinin %80'ninde pestisit kalıntısına rastlandığını ve bunların % 22'sinin MRL değerini aştığını ifade etmişlerdir. MRL değerini aşan pestisitlerin chlorpyrifos-ethyl, buprofezin, carbofuran, methidathion, bromopropylate, parathion-methyl, cypermethrin ve dicofol olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde buprofezin kalıntı miktarının MRL üstü çıkması yaptığımız çalışmayla benzerlik göstermektedir. Taga ve Bilgin (2010), Akdeniz ve Ege bölgelerinden alınan 70 adet limon örneğinin %48.6'sında pestisit kalıntısının bulunduğu ve bulunan pestisitlerin chlorpyrifos, imazalil ve quinalphos olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca quinalphos kalıntısı bulunan örneklerin %7.1'nde MRL değerinin aşıldığı ifade edilmiştir. Bakırcı ve ark. (2014), 39 limon örneğinin 28(%72)'inde acetamiprid,

bromopropylate, buprofezin, carbendazim/benomyl, chlorpyrifos, hexythiazox, imazalil, malathion, pyridaben, pyrimethanil, pyriproxyfen, tebuconazole ve thiabendazole kalıntıları tespit etmişlerdir. Bromopropylate, imazalil ve tebuconazole kalıntılarının MRL değerini aştığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla literatürdeki bulgular buprofezin, chlorpyrifos, cypermethrin, malathion, pyridaben ve pyrimethanil kalıntıları açısından benzerlik göstermektedir.

Limon numunelerinde pestisit kalıntıları ile ilgili ülke dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Hjorth ve ark. (2011), Arjantin’den alınan numunelerin 2’sinde imazalil etken maddesinin MRL değerini aştığı ifade etmişlerdir. Jardim ve Caldas (2012), numunelerin %74’ünde pestisit kalıntısı tespit etmişlerdir. Al-Nasir ve ark. (2020), Ürdün Vadisi’nde yaptıkları çalışmada almış oldukları numunelerde bensulfuron-methyl, chlorothanolonil, daminozide, iodosulfuron-methyl ve metamitron etken maddelerinin MRL değerini aştığını vurgulamışlardır.

4.4. Mandalina Numunelerinde Pestisit Kalıntı Miktarları

56 adet mandalina numunesinde yapılan pestisit kalıntı analiz sonuçları çizelge 10’da verilmiştir.

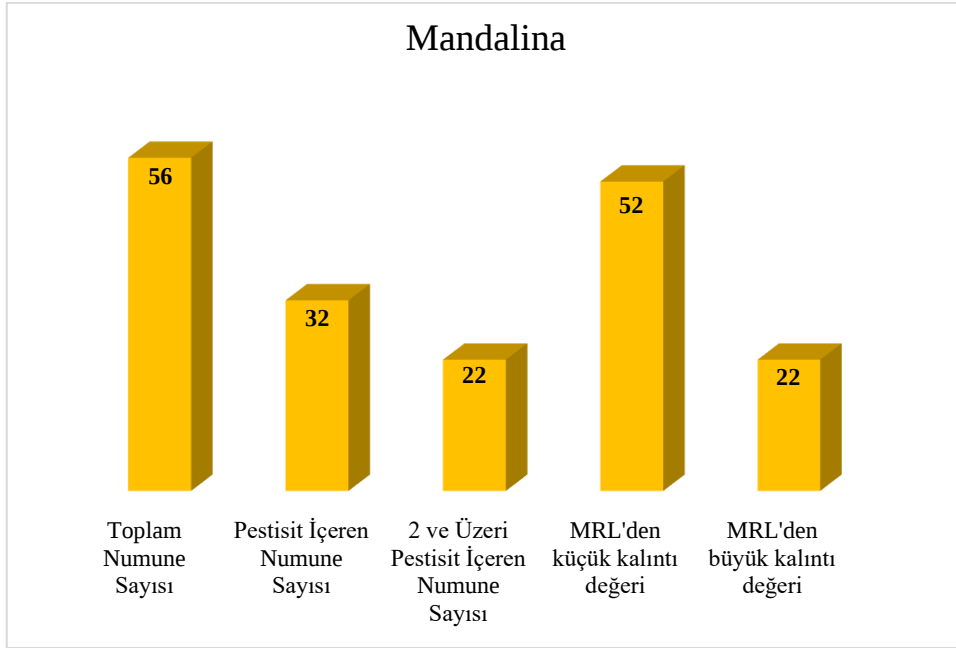
Çizelge 10. Mandalina numunelerinde tespit edilen pestisitler ve miktarları

Numune	Acetamiprid	Azoxystrobin	Buprofezin	Chlorpyrifos	Cypermethrin	Imazalil sulfate	Malathion	Propiconazole	Pyridaben	Pyrimethanil	Pyriproxyfen
AB-MRL mg/kg	0.9	15	0.01	0.01	2	5	2	0.01	0.3	8	0.6
M1			0.021**			0.888	0.082			0.779	
M2					0.020						0.015
M3				0.013**							
M4	0.010	0.013	0.101**	0.019**							
M5				0.033**	0.031						0.022
M6				0.023**			0.099				
M7			0.030**			0.613	0.141			0.227	
M-8				0.029**				0.224**			0.016
M9				0.018**							
M10				0.025**	0.012						
M11		0.162	0.034**			0.382	0.220			0.426	

M13						0.274				0.240	
M-4						0.769				0.692	
M15			0.020**			1.563	0.112			1.040	
M17				0.047**			0.151				0.016
M18			0.015**	0.014**							
M19	0.014		0.034**	0.029**							
M20			0.021**	0.143**							
M21									0.062		
M22							0.048		0.058		
M23									0.056		
M26			0.017**								
M27									0.069		
M29									0.023		
M37									0.035		
M39									0.071		
M49								0.038**			
M52		0.087			0.015					0.818	
M53		0.112								1.027	
M54		0.087			0.028					0.682	
M55		0.089			0.034					0.640	0.010
M56		0.068			0.024					0.936	

**AB- MRL değerini aşmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre mandalina numunelerinde 11 pestisit etken maddesi tespit edilmiştir. Çalışmada 24 (%42.8) adet mandalina numunesinde (M12, M16, M24, M25, M26, M30, M31, M32, M33, M34, M35, M36, M38, M40, M41, M42, M43, M44, M45, M46, M47, M48, M50, M51) herhangi bir pestisit kalıntısına rastlanmamıştır. 32 mandalina numunesinde (%57.2) 7 farklı insektisit (acetamiprid, buprofezin, chlorpyrifos, cypermethrin, malathion, pyridaben ve pyriproxyfen) ve 4 farklı fungusit (azoxystrobin, imazalil sulfate, propiconazole ve pyrimethanil) kalıntısı tespit edilmiştir. 56 adet mandalina numunesi incelendiğinde, 32 adedinin 22 tanesinde 2 ve üzeri pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Mandalina numunelerinde tespit edilen 52 pestisit kalıntı değeri MRL altında kalırken 22 değer MRL üzeri bulunmuştur.



Şekil 10. Mandalina numunelerinde pestisit kalıntı düzeyleri

Şekil 11’de mandalina numunelerinde tespit edilen pestisit kalıntıları ve sayısı verilmiştir. Şekil 11 incelendiğinde acetamiprid 2, buprofezin 9, chlorpyrifos 9, cypermethrin 7, malathion 6, pyridaben 7, pyriproxyfen 5, azoxystrobin 7, imazalil sulfate 7, propiconazole 2 ve pyrimethanil 11 adet numunede tespit edilmiştir. Kalıntı tespit edilen numunelerden M1, M7, M11, M15, M26’da buprofezin, M3, M5, M6, M9, M10, M17’de chlorpyrifos, M49’da propiconazole, M4, M8, M19, M20’de buprofezin ve chlorpyrifos, M8’de chlorpyrifos ve propiconazole kalıntı miktarları MRL üzeri çıkmıştır.

Bölgedeki turunçgil üreticileri buprofezin etken maddesinin ilk uygulamasından sonra zararlı popülasyonu üzerinde beklenen etkiyi göremediklerinde, tekrarlama ve doz aşımı gibi uygun olmayan yaklaşımlara başvurdukları müşahade edilmiştir. Bu durum9 mandalina numunesinde buprofezin kalıntı değerlerinin MRL üzerinde olmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Bölgede üreticiler tarafından pyriproxyfen etken maddesi ruhsatsız olmasına rağmen buprofezin’e alternatif olarak turunçgil kırmızı kabuklubiti (*Aonidiella aurantii*), turunçgil sarı kabuklubiti (*Aonidiella citrina*) ve turunçgil beyazsineği (*Dialeurodes citri*)’ne karşı kullanılmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde pyriproxyfen tespit edilen

numunelerde buprofezin etken maddesine rastlanmamış, 2 etken maddenin bölgede birbirine alternatif olarak kullanıldığı düşünülmektedir.

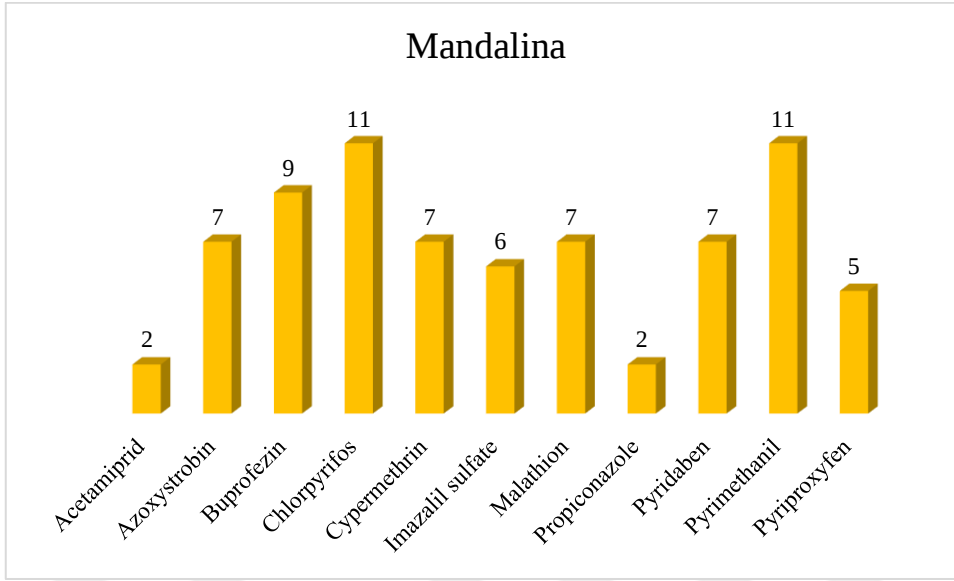
Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata*)’ne karşı bölgede malathion, cypermethrin ve chlorpyrifos kullanılmaktadır. Analiz sonuçlarında bu durumu teyit etmektedir. Bu etken maddelerden %25 malathion WP (ıslanabilir toz) formülasyonu ruhsatlı, cypermethrin ruhsatsız, chlorpyrifos ise yasaklıdır.

Turunçgil kırmızıörümceği (*Panonychus citri* (Mc. Greg.) (Acarina: Tetranychidae)) ve Pasböcüsü (*Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acarina: Eriophyidae))’ne karşı BKÜ veritabanında ruhsatlı %20 Pyridaben (PHI:3) etken maddesi bulunmaktadır. Üretim sezonu içerisinde zararlı popülasyon yoğunluğuna göre uygulamalar tekrarlanmaktadır. 7 numunede tespit edilen pyridaben kalıntısının tekrarlı uygulamalar sonucunda oluştuğu düşünülmektedir.

BKÜ veritabanında 500 g/L imazalil (PHI:3) etken maddeli preparatlar turunçgilde mavi küf çürüklüğü (*Penicillium italicum* Wehmer)’ne, 400 g/L pyrimethanil (PHI:7) ve 200 g/L imazalil + 200 g/L pyrimethanil (PHI:7) etken maddeli preparatlar yeşil küf çürüklüğü (*Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc.)’ne ruhsatlıdır. Çizelge 9 incelendiğinde 6 numunede hem imazalil hem pyrimethanil, 5 numunede ise pyrimethanil tespit edilmiştir.

7 numunede tespit edilen azoxystrobin, BKÜ veritabanında 250 g/L azoxystrobin (PHI:7) etken maddeli preparatlar turunçgilde yeşil küf çürüklüğü (*Penicillium digitatum*) ve kahverengi leke (*Alternaria alternata* f.sp.citri) hastalığına, 240 g/L azoxystrobin + 240 g/L fludioxonil (PHI:14) etken maddeli preparatlar turunçgilde yeşil küf çürüklüğüne karşı ruhsatlıdır.

2 numunede tespit edilen ve MRL üzeri olan propiconazole’ ün 31.12.2020 tarihinde Türkiye’de kullanımı yasaklanmıştır. Yasaklanmadan önce 150 g/L propiconazole+150 g/L difenoconazole (PHI:21) BKÜ olarak turunçgillerde kahverengi leke (*Alternaria alternata* f.sp.citri) hastalığına karşı kullanılmaktaydı.



Şekil 11. Mandalina numunelerinde tespit edilen etken maddeler ve bulunma sıklıkları

Ülkemizde mandalina ile ilgili yapılan kalıntı çalışmaları incelendiğinde Taga ve Bilgin (2010), numunelerin %52.2’inde bir veya birden fazla pestisit tespit etmişlerdir. Tespit edilen pestisitlerin bromopropylate, chlorpyrifos, imazalil and quinalphos olduğu ifade edilmiştir. Ersoy ve ark. (2011), Konya’nın yerel marketlerinden aldıkları mandalina numunelerinin bir tanesinde kullanımı yasaklanmış chlorpyrifos, diazinon ve pirimiphos ethyl’e rastlandığını belirtmişlerdir. Bakırcı ve ark. (2014), Ege bölgesinde numunelerin %82.7’sinde kalıntı (acetamiprid, azoxystrobin, buprofezin, chlorpyrifos, dimethomorph, imazalil, malathion, propiconazole ve pyriproxyfen) tespit etmişlerdir. Tespit edilen dimethomorph etken maddesinin MRL değerinin aştığı vurgulanmıştır. Dinçay ve ark. (2017), Ege bölgesinde mandalina numunelerinde Akdeniz meyve sineği mücadelesine karşı uygulanan pestisitlerin kalıntı düzeyleri belirledikleri çalışmada MRL tespit limitleri üzerinde malathion, spinosad, tau-fluvalitate, esfenvalerate ve deltamethrin etken maddelerine rastlandığı ifade edilmiştir. Ülkemizde mandalina kalıntı düzeylerine ilişkin önceki yapılan çalışmalara bakıldığında çalışmamızdaki bulgularla benzerlik gösteren acetamiprid, azoxystrobin, buprofezin, chlorpyrifos, imazalil, malathion, propiconazole ve pyriproxyfen etken maddelerine rastlanmıştır.

Yurt dışında mandalinadaki pestisit kalıntılarına ilişkin araştırmalar incelendiğinde; Fernandez ve ark. (2001), carbendazim, dicofol, endosulfan, imazalil ve thiabendazole

kalıntılarını tespit etmiş ve bulunan değerlerin MRL'den düşük olduğu belirtmişlerdir. Blasco ve ark. (2006), İspanya'da yaptıkları çalışmada MRL altı değerlere sahip carbendazim, hexythiazox, imazalil, imidacloprid ve methidathion etken maddelerini saptamışlardır. Al-Nasir ve ark. (2020), Ürdün Vadisi'nde mandalina numunelerinde MRL değerini aşan bensulfuron-methyl, chlorothalonil, chlorsulfuron, daminozide ve iodosulfuron-methyl'e rastlandığını ifade etmişlerdir. Diğer çalışmalarla mukayese edildiğinde yaptığımız tez çalışmasında mandalina numunelerinde imazalil dışında farklı etken maddeler bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

4.5. Portakal Numunelerinde Pestisit Kalıntı Miktarları

60 adet portakal numunesinde yapılan pestisit kalıntı analizi sonuçları aşağıdaki çizelge 11'de verilmiştir.

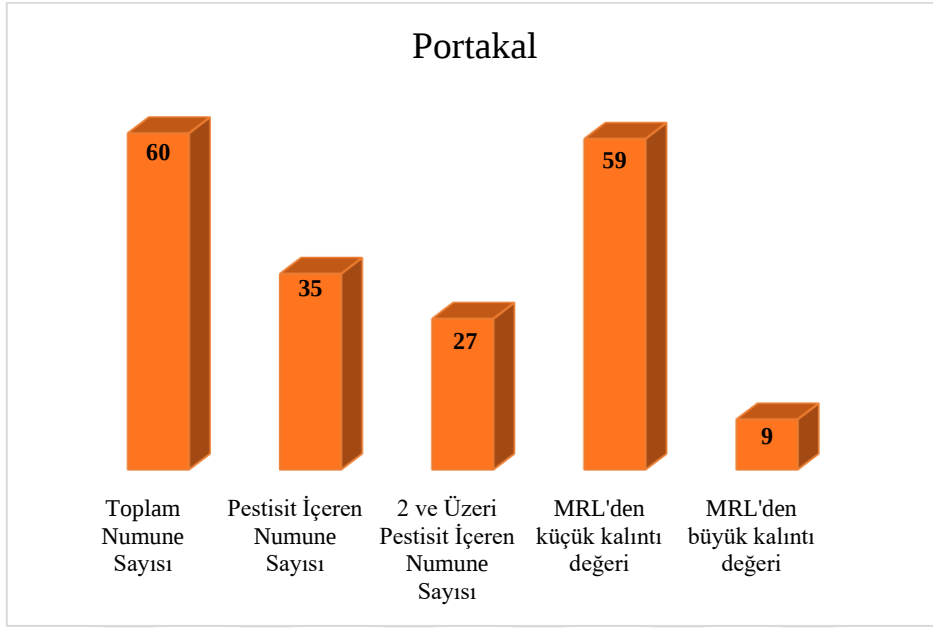
Çizelge 11. Portakal numunelerinde tespit edilen pestisitler ve miktarları

Numune	Acetamiprid	Buprofezin	Chlorpyrifos	Cypermethrin	Etofenprox	Imazalil sulfate	Malathion	Pyridaben	Pyrimethanil
AB-MRL mg/kg	0.9	0.01	0.01	2	1.5	4	2	0.3	8
P2									0.011
P3							0.118		
P4							0.126		
P9						0.012			
P12						0.012			
P15	0.015			0.051					
P21	0.027								
P22	0.042						0.036		
P23	0.043						0.019		
P24	0.012						0.021		
P25	0.016						0.016		
P26	0.012						0.024		
P27	0.023						0.029		
P28	0.038						0.035		
P29	0.021						0.013		
P30	0.016						0.016		
P31	0.040						0.035		
P32	0.029						0.029		

P33	0.021						0.022		
P34	0.026						0.028		
P35	0.030						0.020		
P36	0.014						0.012		
P37	0.021		0.009				0.007		
P38	0.072								
P39	0.024		0.009				0.014		
P51		0.038**			0.247		0.264	0.014	
P52		0.016**					0.100		
P53		0.022**					0.091		
P54		0.016**					0.134		
P55		0.017**					0.090	0.017	
P56		0.026**					0.142	0.016	
P57							0.122		
P58		0.022**					0.108		
P59		0.018**					0.159		
P60		0.025**					0.131		

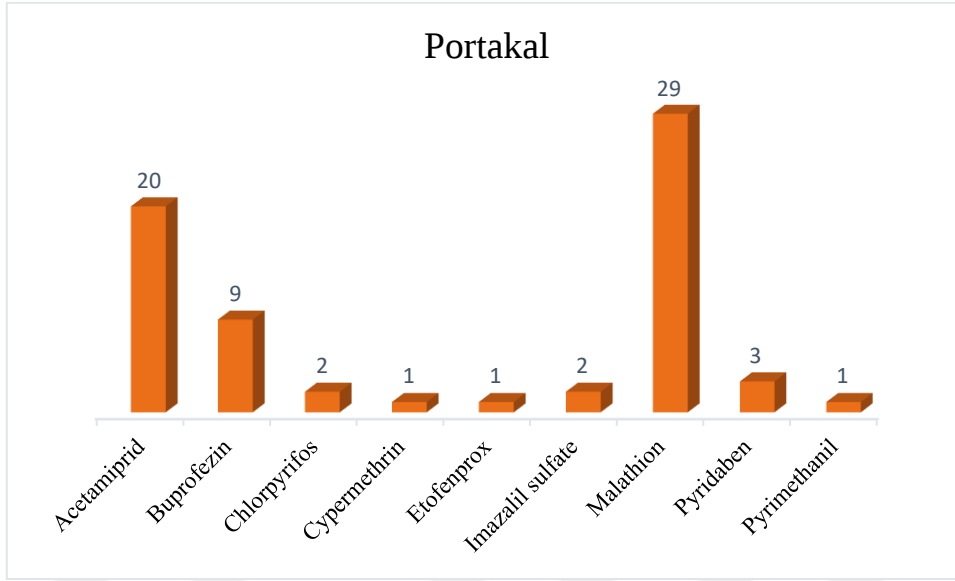
**AB-MRL değerini aşmıştır.

Analiz sonuçlarına göre 260 tane pestisit etken maddesi içerisinden 9 tanesi portakal numunelerinde tespit edilmiştir. Çalışmada 25 (%41.7) adet portakal numunesinde (P1, P5, P6, P7, P8, P10, P11, P13, P14, P16, P17, P18, P19, P20, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50) herhangi bir pestisit kalıntısına rastlanmamıştır. Portakal numunelerinin 35 (%58.3) tanesinde 7 farklı insektisit (acetamiprid, buprofezin, chlorpyrifos, cypermethrin, etofenprox, malathion ve pyridaben) ve 2 farklı fungusit (imazalil sulfate ve pyrimethanil) kalıntısı belirlenmiştir. 35 adet numunenin 27 tanesinde 2 ve üzeri pestisit kalıntısı bulunmuştur. Portakal numunelerinde tespit edilen kalıntı miktarlarına göre 59 adet pestisit kalıntısının değeri MRL değeri altında kalırken 9 tanesi MRL değeri üzerinde bulunmuştur (şekil 12).



Şekil 12. Portakal numunelerinde pestisit kalıntı düzeyleri

Portakal numunelerinde tespit edilen etken maddelerin sayısı Şekil 13’de verilmiştir. Şekil 13 incelendiğinde acetamiprid 20, buprofezin 9, chlorpyrifos 2, cypermethrin 1, etofenprox 1, imazalil sulfat 2, malathion 29, pyridaben 3 ve pyrimethanil 1 numunede tespit edilmiştir. Kalıntı tespit edilen numunelerden P51, P52, P53, P54, P55, P56, P58, P59 ve P60’da buprofezin kalıntı miktarları MRL değerleri üzerinde çıkmıştır. Diğer turuncu meyvelerinde olduğu gibi portakal numunelerinde de acetamiprid, buprofezin, chlorpyrifos, cypermethrin, imazalil, malathion, pyridaben ve pyrimethanil kalıntısı tespit edilmiştir. Bunların dışında sadece portakalda 1 numunede etofenprox bulunmuştur. Edilen bilgiler ışığında üreticilerin *Panonychus citri* ile mücadelede ruhsatlı BKÜ ürünlerinden sonuç alamadıklarında zaman zaman ruhsatsız olan etofenprox’u tercih ettikleri tahmin edilebilir.



Şekil 13. Portakal numunelerinde tespit edilen etken maddeler ve bulunma sıklıkları

Ülkemizde portakal ile ilgili yapılan kalıntı çalışmaları incelendiğinde Taga ve Bilgin (2010), numunelerin %44.2'sinde bromopropylate, chlorpyrifos, imazalil, malathion ve quinalphos etken maddeleri tespit etmişlerdir. Bakırcı ve ark. (2014), MRL değerinin altında acetamiprid, bromopropylate, buprofezin, carbendazim/benomyl, chlorpyrifos, dimethomorph, imazalil, malathion, propargite, pyriproxyfen ve thiabendazole kalıntılarını bulmuşlardır. Verilen iki çalışmada bulunan etken maddeler çalışmamızda tespit edilen sonuçlarla benzerdir.

Portakal numunelerinde pestisit kalıntıları ile ilgili yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Blasco ve ark. (2006), İspanya'da MRL değerlerinden düşük carbendazim, hexythiazox, imazalil, imidacloprid ve methidathion kalıntıları kaydetmişlerdir. Yine İspanya'da Iñigo-Nuñez ve ark. (2010), tarafından yapılan bir çalışmada marketlerden satın alınan portakal suyunda chlorpyrifos ve diazinon kalıntılarının tespit edildiği vurgulanmıştır. Kzeneviç ve ark. (2012), Hırvatistan'da chlorpyrifos, imazalil, diazinon, methidathion ve thiabendazole tespit etmişlerdir. Suárez-Jacobo ve ark. (2017), Meksika'da portakal örneklerinde malathion, spiroticlofen, chlorpyrifos-ethyl, carbendazim, imidacloprid, pyraclostrobin, methidathion, dimethoate, thiabendazol, omethoate, thiophanate-methyl, diflubenzuron, metalaxyl, parathion-methyl ve pyridaben olmak üzere 15 farklı pestisit kalıntısı kaydetmişlerdir.

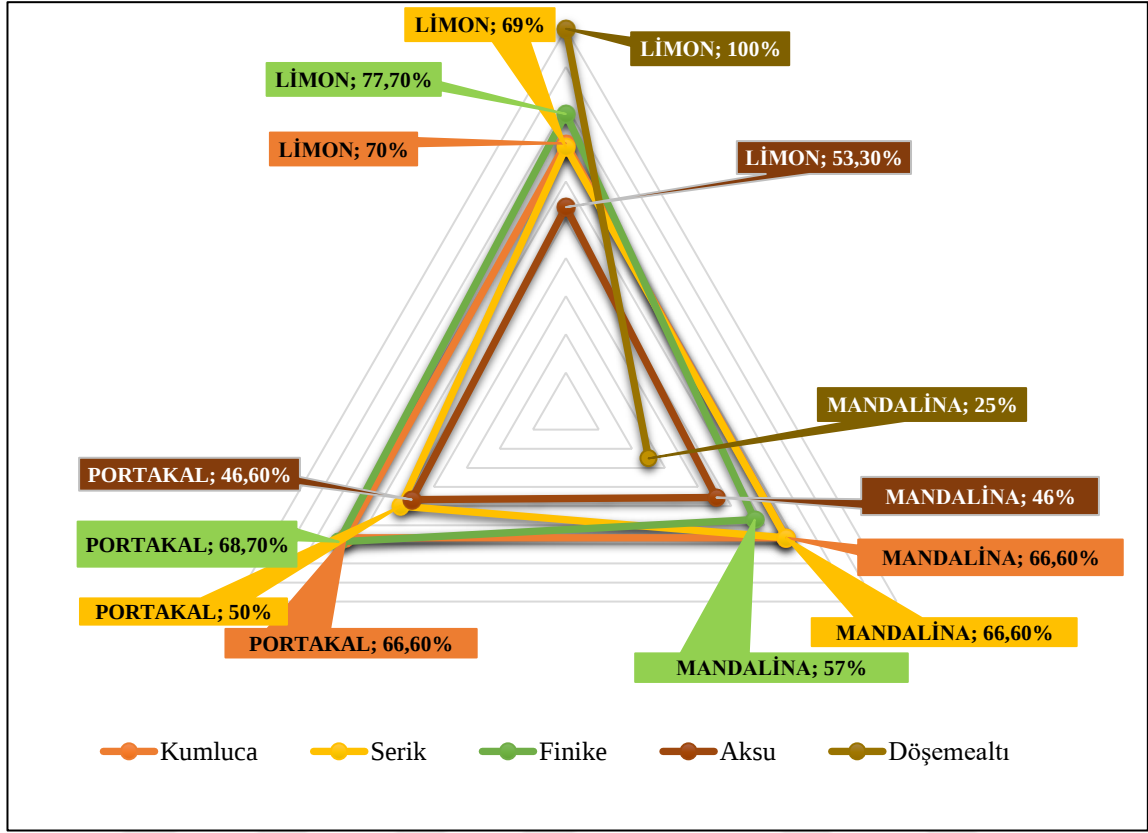
Çalışmamızda portakal numunelerinde tespit edilen chlorpyrifos, imazalil, malathion ve pyridaben etken maddelerinin verilen çalışmalardaki numunelerde de bulunduğu görülmektedir.

4.6. İlçelere Göre Pestisit Kalıntılarının Dağılımı

Şekil 14’de verilen radar grafiği incelendiğinde beş farklı ilçeden alınan limon numunelerinin pestisit içerme oranları gösterilmiştir. Grafiğe göre ilçelerden alınan numune örneklerinin içerdiği pestisit kalıntı oranları Döşemealtı ilçesinde %100 (n=4:4), Finike ilçesinde %77.7 (n=18:14), Kumluca ilçesinde %70 (n=10:7), Serik ilçesinde %69 (n=13:9) ve Aksu ilçesinde %53.3 (n=15:8) olarak bulunmuştur. İçerdiği pestisit kalıntı miktarı MRL değerini aşan örneklerin biri Kumluca ilçesinde, diğeri ise Döşemealtı ilçesinde gözlenmiştir.

Şekil 14’de verilen radar grafiği incelendiğinde, beş farklı ilçeden alınan mandalina numunelerinin kalıntı tespit oranları gösterilmiştir. Grafiğe göre ilçelerden alınan mandalina örneklerinin içerdiği kalıntı oranları Kumluca’da %66,6 (n=9:6), Serik’te %66,6 (n=12:8), Finike’de %57 (n=21:12), Aksu’da %46 (n=11:5) ve Döşemealtı ilçesinde %25 (n=4:1) olarak bulunmuştur. İçerdiği pestisit kalıntı miktarı MRL değerini aşan etken maddelerin 8 tanesi Serik’te, 5 tanesi Finike ve Kumluca’da 2 tanesi Aksu’da, bir tanesi ise Döşemealtı ilçesinde gözlemlenmiştir.

Şekil 14’de beş farklı ilçeden alınan portakal numunelerinin pestisit içerme oranları gösterilmiştir. İlçelerden alınan örneklerin içerdiği pestisit kalıntı oranları Finike’de % 68.7 (n=16:11), Kumluca’da %66,6 (n=15:10), Serik’te %50 (n=14:7) ve Aksu ilçesinde %46.6 (n=15:7) olarak bulunmuştur. İçerdiği pestisit kalıntı miktarı MRL değerini aşan örneklerin üçü Kumluca’da tespit edilmişken diğer ilçelerde MRL değerini aşan ikişer adet kalıntı gözlemlenmiştir.



Şekil 14. İlçelere göre numunelerde pestisit kalıntı oranları

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kalite ve kantite açısından daha vasıflı ürün alabilmek için zararlı, hastalık ve yabancı otlar ve diğer zararlılarla mücadelede kullanılan pestisitler tarımsal üretimde uygun bir şekilde kullanılmadıklarında ürünler üzerinde/içerisinde kalıntı oluşturabilmektedirler. Pestisit ve metabolit kalıntıları başta insan sağlığı olmak üzere su, hava ve toprak vb. etmenleri için de risk oluşturmaktadır. Önemli ihraç kalemlerimizden olan narenciye’de kalıntı problemleri ülke ihracatını olumsuz etkilemekte, ekonomik açıdan kayıplara ve aynı sektörde üretim yapan diğer ülkelere karşı rekabet gücümüzü olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzlukları giderebilme adına kalıntı izleme ve takip çalışmalarının rutin olarak yapılması ve her bir ürün için bir veri bankası oluşturulması gereği ortadadır.

Yapılan bu yüksek lisans çalışmasında Antalya ili Serik, Aksu, Döşemealtı, Kumluca ve Finike ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan bazı narenciye ürünlerinde verim ve kaliteyi iyileştirmek amacıyla uygulanan pestisitlerin kalıntıları araştırılmıştır. Seçilen ilçelere ait narenciye bahçelerinden temin edilen 176 narenciye numunesinde 260 pestisit etken maddesi taranmış, bunlardan 109’unda pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Bu etken maddeler acetamiprid, azoxystrobin, buprofezin, chlorpyrifos, cypermethrin, etofenprox, imazalil sulfate, malathion, propiconazole, pyridaben, pyrimethanil, pyriproxyfen ve thiophanate-methyl’dir. Pestisit kalıntısı tespit edilen 109 narenciye numunesinin 28’inde kaydedilen değerler MRL üzeridir. Aşım belirlenen pestisitlerden buprofezin turuncgilde ruhsatlı, chlorpyrifos ve propiconazole ise yasaklıdır. Sonuçlara göre Antalya ilinde turuncgil üretimi yapılan alanlarda yoğun bir şekilde pestisit kullanımının yapıldığı görülmektedir. Gerek üreticiler gerekse uygulayıcılar tarafından yapılan aplikasyonlarda ilaç prospektüslerine harfiyen riayet edilmeli, son ilaçlama tarihi ile hasat arasında geçmesi geren süreye kesinlikle uyulmalıdır. Önerilen doz homojen olarak uygulanmalı, insan ve çevre sağlığı için daha az riskli pestisitler tercih edilmelidir. Bunun yanında kullanımı zaten yasak olan ruhsatsız pestisitler kullanılmamalı, aşırı doz ve gereksiz mükerrer ilaçlamalardan kaçınılmalıdır. Üreticilere eğitimler verilerek bilinçlendirilmeleri sağlanmaları, çiftçi kayıt sistemleri (ÇKS) incelenmeli ve sebze ve meyve hallerinde kalıntı analizi ile ilgili birimler oluşturulmalı, Tarım ve Orman

Bakanlığınca denetimler sıklaştırılmalıdır. Başta insan olmak üzere çevreye son derece olumsuz etkileri olan pestisitlerle ilgili yasal mevzuatlar tavizsiz bir şekilde uygulanmalıdır. Bitki Koruma Ürünlerinin Reçeteli Satış Usul ve Esasları Hakkındaki Yönetmelik gereğince üreticilere reçetesiz BKÜ'leri satışı yapılamamaktadır. Ancak elde edilen sonuçlara bakıldığında ruhsatsız ve yasaklı pestisitler tespit edilmiştir. Bu bağlamda BKÜ bayilerinin kullandığı Bitki Koruma Ürünleri Takip Sistemi (BKTS) sistemi ciddi şekilde ele alınmalı, denetlemeler sıkı bir şekilde ilgili birimler tarafından gerçekleştirilmelidir.



6. KAYNAKLAR

- Abubakar, Y., Tijjani, H., Egbuna, C., Adetunji, C. O., Kala, S., Kryeziu, T. L., ..., ve Patrick-Iwuanyanwu, K. C. (2020). Pesticides, history, and classification. In Natural remedies for pest, disease and weed control (pp. 29-42). Academic Press.
- Acoglu, B., ve Omeroglu, P. Y. (2021). Effectiveness of different type of washing agents on reduction of pesticide residues in orange (*Citrus sinensis*). LWT, 147, 111690.
- Al-Nasir, F. M., Jiries, A. G., Al-Rabadi, G. J., Alu'datt, M. H., Tranchant, C. C., Al-Dalain, S. A., Al-Dmour, R. S. (2020). Determination of pesticide residues in selected citrus fruits and vegetables cultivated in the Jordan Valley. LWT, 123, 109005.
- Altıkat, A., Turan, T., Ekmekyapar Torun F., Bingöl, Z. (2009). Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 40(2): 87-92.
- Anonim, (2016). Bitkisel Ve Hayvansal Orijinli Gıda Maddelerinde Pestisit Kalıntılarının Resmi Kontrolü İçin Numune Alma Metotları Talimatı http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/gkgm/pestisit_numune_alma.pdf. (Erişim tarihi: 16.07.2021).
- Atılğan, A., Coşan, A., Saltuk, B., Erkan, M. (2007). Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. Ekoloji, 15 (62): 37-47.
- Atlı H.F. ve Söyler O., Dünyada ve Türkiye’de Turunçgil Üretiminin ve İhracatının Değerlendirilmesi, 2018.
- Azar, İ. (2008). Bursa'da pazardan alınan limonlarda bazı insektisit kalıntılarının saptanması üzerine araştırmalar (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Bakırcı, G. T., Acay, D. B. Y., Bakırcı, F., ve Ötleş, S. (2014). Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. Food chemistry, 160, 379-392.
- Balkan, T. ve Yılmaz, Ö. (2022). Method validation, residue and risk assessment of 260 pesticides in some leafy vegetables using liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. Food Chemistry, 384: 132516.
- Balkan, T. ve Karaağaçlı, H. (2022). Determination of 301 pesticide residues in tropical fruits imported to Turkey using LC–MS/MS and GC-MS. Food Control, 109576.

- Bibi, A., Rafique, N., Khalid, S., Samad, A., Ahad, K., ve Mehboob, F. (2022). Method optimization and validation for the routine analysis of multi-class pesticide residues in Kinnow Mandarin and fruit quality evaluation. *Food Chemistry*, 369, 130914
- BKÜ, (2023). Bitki Koruma Ürünleri Veritabanı, 2023. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanım/TavsiyeArama?csrt=2789820862056200932&undefined=undefined> (Erişim tarihi: 20.02.2023).
- Blasco, C., Font, G., ve Picó, Y. (2006). Evaluation of 10 pesticide residues in oranges and tangerines from Valencia (Spain). *Food Control*, 17(11), 841-846.
- Carson, R. (2002). *Silent Spring. Anniversary Edition*. Boston, MA: Flouhington Mifflin.
- Delen, N. (2016). *Fungisitler. Geliştirilmiş ve Güncellenmiş 2. Baskı*, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., ISBN: 978-605-320-347-6, Ankara.
- Demiral, O. 2013. İzmir İli Selçuk Ve Menderes Bölgesi Satsuma Mandarina Alanlarında Kullanılan Bazı Pestisitlerin Kalıntı Analizleri. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Muğla.
- Dinçay, O., ve Civelek, H. S. (2017). Muğla ili Ortaca Bölgesi turuncgil ekosistemlerindeki insektisit kalıntılarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(1), 31-40.
- Dinçay, O., Civelek, H. S., ve Görmez, E. (2017). İzmir’de Yetiştirilen Satsuma (mandalina) ve Antalya’da Yetiştirilen Narlarda Akdeniz Meyve Sineği [*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] Mücadelesinde Kullanılan İnsektisitlerin Kalıntı Analizi. *Ege üniversitesi ziraat fakültesi dergisi*, 54(2), 231-238.
- Drábová, L., Mráz, P., Krátký, F., Uttl, L., Vacková, P., Schusterova, D., ve Hajšlová, J. (2022). Assessment of pesticide residues in citrus fruit on the Czech market. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 39(2), 311-319.
- Dülger, H. ve Tiryaki, O. (2021). Investigation of pesticide residues in peach and nectarine sampled from Çanakkale, Turkey, and consumer dietary risk assessment. *Environmental monitoring and assessment*, 193 (9) (2021), p. 561,
- 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.

- Ersoy, N., Tatli, Ö., Özcan, S., Evcil, E., Coşkun, L. Ş. ve Erdoğan, E. (2011). Bazı tropikal ve subtropikal meyve türlerinde pestisit kalıntıları. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(2), 81-88.
- FAOSTAT, (2021). Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim tarihi 12.01.2023
- Fernandez, M., Pico, Y., ve Manes, J. (2001). Pesticide residues in oranges from Valencia (Spain). *Food Additives & Contaminants*, 18(7), 615-624.
- Fernandez-Alba, A.R. ve García-Reyes, J.F., 2008. Large-scale multi-residue methods for pesticides and their degradation products in food by advanced LC-MS. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 27(11), 973-990.
- Hjorth, K., Johansen, K., Holen, B., Andersson, A., Christensen, H. B., Siivinen, K., ve Toome, M. (2011). Pesticide residues in fruits and vegetables from South America—A Nordic project. *Food Control*, 22(11), 1701-1706.
- Iñigo-Núñez, S., Herreros, M. A., Encinas, T., ve Gonzalez-Bulnes, A. (2010). Estimated daily intake of pesticides and xenoestrogenic exposure by fruit consumption in the female population from a Mediterranean country (Spain). *Food Control*, 21(4), 471-477.
- Jardim, A. N., ve Caldas, E. D. (2012). Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food—Results from 2001 to 2010. *Food control*, 25(2), 607-616.
- Kanbolat, M. 2021. Tokat ilinde üretilen bazı yaş meyvelerdeki pestisit kalıntı düzeylerinin tespiti üzerine araştırmalar. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 70s.
- Kaya, T. ve Tuna, A. L. (2019). İzmir ilindeki üç halk pazarından alınan meyve ve sebze örneklerindeki pestisit kalıntı miktarının araştırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 32-38.
- Kılıç, O., Eryılmaz, G. A., ve Çakır, S. (2021). Zonguldak İlinde Meyve Üreticilerinin Kimyasal Gübre ve Tarım İlacı Kullanımına Yönelik Çevresel Duyarlılıkları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(1), 113-121.
- Knežević, Z., Serdar, M., ve Ahel, M. (2012). Risk assessment of the intake of pesticides in Croatian diet. *Food Control*, 23(1), 59-65.

- Lehotay, S. J., Mařtovská, K. ve Lightfield, A. R. (2005). Use of buffering and other means to improve results of problematic pesticides in a fast and easy method for residue analysis of fruits and vegetables. *Journal of AOAC Inter.* 88(2):615-629.
- Li, Y., Jiao, B., Zhao, Q., Wang, C., Gong, Y., Zhang, Y., ve Chen, W. (2012). Effect of commercial processing on pesticide residues in orange products. *European Food Research and Technology*, 234(3), 449-456.
- Li, Z., Zhang, Y., Zhao, Q., Cui, Y., He, Y., Li, J., ... ve Jiao, B. (2022). Determination, distribution and potential health risk assessment of insecticides and acaricides in citrus fruits of China. *Journal of Food Composition and Analysis*, 104645.
- Li, Z., Zhang, Y., Zhao, Q., Wang, C., Cui, Y., Li, J., ... ve Jiao, B. (2020). Occurrence, temporal variation, quality and safety assessment of pesticide residues on citrus fruits in China. *Chemosphere*, 258, 127381.
- Magnusson, B. ve Örnemark, U. (eds.) (2014). *Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*, (2nd ed. 2014). ISBN 978-91-87461-59-0. (Erişim Tarihi; 12.01.2022).
- Morton, V., ve Staub, T. (2008). A short history of fungicides. *APSnet Features*, 308.
- Omeroglu, P. Y., Acoglu Celik, B., ve Koc Alibasoglu, E. (2022). The Effect of Household Food Processing on Pesticide Residues in Oranges (*Citrus sinensis*). *Foods*, 11(23), 3918.
- Ortelli, D., Edder, P., ve Corvi, C. (2005). Pesticide residues survey in citrus fruits. *Food additives and contaminants*, 22(5), 423-428
- Otacı, C. ve Güvener, A., (1959). Hexachlorbenzenle ilaçlanmış tohumluk buğdaylarda hexachlorbenzen tayini. *Bit. Kor. Bül.*, 1 (2): 26-29.
- Özay, G. (1993). Gıdalarda Tarımsal İlaç Kalıntıları ve İnsan Sağlığı Açısından Taşıdığı Riskler. *Gıda San*, 2: 19-28.
- Özkan, B., Akçaöz, H. V., Karaman, S., ve Taşcıoğlu, Y. (2002). Antalya İlinde Serada Sebze Üretiminde Pestisit Kullanımının Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi. *Bahçe*, 31(1).
- PPDB, (2021). Pesticide Properties DataBase <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/search.htm>. (Erişim Tarihi; 15.06.2021).
- SANTE, (2021). SANTE/11312/2021, Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed, 1-55. (Web page:

- https://food.ec.europa.eu/system/files/2022-02/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2021-11312.pdf) (Erişim Tarihi; 10.09.2022).
- şensoy, R.İ.G., Ersayar, L., Doğan, A., (2017). Van ilinde satılmakta olan yaş ve kuru üzmler ile salamura asma yapraklarında pestisit kalıntı miktarlarının belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(3), 436-446.
- Surez-Jacobo, A., Alcantar-Rosales, V. M., Alonso-Segura, D., Heras-Ramrez, M., Elizarragaz-De La Rosa, D., Lugo-Melchor, O., ve Gaspar-Ramirez, O. (2017). Pesticide residues in orange fruit from citrus orchards in Nuevo Leon State, Mexico. Food Additives & Contaminants: Part B, 10(3), 192-199.
- Taga, O., ve Bilgin, B. (2010). Determination of 107 pesticide residues in citrus fruits by gas chromatography/mass spectrometry. Asian Journal of Chemistry, 22(3), 2367.
- Tat, A., ve Sarıca, D. (2021). Turunęgiller İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli rneği. ukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 36(1), 101-110.
- TEPGE, (2021). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Turunęgiller rn Raporu, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi 12.01.2023)
- Tiryaki, O. 2016, Türkiye’de yapılan pestisit kalıntı analiz ve alışmaları, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32(1):72-82s.
- Torres, C. M., Pic, Y., Marín, R., ve Maes, J. (1997). Evaluation of organophosphorus pesticide residues in citrus fruits from the Valencian community (Spain). Journal of AOAC International, 80(5), 1122-1128.
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., ve Phung, D. T. (2021). Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. International journal of environmental research and public health, 18(3), 1112.
- Zacharia, J. T. (2011). Identity, physical and chemical properties of pesticides. Pesticides in the modern world-trends in pesticides analysis, 1-18.
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, (Erişim tarihi 12.01.2023)

7. EKLER

Ek 1. Numunelerde aranan aktif maddelerin listesi (Kanbolat, 2021; PPDB, 2021)

No	Aktif Madde	Sınıf	Grubu
1	2,4-D	Phenoxy	Herbisit
2	Abamectin	Neonicotinoid	İnsektisit
3	Acephate	Organophosphorous	İnsektisit
4	Acequinocyl	Unclassfield	Akarisit
5	Acetamiprid	Neonicotinoid	İnsektisit
6	Acetochlor	Chloroacetamide	Herbicide
7	Acrinathrin	Pyrethroid	İnsektisit
8	Alachlor	Chloroacetamide	Herbicide
9	Aldicarb	Oxime carbamate	İnsektisit
10	Aldicarb-sulfone	Oxime carbamate	İnsektisit, Nematisit
11	Aldicarb-sulfoxide	Oxime carbamate	İnsektisit
12	Ametoctradin	Triazolopyrimide	Fungisit
13	Amitraz	Amidine	İnsektisit
14	Atrazine	Triazine	Herbisit
15	Azinphos-ethyl	Strobilurin	Fungisit, Akarisit
16	Azinphos-methyl	Organophosphorous	İnsektisit
17	Azoxystrobin	Strobilurin	Fungisit
18	Benalaxyl	Acylalanine	Fungisit
19	Benfuracarb	Carbamate	İnsektisit, Nematisit
20	Bensulfuron-methyl	Sulfonylurea	Herbisit
21	Bentazone	Diazinone	Herbisit
22	Bifenazate	Pyhtophagous	İnsektisit
23	Bitertanol	Conazole	Fungisit
24	Boscalid	Pyridinecarboxamide	Fungisit
25	Bromoxynil	HBN	Herbisit
26	Bromuconazole	Triazole	Fungisit
27	Bupirimate	Pyridinecarboxamide	Fungisit
28	Buprofezin	Unclassfield	İnsektisit
29	Butralin	Dinitroaniline	Herbisit
30	Butylate	Thiocarbamate	Herbisit
31	Cadusafos	Organophosphorous	İnsektisit
32	Carbaryl	Carbamate	İnsektisit
33	Carbendazim	Benzimidazole	Fungisit
34	Carbofuran	Carbamate	İnsektisit
35	Carbofuran-3	Carbamate, N-methyl	İnsektisit
36	Carbosulfan	Carbamate	İnsektisit
37	Carboxin	Oxathiin	Fungisit
38	Carfentrazone-ethyl	Triazolone	Herbisit
39	Chlorantraniliprole	Anthranilic diamide	İnsektisit
40	Chlorbufam	Carbanilate	Herbisit
41	Chlorfenvinphos	Organophosphorous	İnsektisit
42	Chlorfluazuron	Benzoylurea	İnsektisit
43	Chloridazon	Pyridazinone	Herbisit
44	Chlorpyrifos	Organophosphate	İnsektisit
45	Chlorsulfuron	Sulfonylurea	Herbisit
46	Clethodim	Cyclohexonadione	Herbisit
47	Clodinofof-propargyl	Aryloxy phenoxy propionic acid/ester	Herbisit
48	Clofentezine	Tetrazine	Akarisit
49	Clothianidine	Neonicotinoid	İnsektisit
50	Cyantraniliprole	Diamide	İnsektisit
51	Cyazofamid	Cyanoimidazole	Fungisit
52	Cycloate	Thiocarbamate	Herbisit
53	Cycloxydim	Cyclohexonadione	Herbisit
54	Cyflufenamid	Amidoxine	Fungisit
55	Cyhalothrin	Pyrethroid	İnsektisit
56	Cymoxanil	Unclassfield	Fungisit
57	Cypermethrin	Pyrethroid	İnsektisit
58	Cyproconazole	Triazole	Fungisit
59	Cyprodinil	Anilinopyrimidine	Fungisit
60	Dazomet	Dithiocarbamate	İnsektisit
61	Deltamethrin	Pyrethroid	İnsektisit
62	Demeton-s-methyl	Organophosphorous	İnsektisit
63	Demeton-S-methyl-sulfone	Organophosphate	İnsektisit

64	Desmedipham	Carbamate	Herbisit
65	Diafenthuran	Unclassfield	İnsektisit
66	Diazinon	Organophosphorous	İnsektisit
67	Dichlofluanid	Sulphamide	Fungisit
68	Dichlorfos	Organophosphorous	İnsektisit
69	Diclofop -methyl	Aryloxy phenoxy propionic acid/ester	Herbisit
70	Dicrotophos	Organophosphorous	İnsektisit
71	Diethofencarb	Carbamate, N-phenyl	Fungisit
72	Difenoconazole	Triazole	Fungisit
73	Diflubenzuron	Benzoylurea	İnsektisit
74	Dimethenamid	Chloroacetamide	Herbisit
75	Dimethoate	Organophosphorous	İnsektisit
76	Dimethomorph	Cinnamic acid	Fungisit
77	Diniconazole	Triazole	Fungisit
78	Dinocap	Dinitrophenol	İnsektisit
79	Dioxacarb	Carbamate	İnsektisit
80	Diphenamid	Alkanimide	Herbisit
81	Diphenylamine	Synthetic	Fungisit
82	Diuron	Urea	Herbisit
83	DMF	Unclassfield	Metabolit
84	Dodine	Guanidine	Fungisit
85	Emamectin	Benzocid acid	İnsektisit
86	Emamectin benzoat	Benzocid acid	İnsektisit
87	EPN	Organophosphate	İnsektisit
88	Epoxiconazole	Triazole	Fungisit
89	EPTC	Thiocarbamate	Herbisit
90	Ethiofencarb	Carbamate, N-methyl	İnsektisit
91	Ethion	Organophosphorous	İnsektisit
92	Ethirimol	Pyrimidinol	Fungisit
93	Etofenprox	Pyrethroid, non-ester	İnsektisit
94	Etoxazole	Unclassfield	Akarisit
95	Famxadone	Strobilurin	Fungisit
96	Fenamidone	Imidazole	Fungisit
97	Fenamiphos	Organophosphorous	İnsektisit
98	Fenamiphos-sulfone	Unclassfield	Metabolit
99	Fenamiphos-sulfoxide	Unclassfield	Metabolit
100	Fenarimol	Pyrimidine	Fungisit
101	Fenazaquin	Unclassfield	Akarisit
102	Fenbuconazole	Triazole	Fungisit
103	Fenbutatin oxide	Organometal	İnsektisit
104	Fenhexamide	Hydroxyanilide	Fungisit
105	Fenoxycarb	Carbamate	İnsektisit
106	Fenoxypop -ethyl	Aryloxy phenoxy propionic acid/ester	Herbisit
107	Fenpropathrin	Pyrethroid	İnsektisit
108	Fenproximate	Pyrazolium	İnsektisit
109	Fenthion	Organophosphorous	İnsektisit
110	Fenthion-sulfone	Organophosphate	İnsektisit
111	Fenthion-sulfoxide	Organophosphate	İnsektisit
112	Fipronil	Phenylpyrazole	İnsektisit
113	Fipronil-sulfone	Phenylpyrazole	İnsektisit
114	Fluazifop-p-butyl	Aryloxy phenoxy propionic acid/ester	Herbisit
115	Fluazinam	Phenylpyridinamine	Fungisit
116	Flubendiamide	Benzene-dicarboxamide	İnsektisit
117	Fludioxinil	Phenylpyrrole	Fungisit
118	Flufenoxuron	Benzoylurea	İnsektisit
119	Fluopicolide	Benzamide	Fungisit
120	Fluopyram	Benzamide	Fungisit
121	Fluquinconazole	Triazole	Fungisit
122	Fluroxypyr	Pyridine	Herbisit
123	Flusilazole	Triazole	Fungisit
124	Flutriafol	Triazole	Fungisit
125	Forchlorfenuron	Phenylurea	Bitki gelişim düzenleyici
126	Formetanete hydrochloride	Carbamate	Akarisit, İnsektisit
127	Fosthiazate	Organophosphate	İnsektisit
128	Furathiocarb	Carbamate	İnsektisit
129	Haloxypop-R-methyl	Aryloxy phenoxy propionic acid/ester	Herbisit
130	Heptenophos	Organophosphorous	İnsektisit
131	Hexaconazole	Triazole	Fungisit
132	Hexaflumuron	Benzoylurea	İnsektisit

133	Hexythiazox	Unclassified	Insektisit
134	Imazalil sulfate	Imidazole	Fungisit
135	Imazapyr	Imidazolinone	Herbisit
136	Imidacloprid	Neonicotinoid	Insektisit
137	Indoxacarb	Oxadiazine	Insektisit
138	Iodosulfuron-methyl-sodium	Sulfonylurea	Herbisit
139	Ioxynil	Hydroxybenzonitrile	Herbisit
140	Isocarbofos	Organophosphate	Insektisit
141	Kresoxim Methyl	Strobilurin	Fungisit
142	Lenacil	Uracil	Herbisit
143	Linuron	Urea	Herbisit
144	Lufenuron	Benzoylurea	Insektisit
145	Malaoxon	Organophosphorous	
146	Malathion	Organophosphorous	Insektisit
147	Mandipropamid	Mandelamide	Fungisit
148	MCPA	Aryloxy alkanoic acid	Herbisit
149	Mecarbam	Organophosphorous	Insektisit
150	Mepanipyrim	Anilinopyrimidine	Fungisit
151	Mepanipyrim-hydroxypropyl	Anilinopyrimidine	Fungisit
152	Metaflumizone	Semicarbazone	Insektisit
153	Metalaxyl M	Acylalanine	Fungisit
154	Metamitron	Triazinone	Herbisit
155	Methacrifos-poz	Organophosphorous	Insektisit
156	Methamidophos	Organophosphorous	Insektisit
157	Methidathion	Organophosphorous	Insektisit
158	Methiocarb	Carbamate, N-methyl	Insektisit
159	Methiocarb-sulfone	Carbamate, N-methyl	Insektisit
160	Methiocarb-sulfoxide	Carbamate, N-methyl	Insektisit
161	Methomyl	Oxime carbamate	Insektisit
162	Methoxyfenozide	Diacylhydrazine	Insektisit
163	Metolachlor-S	Chloroacetamide	Herbisit
164	Metosulam	Triazolopyrimidine	Herbisit
165	Metrafenone	Benzophenone	Fungisit
166	Metribuzin	Triazinone	Herbisit
167	Mevinphos	Organophosphorous	Insektisit
168	Molinate	Thiocarbamate	Herbisit
169	Monocrotophos	Organophosphorous	Insektisit
170	Monolinuron	Urea	Herbisit
171	Myclobutanil	Triazole	Fungisit
172	Nicosulfuron	Sulfonylurea	Herbisit
173	Novaluron	Benzoylurea	Insektisit
174	Nuarimol	Pyrimidine	Fungisit
175	Omethoate	Organophosphorous	Insektisit
176	Oxadixyl	Phenylamide	Fungisit
177	Oxamyl	Oxime carbamate	Insektisit
178	Oxycarboxin	Oxathiin	Fungisit
179	Oxydemeton-methyl	Organophosphorous	Insektisit
180	Paclobutrazol	Triazole	Fungisit
181	Paraaxon-ethyl	Organophosphorous	Insektisit
182	Paraaxon-methyl	Organophosphorous	Insektisit
183	Parathion-ethyl	Organophosphate	Insektisit
184	Penconazole	Triazole	Fungisit
185	Pencycuron	Phenylurea	Fungisit
186	Pendimethalin	Dinitroaniline	Herbisit
187	Permethrin	Pyrethroid	Insektisit
188	Phenmedipham	Bis-carbamate	Herbisit
189	Phenthoate	Organophosphorous	Insektisit
190	Phorate	Organophosphorous	Insektisit
191	Phorate-sulfone	Organophosphorous	Metabolit
192	Phorate-sulfoxide	Organophosphorous	Metabolit
193	Phosalone	Organophosphorous	Insektisit
194	Phosmet	Organophosphorous	Insektisit
195	Phosphamidon	Organophosphorous	Insektisit
196	Pirimicarb-Desmethyl	Carbamate	Insektisit
197	Primicarb	Carbamate	Insektisit
198	Primiphos -ethyl	Organophosphorous	Insektisit
199	Primiphos -methyl	Organophosphorous	Insektisit
200	Prochloraz	Imidazole	Fungisit
201	Profenefos	Organophosphorous	Insektisit

202	Profoxydim-lithium	Cyclohexadione	Herbisit
203	Promecarb	Carbamate	İnsektisit
204	Prometryn	Triazine	Herbisit
205	Propaquizafob	Aryloxyphenoxypropionic	Herbisit
206	Propargite	Sulphite ester	İnsektisit
207	Propazine	Triazine	Herbisit
208	Propiconazole	Triazole	Fungisit
209	Propoxur	Carbamate	İnsektisit
210	Propyzamide	Benzamide	Herbisit
211	Prothiophos	Organophosphorous	İnsektisit
212	Pymetrozine	Pyridine I	İnsektisit
213	Pyraclostrobin	Strobilurin	Fungisit
214	Pyrazophos	Phosphorothiolate	Fungisit
215	Pyridaben	Pyridazinone	İnsektisit
216	Pyridaphenthion	Organophosphorous	İnsektisit
217	Pyridate	Phenylpyridazine	Herbisit
218	Pyrimethanil	Anilinopyrimidine	Fungisit
219	Pyriproxyfen	Juvenile hormon mimic	İnsektisit
220	Quinalphos	Organophosphorous	İnsektisit
221	Quizalofop-ethyl	Unclassfield	Herbisit
222	Rimsulfuron	Pyrimidinylsulfonylurea	Herbisit
223	Sethoxydim	Cyclohexanedione oxime	Herbisit
224	Simazine	Triazine	Herbisit
225	Spinosyn A	Micro-organism derived	İnsektisit
226	Spinosyn D	Micro-organism derived	İnsektisit
227	Spirodiclofen	Tetronic acid	İnsektisit
228	Spiromesifen	Tetronic acid	İnsektisit
229	Spiroxamine	Morpholine	Fungisit
230	Sulfoxaflor	Sulfoximine	İnsektisit
231	Tebuconazole	Triazole	Fungisit
232	Tebufenozide	Diacylhydrazine	İnsektisit
233	Tebufenpyrad	Pyrazole	Akarisit
234	Teflubenzuron	Benzoylurea	İnsektisit
235	Tepraloxym	Cyclohexanedione	Herbisit
236	Terbutryn	Triazine	Herbisit
237	Terbutylazine	Triazine	Herbisit
238	Tetraconazole	Triazole	Fungisit
239	Tetramethrin	Pyrethroid	İnsektisit
240	Thiabendazole	Benzimidazole	Fungisit
241	Thiacloprid	Neonicotinoid	İnsektisit
242	Thiamethoxam	Neonicotinoid	İnsektisit
243	Thifensulfuron-methyl	Triazinylsulfonylurea	Herbisit
244	Thiobencarb	Thiocarbamate	Herbisit
245	Thiodicarb	Oxime carbamate	İnsektisit
246	Thiophanate-methyl	Benzimidazole	Fungisit
247	Tolclofos-methyl	Cholophenly	Fungisit
248	Tolfenpyrad	Pyrazolium	İnsektisit, Fungisit
249	Tolyfluaniid	Sulphamide	Fungisit
250	Tralkoxydim	Cyclohexanedione	Herbisit
251	Triadimefon	Triazole	Fungisit
252	Triadimenol	Triazole	Fungisit
253	Triasulfuron	Triazinylsulfonylurea	Herbisit
254	Triazophos	Organophosphorous	İnsektisit
255	Tribenuron methyl	Unclassfield	Metabolit
256	Trichlorfon	Organophosphorous	İnsektisit
257	Trifloxystrobin	Strobilurin	Fungisit
258	Triflumizole	Imidazole	Fungisit
259	Triflumuron	Benzoylurea	İnsektisit
260	Triticonazole	Triazole	Fungisit

Ek 2. Yazarın Özgeçmişı

