T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PESTİSİT KALINTILARININ GİDERİLMESİNDE ULTRASES DESTEKLİ FARKLI YIKAMA YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ

Arzu Merve SUYABATMAZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 8
3. MATERYAL ve YÖNTEM 42
3.1.Materyal 42
3.1.1. Standart maddeler ve kimyasallar 42
3.1.2.Cihaz ve gereçler 42
3.2.Yöntem 43
3.2.1. Elma numunelerinin hazırlanması 43
3.2.2. Pestisit karışımının hazırlanması 45
3.2.3. Ekstraksiyon işlemi 45
3.2.4. Kromatografik koşullar 46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 48
4.1. Pestisitlerin Giderilmesinde Karbonat Çözeltisinin Etkisi 48
4.2. Pestisitlerin Giderilmesinde Sirke Çözeltisinin Etkisi 50
4.3. Pestisitlerin Giderilmesinde Limon Çözeltisinin Etkisi 53
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 56
5.1. Sonuçlar 56
5.2. Öneriler 57
KAYNAKLAR 59
ÖZGEÇMİŞ 68

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PESTİSİT KALINTILARININ GİDERİLMESİNDE ULTRASES DESTEKLİ FARKLI YIKAMA YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ

Arzu Merve SUYABATMAZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR
Yıl: 2022, Sayfa: 68

Pestisitler; tarımsal ürünlere zarar veren böcek, ot, maya ve küf gibi zararlılara karşı kullanılan ve bu şekilde verim ve kaliteyi arttırmaya yardımcı olan önemli bir kimyasal mücadele yöntemidir. Ancak yoğun ve bilinçsiz bir şekilde kullanıldıkları zaman insan sağlığı ve çevre için önemli sorunlara neden olabilmektedirler. Tarımsal üretimde kullanılan pestisitler ürünlerde kalıntı bırakmaktadır. Bu tür ürünleri tüketen insanlarda ciddi bir takım sağlık sorunları görülebilmektedir. Bu kalıntıların giderilmesinde sadece su ile yıkama yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle tarımsal ürünlerdeki pestisit kalıntılarının hem insan sağlığını hem de gıda kalitesini etkilemeyecek bir şekilde giderilmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, elma yetiştiriciliğinde insektisit olarak kullanılan cypermethrin ve spirotetramat pestisitlerine ait kalıntıların giderilmesi için ev ortamında kolaylıkla bulunabilen bazı maddelerin kullanılmasıyla hazırlanan çözeltilerin pestisit kalıntı giderimindeki etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, elma örnekleri cypermethrin ve spirotetramat içeren çözeltide 5 dk bekletildikten sonra oda koşullarında kurutulmuştur. İlaçlı numunelerden rastgele örnekler alınarak kalıntı miktarları belirlenmiştir. Diğer numuneler ise kalıntı giderimindeki etkileri incelenmek istenen farklı çözeltiler ile yıkanmıştır. Yıkama işleminde kullanılan çözeltiler %0.5, %1 ve %2'lik olarak ev ortamında kolaylıkla bulunabilen karbonat, sirke ve limon suyundan hazırlanmıştır. Elmalardaki kalıntılar QuEChERS yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve ardından LC-MS/MS ile kalıntı miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, evlerimizde bulunan bazı kimyasal ve organik maddelerden kolayca hazırlanabilecek bazı yıkama çözeltilerinin, pestisit kalıntılarının gideriminde kullanılabileceğini göstermiştir. Bu bakımdan pestisit kalıntılarının gideriminde özellikle %0,5'lik sirke ve limon suyu çözeltisinin ultrases desteği ile kullanılması tavsiye edilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Pestisit, Sirke, Limon suyu, Karbonat, LC-MS/MS

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF ULTRASES-SUPPORTED DIFFERENT WASHING METHODS ON THE REMOVAL OF PESTICIDE RESIDUES

Arzu Merve SUYABATMAZ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Yasin YAKAR
Year: 2022, Page: 68

Pesticides; It is an important chemical control method that is used against pests such as insects, weeds, yeast, and molds that damage agricultural products and thus helps to increase yield and quality. However, when used intensively and unconsciously, they can cause important problems for human health and the environment. Pesticides used in agricultural production can leave residues on products. A number of serious health problems can be seen in people who consume such products. Washing with water alone may not be sufficient to remove these residues. For this reason, it is very important to remove residues in agricultural products in a way that will not affect both human health and food quality. This study, it was aimed to determine the pesticide residue removal efficiency of solutions prepared by using some easily available substances in the home environment to remove the residues of cypermethrin and spirotetramate pesticides used as insecticides in apple growing. In the study, apple samples were dried at room conditions after being kept in a solution containing cypermethrin and spirotetramate for 5 minutes. Residue amounts were determined by taking random samples from the medicated samples. Other samples were washed with different solutions whose effects on residue removal were desired to be examined. The solutions used in the washing process are prepared from 0.5%, 1%, and 2% carbonate, vinegar, and lemon juice, which can be easily found in the home environment. Residues in apples were extracted by the QuEChERS method and then residue amounts were determined by LC-MS/MS. The results showed that some washing solutions that can be easily prepared from some chemical and organic substances in our homes can be used to remove pesticide residues. In this regard, it is recommended to use 0.5% vinegar and lemon juice solution with ultrasound support for the removal of pesticide residues.

KEY WORDS: Pesticide, Vinegar, Lemon Juice, Baking Soda, LC-MS/MS

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimi ve tez sürecinde mesleki bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, yardımlarını esirgemeyen ve danışmanlığında çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Yasin YAKAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin laboratuvar çalışmaları aşamasında bana imkân sağlayan Harran Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi yetkililerine teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Elmalara uygulanan işlemlerin şematik gösterimi 44
Şekil 3.2. Quechers metodu ile ekstraksiyon..... 46
Şekil 3.3. Spirotetramat ve Cypermethrine ait pikler 47
Şekil 3.4. Cypermethrin ve Spirotetramata ait kalibrasyon grafikleri 47
Şekil 4.1. Karbonat çözeltisinin pestisit giderimindeki etkisi (µg/kg) 48
Şekil 4.2. Karbonat çözeltisinin pestisitleri giderme oranları (%)..... 49
Şekil 4.3. Sirke çözeltisinin pestisit giderimindeki etkisi (µg/kg)..... 51
Şekil 4.4. Sirke çözeltisinin pestisitleri giderme oranları (%) 51
Şekil 4.5. Limon çözeltisinin pestisit giderimindeki etkisi (µg/kg) 53
Şekil 4.6 Limon çözeltisinin pestisitleri giderme oranları (%)..... 54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Pestisitlerin konsantrasyon ve uygulama dozları 45

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

DDT	Dikloro Difenil Trikloroetan
DDVP	Dimethyl 2,2-dichlorovinyl phosphate
EBDC	Etilenbisditiyokarbamatlar
ECD	Elektron yakalama algılaması
ETU	Etilentiyoüre
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FPD	Alev fotometrik Dedektör
GC-ECD	Gaz Kromatografisi Elektron Yakalayıcı Dedektör
GC-MS	Gaz Kromatografi- Kütle Spektrometrisi
GC-MS/MS	Gaz Kromatografisi Kütle/Kütle Spektrometresi
GC-MSD	Spektrometrisi dedektörlü
HPA	Peroksiasetik asit
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
LC-MS/MS	Likit Kromatografi-Tandem Kütle Spektrometrisi
mg/kg	Miligram / kilogram
mg/L	Miligram / litre
MRL	Maksimum kalıntı limiti
OP	Organofosfor
UPLC-MS/MS	Yüksek Basınçlı Likit Kromatografisi-Tandem kütle spektrometrisi
UV	Ultraviyole

1. GİRİŞ

İnsanoğlu için barınma, giyinme ve beslenme geçmişten bugüne temel ihtiyaçlar olarak bilinmektedir. En önemli ihtiyaç şüphesiz beslenmedir. Sağlıklı yaşamın temeli olan beslenme, sadece besin ihtiyaçlarının karşılanması değildir. Ayrıca güvenilir ve sağlıklı gıdaya erişerek büyüme, gelişme ve sağlıklı kalabilmek için çeşitli gıdaların beslenme rutininde tüketilmesi gereklidir (Çelik ve ark. 2021). Her geçen gün artan insan nüfusuyla beraber ve giderek azalan tarımsal üretim kaynakları göz önüne bulunduğunda en temel sorunlarımızdan biri beslenmedir. Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte açlık sorunu da kendini göstermiş ve tarımın ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermiştir (Özkan ve ark. 2020). Gelecek yıllarda dünya nüfusunun daha da artmasıyla, gıda üretimindeki artış, tüm ülkelerin en önemli hedefi haline gelmiştir. Bu artışı karşılamak için gıda üretiminin de mutlaka artması gerekecektir. Her bir bireyin sağlığı ve refahını sağlayacak uygun bir yaşam seviyesinde yiyeceğe ulaşması temel hakkıdır. Her insanın yeterli gıdaya ulaşması temel bir hak olduğu için her devletin vatandaşlarına ihtiyaç duyduğu gıdayı sağlaması zorunludur (Kaymak, 2015). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), artan nüfusun talebine ayak uydurabilmek için dünya gıda üretiminin %70 oranında artması gerektiğine dair ciddi bir tahmin yayınlamıştır.

Nüfus artışıyla beraber yeni yerleşim yerlerinin inşa edilmesi ve sanayi bölgelerinin artması nedeniyle tarım arazisi olarak kullanılan alanlar giderek azalmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir üretim ve mevcut tarım arazilerinin verimliliğinin arttırılması gerekmektedir. Tarım ürünleri üretmek için artan ekonomik baskılarla birleştiğinde, tarım için kullanılabilecek sınırlı ek arazi olduğu göz önüne alındığında, gıda talebindeki artışı karşılamak için tarımsal verimi artırma stratejilerinin kullanılması gerekecektir. Yakın gelecek için pestisitler hem hasat öncesi hem de hasat sonrası zararlıların kaybını önleyerek mahsul verimini artırmaya yönelik kapsamlı bir stratejinin önemli bir bileşeni olabilir (Bonner ve ark. 2017; Gill ve ark. 2014; Kâtip, 2019).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü pestisitin tanımını şu şekilde yapmaktadır; "insan veya hayvanlarda oluşabilecek hastalıkları taşıyıcı; gıdaların, tarımsal ürünlerin, ahşap ve ahşap ürünlerinin veya hayvan yemlerinin üretimi, işlenmesi, taşınması, depolanması ve/veya pazarlanması sırasında bu uygulamaları olumsuz etkileyecek her türlü zararlının önlenmesi, yok edilmesi veya kontrol altına alınması amacıyla veya hayvanlar üzerinde veya vücutlarında bulunabilecek zararlıların kontrol altına alınması amacıyla kullanılan maddelerdir." Ayrıca bu tanım; meyve seyreltici, yaprak dökücü, kurutucu, bitki büyümesini düzenleyici, depolanma ve taşıma sırasında ürünlerin bozulmasını önleyici ayrıca ham meyvelerin dökülmesini engellemek amacıyla tarımda hasat öncesi ve sonrası uygulanan maddeleri de içine almaktadır (FAO, 2002; Altıkat ve ark. 2013).

Pestisit kullanımı, 1940'lı yıllardan bu yana üretimi arttıran ve tarımsal mücadelede en fazla kullanılan yöntemdir (Tiryaki ve ark. 2010). Pestisitler etkiledikleri zararlı grubuna göre farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalarda böcek zararlılarına karşı böcek öldürücüler, yabani otlara karşı herbisitler, mantar patojenlerine karşı mantar öldürücüler, örümceklere ve akarlara karşı akarisitler, sümüklü böceklere karşı yumuşakça öldürücüler parazit kurtlara karşı nemasitler vb. gruplar vardır (Akdoğan ve ark. 2012; Zaller, 2020).

Dünyada modern tarımın vazgeçilmez bir parçası haline gelen pestisitleri kullanmaksızın dünyanın şimdiki nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilmesi mümkün değildir. Nüfus artışıyla beraber ekilebilir tarım alanlarının azalmasıyla pestisit kullanımı neredeyse zorunlu hale gelmiştir (Kaymak, 2015). Günümüzde tarımsal üretimin kalite ve verimini arttırmak için, çeşitli kimyasal savaş yöntemlerini kullanmak kaçınılmaz hale gelmiştir. Kimyasal savaşın etkinliği yüksektir ve hızlı sonuç verir. Pestisitler en çok kullanılan kimyasal savaş yöntemlerindendir. (Delen ve ark. 2005; Tatlı, 2006). Zirai mücadele uygulamaları bitkisel üretimde, tarım ürününün kalitesini etkileyen en önemli unsurdur. Zararlılarla mücadele edilmezse tarım ürünleri büyük oranlarda zarar görmektedir. Yapılan zararlı mücadeleleri ile bu ürün kayıpları yüksek oranlarda verime dönüşmektedir (TOB, 2019; Çakır ve ark. 2018).

Tarım, yapı itibariyle hem çevreden etkilenmekte hem de çevreyi etkilemektedir. Aslında tarımın çevreye genel olarak olumlu bir etkisi olduğu bilinmektedir. Ancak dünyada gelişen olayların tarımda da görülmeye başlamasıyla birlikte zamanla tarımın çevre, insan ve hayvan sağlığı üzerine önemli etkileri olduğu anlaşılmıştır. Tarımda yaşanan gelişmelerden sonra zararlılarla mücadelede kullanılan tarım ilaçlarının ortaya çıkmasıyla sorunlarda ortaya çıkmaya başlamıştır. Hastalık ve zararlılara karşı farklı mücadele yöntemleri kullanılsa da tarımsal ilaçlar ile yapılan mücadelenin etkisi daha da büyüktür. Ayrıca tarım ilacı kullanılmadığında büyük oranlarda ürün kaybı olduğu görülmektedir. Bu yüzden, ürün kaybına neden olan zararlıları kontrol altında tutmak amacıyla tüm dünyada tarım ilacı kullanımı vazgeçilebilir görünmemektedir (Gill ve ark. 2014).

Başta böcekler, zararlılar ve hastalıklar olmak üzere çeşitli faktörler üretimi sınırlar. Dünya genelinde tarımsal ürünlerin %40'ı toplu olarak bitki hastalıkları, yabancı otlar ve zararlılar nedeniyle kaybedilmektedir. Pestisit olmasaydı, mahsul kayıpları çok daha fazla olurdu. Ayrıca, bu mahsul tasarrufu sağlayan maddeler, mahsulleri sadece haşerelerin verdiği zararlardan korumakla kalmaz, aynı zamanda mahsul verimini de önemli ölçüde arttırır. Çiftçiler pestisitleri verimliliği artırmak, ticari riskleri yönetebilmek, kalite ve fiyat bakımından pazarda rekabet edebilmek gibi farklı amaçlarla uygulamaktadırlar. Tarımsal ilaçlar, diğer mücadele yöntemlerine kıyasla daha ucuzdur. Pestisit kullanımına bağlı olarak bitkisel üretimde önemli bir artış olduğu ve pestisit kullanılmadan ekonomik kayıpların çok daha fazla olacağı belirtilmiştir. Mahsuller haşerelerin feci etkileriyle korunmazsa mahsul üretimi düşecektir. Gıda üretimindeki düşüş, gıda kıtlığı yaratacak ve sonuçta gıda ürünlerinin fiyatlarında artışa neden olacaktır. Bu nedenle tarım ilaçları dolaylı olarak gıda fiyatlarının kontrol altında tutulmasında rol oynamaktadır. Pestisitler ayrıca kemirgen ve böcek vektörlerinin kontrolü yoluyla hastalık salgınlarını önler ve böylece insan sağlığının iyileştirilmesine katkıda bulunurlar. Tüm dünyada yaklaşık yedi milyon insanın ölümü, hastalık vektörlerinin insektisit aracılı öldürülmesiyle önlenmiştir. En önemli örnek, günde ortalama 5000 ölümden sorumlu olan sıtma kontrolüdür. Ensefalit, sarı humma, veba, tifo, tifüs gibi birçok kene, kemirgen ve böcek kaynaklı hastalık, pestisitlerin etkin kullanımı ile kontrol altına alınmıştır. Çiftlik ve tarım

arazilerinin korunması, her türlü yaşam biçiminin korunması anlamına gelir. Pestisitler, ormanları ve diğer vahşi yaşam habitatlarını istilacı bitki türlerinden ve yerli olmayan böceklerden ve diğer zararlılardan korur. Geliştirilmiş tarımsal verim, çiftçilerin tarım alanlarını genişletmeden daha fazla gıda üretmelerine yardımcı olur ve bu da sonuç olarak biyolojik çeşitliliği korur. Böcek öldürücüler ayrıca böcek popülasyonunu kontrol altında tutarak ev koşullarını iyileştirir. Ayrıca, pestisitler yabani otları kontrol ederek eğlence alanlarının düzenini korur ve ayrıca termit istilasıyla ilişkili yapısal hasarı önler (Mahmood ve ark. 2015; Eyhorn ve ark. 2015; Chung ve ark. 2017). Özel bahçelerde, demiryollarında, uçaklarda, çevre düzenlemelerinde, spor sahalarında, golf sahalarında ve hatta doğa koruma alanlarında da pestisit uygulanmaktadır. Üreticiler ve düzenleyiciler, pestisitlerin en iyi test edilen maddeler arasında olduğuna ve tavsiyelerine göre uygulandıkları sürece her şeyin yolunda olduğuna dair güvence vermektedirler (Zaller, 2020).

Pestisitler, tarımsal verimi artırarak, dolaylı olarak topluma sayısız fayda sağlayarak tüm dünyada büyük bir nimet olduğunu kanıtlamıştır. Bununla beraber; tarım ilacı kullanımının sebep olduğu çevresel sorunlar göz önüne alındığında ortada dikkat edilmesi gereken bir durum oluşmaktadır. Tarım ilaçları doğru bir şekilde kullanılmadıkları zaman birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yapılan yanlış uygulamalar sonucunda kalıntı sorunu oluşmakta ve bu dünyada önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir (Arslan ve ark. 2018). Pestisitler uygulandıkları alanlardan yağmur, sel gibi etkenlerle başka alanlara giderek çevresel problemlere yol açmaktadırlar. Pestisitlerin bir kısmı buharlaşmak suretiyle atmosferde toksik madde birikimine neden olmaktadır. Önemli bir kısmı ise toprağın kirlenmesine neden olmakta, bir kısmı ise yağan yağmur suları ile topraktan taşınarak nehir, göl ve deniz sularını kirletmektedir. Tarım ilaçlarının kullanılmasıyla hava, su ve toprak zamanla kirletilmektedir. Bu nedenle pestisitler, tüm canlıların hayatını tehdit etmektedir (Erdoğan ve ark. 2011). Gelişmekte olan birçok ülkede, pestisit kullanımı uygun şekilde düzenlenmiyor ve bu da gıda ve gıda ürünlerinde tüketiciler için sağlık tehlikeleri oluşturan kalıntılara yol açıyor. Hasat sonrası gıda maddelerinde değişen oranlarda bırakılan pestisit kalıntıları tüketicinin kontrolü dışındadır ve insan sağlığına zararlı etkiler oluşturmaktadır. Pestisit uygulanan gıda ürünleri her zaman bu

kimyasalları tahmin edilemeyen miktarda içerir. Çiftçilerin çoğu, pestisitlerin potansiyel tehlikelerinden habersizdir (Bajwa ve ark. 2011; Mahmood ve ark. 2015). Muamele edilen meyve ve sebzeler bekleme süreleri dikkate alınmadan hasat edilir. Mahsullerde hasatta tolerans sınırlarının üzerindeki pestisit kalıntıları büyük bir endişe nedenidir. Çoğu çiftçi, pestisitlerle birlikte gelen talimatları takip etmez. Bazen, kalıntı seviyesini artıran aşırı yüksek uygulama oranları kullanırlar. Ayrıca, çiftçiler bazen gerekli güvenlik sürelerine uymamaktadır (Sharaf ve ark. 2013). Hem pestisitlerin gelişigüzel kullanımı (özellikle meyve verme aşamasında) hem de uygulandıktan sonra güvenli bir bekleme süresinin benimsenmemesi, tüketilebilir sebzelerde pestisit kalıntısı birikimini arttırmaktadır. İnsanlar pestisit kalıntılarını günlük olarak tükettiğinden, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, potansiyel olarak zararlı pestisit kalıntılarından gıda güvenliğini artırmak için basit ve uygun maliyetli stratejilere ihtiyaç vardır (Chauhan ve ark. 2014). İyi tarım ve iyi üretim uygulamaları etkin bir şekilde uygulanırsa, pestisit kalıntısı miktarı, karşılık gelen maksimum kalıntı seviyesinin altına düşecektir. Böylece çiğ ve/veya hazır meyve ve sebzelerin tüketimi güvenli olacaktır (Chung ve ark. 2017). "İyi tarım uygulamaları sonucu gıda maddelerinde, tarımsal ürünlerde ve hayvansal yemlerde yasal olarak bulunmasına izin verilen en yüksek pestisit kalıntı miktarı maksimum kalıntı limiti (MRL)" olarak tanımlanmaktadır. İnsan sağlığı, ticaret ve çevre açısından meyve sebzelerde pestisit kalıntılarının kontrol edilmesi önem arz etmektedir (Yiğit, 2021).

Endüstriyel ve/veya yerel düzeyde çeşitli gıda işleme tekniklerinin, çoğu gıda materyalindeki pestisit kalıntılarını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Hem çiğ/taze ürünlerde hem de işlenmiş gıdalarda pestisit kalıntıları bulunmuştur. Bununla birlikte, gıda işleme yöntemlerinin meyve ve sebzelerde pestisit kalıntılarını önemli ölçüde azalttığı birçok çalışmada görülmüştür. Gıda işleme, tarımsal ürünlerin gıdaya veya bir gıda formunun diğer formlara dönüştürülmesidir (Padaliya ve ark. 2020). Özellikle ayrım gözetmeyen kullanım nedeniyle pestisit kontaminasyonunun yaygın olduğu gelişmekte olan ülkeler için gıda güvenliğinin bu durumunu ele alan stratejilerin araştırılması uygundur. Bu nedenle basit, uygun maliyetli stratejilerin değerlendirilmesi önemlidir. Evsel ve endüstriyel düzeyde gıda işleme, mevcut

güvenli olmayan gıda senaryosunun üstesinden gelmek için uygun bir yol sunacaktır. (Kaushik ve ark. 2009).

Pestisit kalıntılarının dağılımı ve yoğunluğu tarımsal ürünlerin işlenme süreçleri açısından önemlidir ve farklılık gösterebilir. Bir pestisit meyvenin posasında yoğunlaşmışken, bir diğeri de meyvenin suyunda bulunabilir. Örneğin elmaların kabuk bölümünde etli bölümüne göre daha fazla pestisit içerdiği tespit edilmiştir. Kabuk kısmı soyulmuş ve çekirdeği ayrılmış elma posalarında elma suyuna kıyasla klorpirifos kalıntısının daha fazla olduğu belirlenmiş, elma suyunda ise asetamiprid kalıntısı daha yüksek oranda saptanmıştır. Patateste kabuk soyma işlemi, yüzeydeki kalıntıyı önemli derecede azaltmıştır (Türkseven ve ark. 2015). Tarım ilacı, özellikle sınırlı hareket ve penetrasyon kabiliyetine sahip olanlar, yıkama ile makul bir verimlilikle uzaklaştırılabilir. Gıda yıkama işlemi, meyve yüzeyinde bulunan hidrofilik pestisit kalıntılarının miktarını azaltır. Ayrıca, yıkama suyunun sıcaklığı ve yıkama eyleminin türü, kalan kalıntı seviyesini etkiler. Kimyasal çözeltiler veya deterjanlarla yıkama NaOH, asetik asit, potasyum dikromat ve deterjan çözeltileri, gıda dekontaminasyon maddeleri olarak kullanılmıştır. Çeşitli araştırmalar, bu kimyasalların pestisit kalıntılarının giderilmesinde de etkili bir rol oynadığını göstermektedir (Chauhan ve ark. 2014; Đorđević ve ark. 2016). Soyma, düzeltme vb. hazırlık aşamaları, dış kısımlardaki kalıntıları giderir. Pastörizasyon, haşlama, pişirme, buharda pişirme, konserve vb. gibi çeşitli ısıl işlem uygulamaları, pestisit tipine ve işlem süresine bağlı olarak çeşitli pestisitlerin parçalanmasında faydalı bulunmuştur. Kurutma, dehidrasyon ve konsantrasyon gibi koruma teknikleri, konsantrasyon etkisinden dolayı pestisit içeriğini artırır. Rafine etme, fermantasyon ve kürleme gibi diğer birçok gıda işleme tekniğinin gıdalardaki pestisit seviyesini farklı derecelerde etkilediği görülmüştür. Ürünlerin öğütülmesi, fırınlanması, şarap yapımı, maltlama, konserveleme ve demleme gibi işlemler kalıntı seviyesinin düşmesine neden olmuştur. Ticari işleme yoluyla pestisit kalıntılarının uzaklaştırılma derecesi, pestisitin kimyasal özellikleri, gıda ürününün doğası, uygulanan işleme adımları ve bileşiğin temas halinde olduğu süre gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Hasat sonrası tedaviler ve soğuk depolama da kalıntı gideriminde etkili bulunmuştur. Dekontaminasyon tekniklerinin çoğu, pestisit konsantrasyonunu

MRL'nin altına düşürür. Bununla birlikte, azalma etkisi hasat zamanındaki başlangıç konsantrasyonuna, substrat/gıdaya ve pestisit tipine bağlıdır (Bajwa ve ark. 2011; Chauhan ve ark. 2014).

Hasat öncesi ve sonrası işlemlerin bir sonucu olarak gıda ürünlerinde kalan pestisit kalıntılarının seviyeleri, çeşitli gıda hazırlama adımları ve farklı ürünlere işlenerek etkili bir şekilde azaltılabilir. Bu nedenle, yaygın, basit ve uygun maliyetli işleme teknikleri, nihai gıda ürünlerindeki zararlı pestisitlerin içeriğinde dikkate değer azalmalara yol açabilir. Zararlılarla mücadele, tarımsal üretimin en önemli girdilerinden biri olduğundan ve olmaya devam edeceğinden, güvenli gıda sağlamak, aynı zamanda uygun maliyetli üretimi sürdürmek ve ortaya çıkan rahatsızlıkların tedavisi için tıbbi harcamalardan kaçınmayı amaçlamak için bu konuya büyük önem verilmesi gerekmektedir (Đorđević ve ark. 2016).

Bu çalışmayla ultrases destekli bazı yıkama yöntemlerinin elmalardaki cypermetrin ve spirotetramat pestisit kalıntılarının giderimindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ong ve ark. (1996), taze ve işlenmiş elmalarda azinfos-metil, kaptan ve formetanat hidroklorürün dağılmasında klorlu ve ozonlu su daldırmalarının etkinliği incelemişlerdir. Model sistem çözeltisindeki üç pestisit de klor ve ozon tedavisi ile %50-100 oranında azalmıştır. Ozonlamanın, pestisitlerin parçalanmasında etkili olduğu görülmüştür. Genel olarak pestisitlerin bozunma hızları daha yüksek pH ve sıcaklıkta artmıştır. Taze elmalardaki ve işlenmiş ürünlerdeki pestisit kalıntıları da klor ve ozon yıkamalarıyla azaltılmıştır. Klor (500 mg/L) en etkili yıkama işlemi olmuştur. 0.25 mg litre-1'de ozon yıkaması, düşük konsantrasyonu nedeniyle çok da etkili olmamıştır.

Burchat ve ark. (1998), evdeki uygulamalar sırasında havuç ve domatesin suyu ve posası arasındaki dokuz pestisitin dağılımını araştırmışlardır. Pestisitlerin posa/meyve suyu dağılımı ile suda çözünürlüğü arasında bir ilişki görülmüştür. Suda çözünürlüğü en yüksek olan pestisitlerin, meyve suyunda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Posadaki kalıntı yüzdesi, havuçlar için %56,4 ila %75,2; domatesler için %49,7 ila %95,4 aralığında bulunmuştur. Yıkanmış ürünlerden hazırlanan meyve suyundaki kalıntı tespit edilememiş ya da düşük miktarlarda bulunmuştur. Ürünün yıkanması, havuçlarda domateslerden daha fazla kalıntı çıkarmıştır. Ancak kalıntıların nispi dağılımını etkilememiştir. Kalıntının giderimi mahsulün yanı sıra kullanılan pestisit ile değişiklik göstermiştir.

Abou-Arab (1999), çalışmasında domatesler ve ürünlerinin pestisit kalıntılarının izlenmesi üzerine çalışılmıştır. Araştırma pestisit kalıntılarını azaltmak için su veya deterjan solüsyonu ile yıkamanın gerekli olduğunu göstermiştir. Derideki pestisit kalıntılarını gidermek için dondurma, meyve suyu sıkma ve soyma işlemlerinin gerekli olduğu görülmüştür. Domateslerin pişirilmesi (domatesin salçaya işlenmesi dahil), kontamine domateslerdeki pestisit kalıntılarının çoğunun ortadan kaldırılmasına yardımcı olmuştur.

Krol ve ark. (2000), gıda ürünlerinin musluk suyuyla yıkanmasının pestisit kalıntıları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bir araştırma başlatmışlardır. Pestisitler, normal tarla koşullarında çeşitli gıda mahsullerine uygulanmış ve hasattan önce bitki örtüsünün doğal ayrışmaya maruz kalmasına izin verilmiştir. Mahsuller işlenmiş, hasat edilmiş ve eşit alt örneklere bölünmüştür. Bir alt numune yıkanmadan işlenmiş, diğeri ise musluk suyu altında yıkanmıştır. Bu çalışmaya on iki pestisit dahil edilmiştir (mantar öldürücüler; kaptan, klorothalonil, iprodion ve vinklozolin ve insektisitler; endosulfan, permetrin, metoksiklor, malathion, diazinon, klorpirifos, bifentrin ve DDE (DDT'nin bir toprak metaboliti)). Durulamanın incelenen on iki pestisitten dokuzu için kalıntıları giderdiği görülmüştür. Fakat durulama ile vinclozolin, bifenthrin ve chlorpyrifos kalıntılarının azalmadığı tespit edilmiştir.

Soliman ve ark. (2001), çalışmasında patates yumrularında ve bunlardan hazırlanan ürünlerde pestisit kalıntıları incelenmiştir. Patates ve ürünlerindeki pestisitlerin stabilitesini değerlendirmek için yıkama, soyma ve pişirme işlemlerinden (beyazlatma ve kızartma) kaynaklanan konsantrasyon değişikliklerini belirlemek için deneyler yapılmıştır. Pestisit kalıntıları gaz kromatografisi kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar patates ve ürünlerinde malathion, HCB, lindan ve p,p-DDD'nin baskın olduğu görülmüştür. Kabuktaki pestisiti çıkarmak için soyma işleminin en etkili yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Hwang ve ark. (2001), çalışmasının amacı, klor, klor dioksit (ClO_2), ozon ve hidrojen peroksiasetik asit gibi uygulamaların elmalarda mankozeb ve etilentiyoüre (ETU) bozunması üzerindeki etkinliğini belirlemektir. Taze elmalar iki farklı seviyede mankozeb (1 ve 10 mg/mL) ile muamele edilmiştir. İşlemlerin birkaçı, elmalardaki mankozeb ve ETU kalıntılarının azaltılmasında veya çıkarılmasında etkili olmuştur. Mankozeb kalıntıları klor ile %56-99, klor dioksit uygulamaları ile %36-87 oranında azalmıştır. Mankozeb kalıntıları ozon tedavisi ile %56-97 oranında azalmıştır. 1 ve 3 ppm ozonda, hem 3 hem de 30 dakika sonra 1 ppm eklenmiş mankozebde hiçbir ETU kalıntısı tespit edilmemiştir. HPA uygulaması süre ve HPA konsantrasyonlarına bağlı olarak %44-99 azalma ile mankozeb kalıntılarının

parçalanmasında da etkili olmuştur. ETU, 30 dakikalık reaksiyon süresinden sonra 500 ppm HPA'da tamamen bozulmuştur. Bu uygulamaların, meyve ve işlenmiş ürünlerdeki pestisit kalıntılarının giderilmesinde iyi bir yol olduğu bulunmuştur.

Rasmussen ve ark. (2003), arazide uygulanan Discovery ve Jonagold elmaları için yıkama, saklama, kaynatma, soyma, çekirdek çıkarma ve meyve suyu sıkmanın pestisit kalıntısı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Gaz kromatografisinde klorpirifos, cypermethrin, deltametrin, endosulfan, endosulfan sülfat, diazinon, fenitrothion, fenpropathrin, kresoxim-methyl, iprodione, quinalphos, lambda-cyhalothrin, tolilfluanid ve vinclozolin kalıntıları analiz edilmiştir. Elmaları sıkmak ve soymak, tüm pestisit kalıntılarını önemli ölçüde azaltmıştır. Elmalar basit yıkama veya çekirdek alma işlemlerine tabi tutulduğunda, pestisit kalıntılarının hiçbiri önemli ölçüde azalmamıştır. Depolama, pestisit kalıntılarının beşini (diazinon, chlorpyrifos, fenitrothion, kresoxim-methyl ve tolilfluanid) önemli ölçüde (%25-69) azaltmıştır. Kaynatma fenitrothion ve tolilfluanid kalıntılarını sırasıyla %32 ve %81 oranında azaltmıştır. İşlemenin gözlemlenen etkilerinden sadece birkaçı, pestisitlerin fiziksel veya kimyasal özellikleri ile açıklanabilir. Elma çeşidine bağlı olarak işleme etkisinde herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Puglies ve ark. (2004), çalışmasında sitrik asit, etil alkol, gliserol, sodyum metabisülfit, H_2O_2, $KMnO_4$, sodyum laurilsülfat (SLS), sodyum hipoklorit ve ürenin sulu çözeltileriyle yıkamanın, nektarinlerde pestisit kalıntısını azaltması açısından değerlendirmiş ve basit musluk suyuyla yıkama ile karşılaştırmışlardır. Etanol, gliserol ve SLS çözeltileri, pestisit kalıntılarını %50'ye yakın bir oranda gidermiştir. Diğer çözümler musluk suyuyla yıkamadan daha etkili olmamıştır.

Angioni ve ark., (2004), tarlada pestisit uygulamasından sonra çilekte azoxystrobin, fenhexamid ve pyrimethanil kalıntılarını belirlemişlerdir. Musluk suyu ve piyasada bulunan bitkisel bir deterjanla evde yıkamanın kalıntı seviyeleri üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Meyvenin musluk suyuyla yıkanması, azoxystrobin ve fenhexamid kalıntılarını azaltmış, ancak pirimetanil kalıntılarını

etkilememiştir. Meyveler ticari bir deterjanla yıkandığında, daha büyük miktarlarda giderim sağlanmıştır (yaklaşık %45 azoksistrobin ve pirimetanil ve %60 fenhekzamit).

Chavarri ve ark. (2005), domates, biber, kuşkonmaz, ıspanak ve şeftali örneklerini, ticari işlemenin kalıntılar üzerindeki etkisini incelemek için bazı pestisitlere maruz bırakmışlardır. Sonuçlar, yıkama ve haşlamanın şeftali hariç pestisit kalıntılarında %50'den fazla kayba yol açtığını göstermiştir. Etilenbisditiyo karbamatlar (EBDC'ler) domates ve ıspanaktan yıkanarak ve ardından sıcak su ile haşlanarak tamamen uzaklaştırılmıştır. Konserve işlemlerinin tümünde toplam pestisit miktarındaki azalma, çoğu üründe %90 ila %100 arasında değişmektedir. Biber de klorpirifos'un %61'i kalmıştır, ancak bu kalıntılar, bitmiş kutuların 3 aylık depolanması sırasında kaybolmuştur. Asefat, şeftalilerde dayanıklılık göstermiştir, kalıntıların %11'i 2 yıllık depolanmış kutularda da bulunduğu görülmüştür.

Athanasopoulos ve ark. (2005), çalışmasında Sultani çeşidi üzümlere tarlada püskürtülen pestisit metamidofosun ayrışması incelenmiştir. Kalıntılar, bir cam kapiler kolon ve NP dedektörü kullanılarak basit bir gaz kromatografik yöntemle incelenmiştir. Metamidofosun ayrışması, açık ve kapalı bağlarda ilaçlamadan sonra asmalarda kalan üzümlerde, hasat edilip buzdolabında saklanan üzümlerde ve kurutulan üzümlerde incelenmiştir. Metamidofosun geri kazanımı %96,2-112 olmuştur. Sonuçta, asmalarda kalan üzümlere kıyasla hasat sonrası depolama sırasında gecikmiş bir kalıntı düşüşü olduğu görülmüştür. Deneysel sonuçlardan en uygun eğriler belirlenmiş ve kinetik denklemler, hız sabitleri ve yarı ömürler hesaplanmıştır. Bulunan yarı ömürler, açık asmalarda 16 gün, üstü kapalı asmalarda 22 gün ve buzdolabında saklanan üzümlerde 267 gündür. Kuru üzümdeki metamidofos konsantrasyonu, yaş üzümünkinden üç kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Chun ve ark. (2006), toz biber yapımında, kırmızı biberlerin yıkanması ve sıcak hava ile kurutulması sırasında pestisit kalıntılarını analiz etmişlerdir. Organofosforlu pestisitlerde kalıntı oranı klorpirifosta %33, diazinonda %31, methidationda %50, EPN'de %80, fenitrothionda %28 ve profenofosta %60. Piretroidlerdeki oran

cypermethrinde %109, deltametrinde %102 ve fenvaleratta %106 bulunmuştur. Sonuçlar, organofosfor ve piretroid pestisitler arasında büyük ölçüde fark olduğunu göstermiştir. UV ışıması ve sıcak havayla kurutma, yalnızca sıcak havayla kurutmayla karşılaştırıldığında kalıntılarda %70'e varan kayda değer bir azalma sağlanmıştır. Çıkarma etkisi, sıcak havayla kurutma ile güçlükle uzaklaştırılan piretroidlerde en etkili sonucu vermiştir. Yıkama sırasında hidrojen peroksit veya klor dioksit gibi oksitleyici ajanların kullanılması, kalıntıların kayda değer bir şekilde gidermediği tespit edilmiştir.

Cengiz ve ark. (2006), çalışmasında iki farklı serada farklı zamanlarda yetiştirilen hıyarlara bazı pestisit uygulamaları yapılmıştır. Birinci grup numuneler uygulamadan 4 saat sonra, ikinci grup ise 4 gün sonra toplanmıştır. Bu da bu bölgede salatalık bitkisinin olgunlaşmasını takiben uygulanan ortalama ürün periyodudur. Ayrıca uygulama öncesi kontrol örnekleri toplanmıştır. Yıkama, soyma ve önceden belirlenmiş depolama sürelerinin 4 °C'de 3 ve 6 gün süreyle bitki dokularındaki kalıntı düzeylerinin azalmasına etkisi iki grupta incelenmiştir. Hıyarlarda kalan DDVP ve Diazinon'u analiz etmek için aseton, diklorometan ve petrol eteri kullanan bir gaz kromatografik yöntem kullanılmıştır. Elde edilen geri kazanımlar %81'den fazla olmuştur. DDVP ve Diazinon, %5 fenilmetilpolisiloksan kaplı erimiş silika kapiler kolon ile donatılmış gaz kromatografi-elektron yakalama tespiti (GC-ECD) ile belirlenmiştir. Sonuçlar, pestisit uygulamasından 4 gün sonra toplanan numunelerdeki kalıntı düzeylerinin, pestisit uygulamasından 4 saat sonra toplanan numunelerden önemli ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yıkama, soyma ve soğukta saklama gibi mutfak uygulamaları da kalıntı seviyelerinin azaltılmasında etkili olmuştur.

Cengiz ve ark. (2007), çalışmasında iki farklı serada farklı zamanlarda yetiştirilen domateslere kontrollü bir şekilde captan ve procymidon uygulamaları yapılmıştır. Birinci grup numuneler uygulamadan hemen sonra, ikinci grup numuneler ise 14 gün sonra toplanmıştır. Ayrıca uygulama öncesi kontrol örnekleri toplanmıştır. Yıkama, soyma ve önceden belirlenmiş depolama süresinin 4 °C'de 7 ve 14 gün süreyle bitki dokularındaki kalıntı düzeylerinin azalmasına etkisi iki grupta

incelenmiştir. Domateslerde kalan kaptan ve prokimidonu analiz etmek için çözücü olarak aseton, diklorometan ve petrol eteri kullanan bir gaz kromatografik yöntemi kullanılmıştır. %83'ten daha yüksek geri kazanımlar elde edilmiştir. Sonuçlar, her iki pestisitin prospektüslerinde belirtilen tavsiye edilen hasat öncesi aralıkların beklenmesinin kalıntı seviyelerini kabul edilebilir sınırlara indirdiğini göstermiştir. Yıkama, soyma ve soğukta saklama gibi mutfak uygulamaları da kalıntı seviyelerinin azaltılmasında etkili olmuştur.

Wu ve ark. (2007), çalışmasında operasyonel parametrelerin etkisini belirlemek için düşük konsantrasyonlu çözünmüş ozonun etkisiyle dört pestisitin bozunması incelenmiştir. Sonuçlar, çözünmüş ozonun (başlangıç konsantrasyonu 1,4 mg/L), 0,1 mg/L sulu diazinon, metil-parathion, parathion ve cypermethrin'in %60-99'unu kısa bir sürede gidermede etkili olduğunu göstermiştir. Sebze yüzeyinde (Brassica rapa) bulunan hedef pestisitleri uzaklaştırmak için suda düşük çözünmüş seviyelerde ozon (1,4-2,0 mg/L) uygulamanın fizibiliteleri araştırılmıştır. Ozonlu su, cypermethrin gideriminde çoğunlukla etkili olmuştur (>%60). Etkinliğin, büyük ölçüde çözünmüş ozon seviyelerine bağlı olduğu görülmüştür. Diazinonun uzaklaştırılması için maksimum etkinliğin 15-20 °C'de olduğu tespit edilmiştir. Pestisit kalıntısının giderilmesi için ana sınırlama faktörleri sıcaklık, uygulanan ozon gazı konsantrasyonu ve belirlenen çözünmüş ozon konsantrasyonu olduğu tespit edilmiştir.

Randhawa ve ark. (2007), kontrollü ve denetimli arazilerde yetiştirilen kışlık (ıspanak, karnabahar, patates) ve yazlık sebzelerde (patlıcan, domates, bamya) yıkama, soyma ve pişirme işlemlerinin endosulfan kalıntısı (ER) düzeylerine etkisini belirlemişlerdir. En yüksek endosulfan kalıntısı ham aşamada patlıcanda ardından bamya ve ıspanakta (125 mg/kg) bulunmuştur. En düşük endosulfan kalıntısı ise patateste (0.177 mg/kg) bulunmuştur. Endosulfan kalıntısı sebzelerde soyma ile %60-67, yıkama ile %15-30 ve pişirme ile %13-35 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak ev işlemelerinin endosulfan kalıntısını maksimum kalıntı limitlerinin altına düşürdüğü bulunmuştur.

Rawn ve ark. (2008), Kanada, Quebec'te ticari bir meyve bahçesinde hastalık kontrolü için kaptan ile tedavi edilen elmaları toplanmış ve hasat sonrası işlem türlerine göre sınıflandırmışlardır (durulama, soyma). Kaptan kalıntıları, hasat sonrası işlem yapılmayan elmalarda en yüksek (25.5-5100 ng/g), ekstraksiyon ve analiz öncesinde durulanmış ve soyulmuş elmalarda en düşük (0.146-136 ng/g) bulunmuştur. Ekstraksiyondan önce durulanmış elmalarda kalıntılar, hasat sonrası işlem yapılmayan elmalara göre önemli ölçüde daha düşük olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, durulama ve soyma işlemine tabi tutulan elmalar, tek başına durulanan elmalara göre önemli ölçüde daha düşük kaptan kalıntısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yıkanmış elmalardaki kaptan kalıntıları, hasat sonrası işlem yapılmayan elmalardakinden yaklaşık %50 daha düşük olmasına rağmen, elmaların soyulmasıyla ilişkili azalma çok daha büyük olmuştur (%98). Tüm hasat sonrası yapılan işlem türlerinden elde edilen ortalama kaptan alım tahminleri, çiğ elma tüketimine dayalı olarak Dünya Sağlık Örgütü'nün kabul edilebilir günlük alımının oldukça altında olduğu bulunmuştur.

Chai ve ark. (2010), sebze (salatalık) ve meyve (çilek) örneklerinde organofosfor (malation, diazinon, klorfirifos, profenofos, kuinalfos) ve organoklorin (klorotalonil, α-endosülfan ve β-endosülfan) pestisit kalıntılarını incelemişlerdir. Organofosfor ve organoklorlu pestisit kalıntı miktarlarının azaltılması için farklı solüsyonlarla yıkamanın etkileri değerlendirilmiştir. Araştırılan pestisitleri analiz etmek için elektron yakalama algılamalı gaz kromatografisi kullanılmıştır. Sonuçlar, toksik olmayan bir solüsyonla yıkamanın meyve ve sebze numunelerindeki pestisit kalıntılarının konsantrasyonunu azaltabileceğini göstermiştir. Veriler ayrıca, sodyum karbonat, sodyum klorür ve musluk suyu ile karşılaştırıldığında, meyve ve sebze örneklerinden incelenen pestisitlerin kalıntılarını gidermede asetik asidin en etkili çözüm olduğunu göstermiştir. Çözelti yıkama ile uzaklaştırılan pestisit miktarı, suda çözünürlük ve buhar basıncı özellikleri ile ilgili olduğu görülmüştür.

Hassanzadeh ve ark. (2010), çalışmasında yıkama, soyma ve buzdolabında 4 °C'de 2 gün süreyle saklama gibi evsel işlemlerin bitki dokularındaki kalıntı düzeylerinin azaltılması üzerindeki etkileri farklı gruplarda araştırılmıştır. Karbaril

uygulamasından 1 saat ile 14 gün sonra numuneler toplanmıştır. Karbarilin içeriğini ve yayılma oranını belirlemek için analiz edilmiştir. Analiz, HPLC-UV kullanılarak QuEChERS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrası farklı zamanlarda toplanan numunelerdeki karbaril kalıntısı, kademeli ve önemli bir azalma göstermiştir. Sonuç olarak yıkama, soyma ve soğukta saklama gibi ev tipi işlemler kalıntı seviyelerinin azaltılmasında etkili olmuştur.

Ghani ve ark. (2010), tatlı biber ve kiraz domatesinden miklobutanil, fenheksamid, boscalid kalıntılarını gidermek için, musluk suyuna ek olarak %5 Na_2CO_3 %5 gliserol, %5 sodyum hipoklorit, %5 asetik asitten oluşan dört sulu çözelti denemişlerdir. Test edilen mahsuller, önerilen miklobutanil, fenheksamid ve boscalid uygulama oranı ile muamele edilmiştir. Biber numunelerinde yıkama işlemleri öncesi incelenen pestisitlerin başlangıç kalıntıları domates numunelerine göre daha yüksek bulunmuştur. Biber ve domates örneklerinde miklobutanil, fenheksamid, boscalid kalıntılarını azaltmada uygulanan yıkama işlemleri etkili olmuştur. Her iki mahsulde de test edilen tüm yıkama solüsyonları arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür.

Sung ve ark. (2011), çalışmasında, bazı yıkama koşulları altında bir yüzey yıkama sistemi kullanılarak yujadan pestisit kalıntılarının ve mikroorganizmaların uzaklaştırılmasının etkilerini değerlendirmişlerdir. Kontrol olarak musluk suyu kullanılmıştır. En yüksek yıkama verimi, su basıncı 0,9 MPa olduğunda elde edilmiştir. Sırasıyla 0,42 ve 0,73 sprey dönüş hızlarında 2,20 ve 2,05 log CFU/g azalmalar elde edilmiştir. En büyük düşüşler, taşıma hızı 0,046 m/s olduğunda gözlemlenmiştir. Daha yavaş taşıma hızlarında ve daha yüksek püskürtme dönüş hızlarında daha yüksek pestisit kalıntısı giderme verimi elde edilmiştir. Sprey dönüş hızı spirodichlofen, deltametrin, benomil, tiyofanat-metil ve asekinosil için 0.046 m/s olduğunda %50'den daha yüksek çıkarma verimliliği elde edilmiştir. Özellikle benomil ve tiyofanat-metil için uzaklaştırma verimliliği %90'ın üzerinde bulunmuştur. Bu nedenle, yujadaki pestisit kalıntılarının, 0,092 m/s'den daha düşük bir taşıma hızı ve 0,42 m/s'den yüksek bir püskürtme dönüş hızı ile yıkanmasıyla etkili bir şekilde azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ling ve ark. (2011), evde yapılan işlemlerin sebzelerden klorpirifos kalıntısının uzaklaştırılması üzerindeki etkisini ve işleme sırasında metabolit oluşumunu incelemişlerdir. Birçok faktör; yıkama solüsyonları, pH değeri, pişirme modu, işlem süresi araştırılmıştır. Klorpirifos ve metabolitlerinin analizi, üçlü dört kutuplu kütle spektrometrisine bağlı gaz kromatografisi ile gerçekleştirilmiştir. Klorpirifosun hidrolizi, yıkama sırasında yapraklı sebzelerden kalıntıların uzaklaştırılmasını etkilemiştir. Klorpirifos kalıntısının uzaklaştırılması üzerine pişirmenin etkisinin, yıkamaya göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Satpathy ve ark. (2011), domates, fasulye, bamya, patlıcan, karnabahar ve kırmızı biberde organofosfat kalıntılarının (malathion, fenitrothion, formothion, parathion, methyl parathion ve chlorpyriphos) uzaklaştırılmasında evde işlemenin etkilerini incelemişlerdir. Örnekler çeşitli sulu çözeltiler ile ayrı ayrı yıkama ve kaynatma işlemlerinden geçirilmiştir. Organofosfor (OP) kalıntıları, kütle spektrometrisi dedektörlü (GCMSD) kapiler gaz kromatografı kullanılarak çok kalıntılı analitik teknik kullanılarak tespit edilmiştir. Tüm sebzelerde, farklı ev kimyasalları ile yıkama kalıntıları %20-89 oranında, kaynatma ise kalıntıları %52-100 oranında azaltmıştır. Sebzelerin kaynatılmasının, kalıntıların atılmasında yıkamaya göre daha etkili olduğu bulunmuştur.

Bonnechère ve ark. (2012), çalışmasında evde işlemenin pestisit kalıntıları üzerindeki etkisini ölçmek için iki çeşit kavuna (Cucumis melo), iki fungisit (karbendazim ve maneb) ve dört insektisit (asetamiprid, imazalil, cyromazin ve thiametoksam) uygulanmıştır. Ette ve kabukta yeterince yüksek seviyede kalıntı sağlamak için, iyi tarım uygulamaları göz önünde bulundurularak en konsantre formülasyonlar uygulanmıştır. Soyma adımı, maneb, imazalil ve asetamiprid için pestisit kalıntılarının konsantrasyonunu %90'dan fazla azaltmıştır. Kromazin, karbendazim ve tiyametoksam yaklaşık %50 oranında azalmıştır. Pestisit kalıntılarının azalması, pestisitlerin sistemik karakteri ile tam olarak açıklanamamıştır. Ancak tarımsal uygulamalar, pestisitlerin etkileme şekli ve çözünürlüğü, çalışılan pestisitlerin işleme faktörlerindeki farkı açıklamak için kullanılabilir. Bozunma ürünleri (melamin ve etilentiyoüre) de bu çalışmada araştırılmış, ancak tespit edilememiştir.

Bonnechère ve ark. (2012), çalışmasında ıspanağa (Spinacia oleracea) dört fungisit (mankozeb, boskalid, iprodion ve propamokarb) ve bir insektisit (deltamethrin) püskürtülerek pestisit kalıntıları üzerinde ev ve endüstriyel işlemenin etkisini ölçmüşlerdir. Yeterince yüksek seviyede kalıntı sağlamak için, iyi tarım uygulamalarına uygun olarak en konsantre formülasyonlar uygulanmıştır. Sonraki işleme koşulları, normalde pratikte kullanılan gerçek koşullara mümkün olduğunca yakın olan endüstriyel uygulamaya uygun olarak oluşturulmuştur. Beş pestisit kalıntısı ve iki bozunma ürününün seviyeleri üzerinde evsel ve endüstriyel işlemenin etkileri incelenmiştir. Musluk suyuyla yıkamanın, kalıntıları %10-50 oranında azalttığı görülmüştür. Haşlama işlemi, 5 pestisit için kalıntı konsantrasyonu %10-70 oranında azalmıştır. Büyük miktarda su ile birlikte ısının varlığı, kalıntıların giderilmesini arttırmıştır. Mikrodalga ile pişirme, kalıntıları neredeyse hiç azaltmazken (%39'a kadar), paket içi sterilizasyonda, pestisit kalıntılarında %99'a varan bir azalma görülmüştür. Deltametrin hariç pestisit kalıntıları için konsantrasyondaki kümülatif kayıp %50 ile %95 arasında değişmiştir. En fazla bozunma sterilizasyon işleminde tespit edilmiştir.

Kong ve ark. (2012), elma dilimlerinde klorfirifos, β-sipermetrin, tebukonazol, asetamiprid ve karbendazim kalıntı seviyeleri üzerinde ev tipi uygulamaların (yıkama, çekirdek çıkarma, kabuk soyma ve meyve suyu sıkma) etkisini araştırmışlardır. Pestisit kalıntıları, alev fotometrik (FPD) ve elektron yakalama algılaması (ECD) ile UPLC-MS/MS ve GC ile belirlenmiştir. Sonuçlarda, elma kabuğu ve çekirdeğindeki pestisit kalıntı düzeylerinin elma etine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Liang ve ark. (2012), hıyarda farklı deterjan solüsyonlarıyla yıkamanın, farklı sıcaklıklarda saklama ve ultrasonik temizlemenin organofosforlu pestisit (triklorfon, dimetoat, diklorvos, fenitrothion ve klorpirifos) kalıntı düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Analiz, sıvı kromatografi-tandem kütle spektrometrisi ile gerçekleştirilmiştir. Deterjan solüsyonlarıyla yıkamanın musluk suyundan daha etkili olduğu kanıtlanmıştır. Deterjan solüsyonları ile 20 dakika yıkandıktan sonra organofosforlu pestisitler %31,1'den %98,8'e düşmüştür. Deterjan çözeltileri arasında triklorfon ve dimetoatta en büyük kayba %5 sodyum karbonat çözeltisi; diklorvos,

fenitrothion ve klorpirifosta en büyük kayba %5 sodyum bikarbonat çözeltisi sebep olmuştur. 4 °C'de 48 saat depolama, pestisitlerin %60,9-90,2 oranında azalmasını sağlamıştır. 20 dakikalık ultrasonik yıkama, pestisitleri %49,8-84,4 oranında azaltmıştır. Veriler, evde hazırlamanın hıyardaki organofosforlu pestisit kalıntılarının azaltılmasında etkili olduğunu ve diyet maruziyetini azaltmak için faydalı olduğunu göstermiştir.

Aslansoy (2012), yüksek lisans tezinde farklı parametrelerde suda çözünmüş ozonun üç pestisitin (klorotalonil, tetradifon, klorpirifos etil) bozunma seviyelerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Materyal olarak interdonato limonları kullanılmıştır. Kabuklu ve kabuksuz limon örneklerine 3, 6 ve 9 dakika ozonlanmış su uygulamaları yapılmış bazı oranlarda giderim sağlanmıştır. Kabuklu ve kabuksuz limon örneklerine musluk suyunun 3,6 ve 9 dakikalık uygulamaları yapılmış ve bazı oranlarda giderim sağlandığı tespit edilmiştir.

Jankowska ve ark. (2012), çalışmasının amacı, kontrollü tarla denemelerinden elde edilen seçilmiş meyve ve sebzelerde farklı su ve ısıl işlem uygulamalarının pestisit kalıntı konsantrasyonları üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktır. Kuş üzümü, brokoli, çilek ve domateslerdeki pestisitlerin giderimini değerlendirmek için klora ve ozonlu suya daldırma ve kaynatma yoluyla yıkama işlemleri uygulanmıştır. Ozonlu suda yıkamak, klorlu suda yıkamaktan daha etkili olmuştur. Bununla birlikte, kaynama sırasındaki yüksek sıcaklık, bazı istisnalar olmasına rağmen, çoğu bileşiğin konsantrasyonunda (%97'ye kadar) önemli bir düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Termal işlemin, farklı ürünlerden pestisit kalıntılarını ortadan kaldıran en etkili teknolojik süreç olduğu kanıtlanmıştır. Bu deneyde test edilen su ve ısıl işlem teknolojileri; siyah kuş üzümü, çilek, domates, brokoli ve muhtemelen diğer ürünlerden pestisit kalıntılarının hızlı ve basit bir şekilde çıkarılması için umut verici yöntemler olduğu bulunmuştur.

Lu ve ark. (2013), tarafından yapılan çalışmada yeşil biberde limonenin metil klorpirifos, klorotalonil, klorpirifos, fenpropatrin ve deltametrin pestisit kalıntıları üzerine yıkama etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen veriler, yeşil biberde pestisit

kalıntılarının ortadan kaldırılması için 5 dakika boyunca düşük konsantrasyonda limonen ile yıkamanın, etki ve uygulama süresi ile maliyet göz önüne alındığında en uygun yöntem olduğunu göstermiştir.

Radwan ve ark. (2013), çalışmasında profenofos, önerilen oranda tarlada yetiştirilen biber ve patlıcanlar üzerine püskürtülmüştür. Uygulamadan 1 saat ila 14 gün sonra meyve örnekleri toplanmış ve profenofos içeriğini ve yayılma oranını belirlemek için analiz edilmiştir. Farklı yıkama solüsyonlarının ve bazı ev tipi işlemlerin, işlenmiş sebzelerden bu tür kalıntıların uzaklaştırılması üzerindeki etkisi de araştırmışlardır. Profenofos kalıntıları, gaz kromatografisi kullanılarak nicelendirilmiştir. Sonuçlar, tüketilebilir güvenlik süresinin tatlı biberde on gün, acı biber ve patlıcan meyvelerinde on dört gün olduğunu göstermiştir. Ayrıca, sonuçlar musluk suyu, asetik asit ve potasyum permenganat solüsyonunun, tatlı ve acı biber meyvelerinden yüksek oranda profenofos kalıntısını giderdiğini, sabun ve asetik asit solüsyonları ile yıkama yapıldıktan sonra patlıcan meyvesinde saptanabilir pestisit bulunmadığını göstermiştir. Sonuç olarak, uygulanan tüm yıkama çözeltileri, diğer iki biber meyvesinden daha yüksek oranda profenofos kalıntılarının patlıcan meyvesinden uzaklaştırılmasını sağlamıştır. Biber ve patlıcan meyvelerinin ağartılması ve kızartılması, biriken profenofosların tamamen uzaklaşmasını (%100) sağlamıştır.

Al-Taher ve ark. (2013), çalışmasının amacı sonikasyonlu ve sonikasyonsuz çeşitli yıkama işlemlerinin domateslerden pestisit çıkarılması üzerindeki etkisini belirlemek ve bir ürün yıkama kanalı kullanarak numuneler üzerinde bir suyla yıkamanın etkinliğini değerlendirmektir. İlk deneyde, domatesler asefat, malathion, karbaril, bifentrin, cypermethrin, permetrin, sihalotrin, klorotalonil ve imidakloprid ile muamele edilmiş ve gece boyunca kurutulmuştur. Daha sonra domateslerin alt grupları (10°C, 1 dakika) yıkanma işlemlerinden, (su, sodyum hipoklorit, peroksiasetik asit) sonikasyonlu ve sonikasyonsuz geçirilmiştir. Genel olarak, sonikasyonun etkisi, yıkama işlemine ve pestisitlere bağlı olmuştur. Ayrı bir deneyde, kontamine numunelerdeki pestisit kalıntıları bir kanalda (22°C, 1 dakika) yıkanmadan önce ve sonra ölçülmüştür. Kirlenmiş üründeki pestisit kalıntılarının, kanalda 1 dakika yıkandığında yaklaşık %40'tan %90'a düştüğü görülmüştür.

Randhawa ve ark. (2013), tarafından yapılan çalışmada sebzelerde (salatalık ve dolmalık biber) imidakloprid kalıntılarının giderimi için asetik asit (%1,5, 3.0, 6.0 ve %9,0), sitrik asit (%1,5, 3.0, 6.0 ve %9,0) solüsyonlarının farklı kombinasyonları 5 dakika süreyle uygulanmıştır. İmidakloprid kalıntı seviyesi, yüksek performanslı sıvı kromatografisi yoluyla organik asitlere daldırılmadan önce ve sonra belirlenmiştir. İmidakloprid kalıntı seviyesindeki en yüksek azalma; sitrik asit solüsyonunda %93,75, sitrik asit ve asetik asit karışımında ise %91,14 oranında tespit edilmiştir. En düşük değer ise hıyarda asetik asit ve sitrik asit karışımında (%0,75) %48,43 oranında bulunmuştur. Benzer şekilde dolmalık biberde imidakloprid içeriğinde en fazla azalma sitrik asit çözeltisinde (%9) %72,48, asetik asit çözeltisinde (%9) %68,78 oranında bulunmuştur. Organik asitlere daldırma, salatalık ve dolmalık biberde imidakloprid içeriğini %80'e kadar önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir.

Wang ve ark. (2013), çalışmasında kiraz domatesleri deterjan solüsyonlarına batırarak kiraz domateslerdeki klorpirifos (CHP) ve klorotalonilin (CHT) kalıntılarının uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Deterjan A ve deterjan B'nin kritik misel konsantrasyonları sırasıyla 250 mg/L ve 444 mg/L' dir. Deterjan A, pestisitler için daha yüksek bir giderme kabiliyetine ve dolayısıyla deterjan B'den daha yüksek yıkama etkinliğine sahiptir. Klorpirifosun görünür çözünürlüğü, artan deterjan konsantrasyonu ile artarken, klorotalonilininki test edilen aralık içinde deterjan konsantrasyonundan bağımsız olarak nispeten değişmemiştir. Klorpirifosun görünür çözünürlüğü, klorotaloniline kıyasla her iki deterjanın solüsyonlarında da tutarlı bir şekilde daha yüksek bulunmuştur. Yıkama açısından ise çeri domateslerin distile su ve deterjan çözeltilerinde pestisitlerin uzaklaştırılması için 10-20 dakikalık bir süre yeterli olmuştur. Pestisitlerin uzaklaştırılmasının etkinliği, deterjan konsantrasyonunun 50 mg/L 'den 5 g/L' e yükseltilmesiyle artmıştır (%80'e kadar CHT ve %42 CHP giderilmiştir). Çoklu yıkama, pestisit giderimini daha da arttırmıştır. Daha düşük pH'a %10 asetik asit eklenmesi veya artan yıkama sıcaklığı pestisit giderimini desteklediği görülmüştür.

Han ve ark. (2013), evde konserve yapmanın domateslerde klorpirifos ve metaboliti 3,5,6-trikloro-2-piridinol kalıntı seviyeleri üzerindeki etkisini

araştırmışlardır. Kalıntılar homojenleştirme, soyma, yıkama, kaynatma ve sterilizasyon dahil her adımdan sonra tandem kütle spektrometrisi (UPLC-MS/MS) ile birleştirilmiş ultra performanslı sıvı kromatografisi ile belirlenmiştir. Sonuçlarda, yıkamadan sonra klorpirifos miktarının %29,9 azaldığı, yıkamadan sonra 3,5,6-trikloro-2-piridinol miktarının ise çiğ domateslerdekiyle aynı kaldığı görülmüştür. Klorpirifos ve 3,5,6-trikloro-2-piridinolün çoğunlukla domates kabuğunda tutulduğu kanıtlanmıştır. Soyma işlemi domateslerden %63,5 klorpirifos ve %53,3 3,5,6-trikloro-2-piridinol kaybına neden olmuştur. Sırasıyla homojenizasyon, kaynatma ve sterilizasyon işlemlerinin klorpirifos ve 3,5,6-trikloro-2-piridinol kalıntısının giderilmesinde çok az etkisi olmuştur.

Cengiz ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada yaygın olarak kullanılan oksitleyicilerin (klor, hidrojen peroksit ve ozon) domateslerde mankozeb kalıntılarının azaltılması üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bir serada yetiştirilen olgun domates örnekleri mankozeb ile muamele edilmiş ve farklı zaman aralıklarında toplanmıştır. Numunelerdeki mancozeb kalıntı seviyeleri, bir gaz kromatografisi kütle spektrometrisi yöntemi kullanılarak her bir aralık için belirlenmiştir. Daldırma solüsyonları deneyleri için yaklaşık 3 mg/kg kalıntı seviyesi olan bir numune grubu seçilmiştir. Seçilen numuneler 5, 10, 15 ve 20 dk. için klor, hidrojen peroksit ve ozon çözeltilerine daldırılmıştır. Her deneyden sonra numunelerdeki kalıntılar analiz edilmiş ve yüzde azalmalar hesaplanmıştır. Kalıntı mankozebdeki azalmalar suya kıyasla klor, hidrojen peroksit ve ozon çözeltilerine daldırma ile önemli ölçüde etkilenmiştir. Sonuçlar, domateslerdeki mankozeb kalıntılarının azaltılması için en etkili tedavinin, 20 dakika boyunca 100 m/L' de klor çözeltisine daldırılma olduğunu göstermiştir.

Lozowicka ve ark. (2014), çalışmasında brokoliden çeşitli işleme yöntemleri ile beş fungisit kalıntısının uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Azoxystrobin, boscalid, iprodione, metalaxyl ve pyraklostrobin konsantrasyonları üzerine klorlu ve ozonlu su ile yıkama, haşlama ve pişirmenin etkisi, uygulamadan sonra iki hafta boyunca deneysel parsellerden toplanan brokoli numuneleri üzerinde incelenmiştir. Beş pestisitin analizi, nitrojen-fosforlu gaz kromatografisi ve elektron yakalama tespiti

(GC-NPD/ECD) ve numune hazırlama yöntemi olarak matris katı faz dağılımı ile gerçekleştirilmiştir. İşlenmemiş brokoli numunelerindeki fungisit seviyeleri 0.16-4.34 mg/kg bulunmuştur. Numunelerin ozonlu ve klorlu su ile yıkanması, pestisitlerin uzaklaştırılmasında pişirme kadar etkili olmadığı görülmüştür. Ozonlu ve klorlu su ile yıkama konsantrasyonu sırasıyla %49,0 ve %45,9'a kadar azaltmıştır. Haşlama ve pişirme, kalıntıları sırasıyla %50 ve %87'ye kadar azaltmıştır. Sonuçta pişirme işleminin brokoliden pestisitlerin uzaklaştırılmasında en büyük etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Chowdhury ve ark. (2014), çalışmalarının amacı Bangladeş bölgesinde dört farklı pazardan satın alınan patlıcanlarda (Solanum melongena) kalıntı pestisit düzeylerini belirlemektir. Karbamat ve organofosfor pestisit kalıntı seviyeleri, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmiştir. Gama radyasyonunun üç farklı sebze türünde (kırmızı biber, salatalık ve domates) pestisit giderimi üzerindeki etkinliği de incelenmiştir. Üç numuneninde Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen maksimum kalıntı seviyelerinin üzerinde kalıntıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Patlıcan örneklerinde üç karbamat (karbaril, karbofuran ve pirimikarb) ve altı organofosfat (fentoat, diazinon, parathion, dimetoat, fosfamidon ve pirimifos-metil) tespit edilmiştir; tespit edilen en yüksek karbofuran seviyesi 1,86 mg/kg iken, fentoat 0.311 mg/kg'da olduğu bulunmuştur. Gama radyasyonu, artan radyasyon dozları ile orantılı olarak pestisit seviyelerini azaltmıştır.

Osman ve ark. (2014), hurma meyvelerinden farklı daldırma süreleri ile farklı yıkama işlemlerinin klorpirifosun uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Sonuçlar klorpirifos gideriminin sırasıyla asetik asit, sitrik asit, hidrojen peroksit (H_2O_2), potasyum permanganat ($KMnO_4$) ve akan su ile arttığını göstermiştir.

Chen ve ark. (2014), klor dioksitin (CD) taze marulda ve sulu çözeltide forat ve diazinon kalıntılarını gidermedeki etkinliğini araştırmışlardır. Sonuçlar, musluk suyuna eklenen klor dioksitin (20 mg/L) musluk suyuyla yıkamaya kıyasla maruldaki forat ve diazinon giderimini önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermiştir. Sulu solüsyonlarda yapılan çalışma, klor dioksitin eklenmesinin, klor dioksitsiz musluk

suyundakinden sırasıyla %40-80 ve %10-20 daha fazla forat ve diazinon giderim oranlarını artırabileceğini, bu da klor dioksitinin her ikisinin de bozulmasına neden olabileceğini göstermiştir. Her iki pestisitin sulu çözeltilerde uzaklaştırılması, klor dioksitin konsantrasyonu, pH değeri, tedavi süresi, başlangıç konsantrasyonu ve pestisit türünden etkilenmiştir. Bozunma etkinliği, klor dioksitin konsantrasyonu ve tedavi süresi ile artmış ve her iki pestisitin de en düşük giderim oranları, pH 4.6'da sulu çözeltide elde edilmiştir.

Abdullah ve ark. (2016), ıspanakta pestisit kalıntılarının çözünmesi için musluk suyu ile birlikte farklı konsantrasyonlardaki kimyasal çözeltilerin (asetik asit, sitrik asit, hidrojen peroksit, sodyum klorür ve sodyum karbonat) etkinlikleri incelemişlerdir. İmidakloprid ve asetamaprid kalıntıları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yoluyla belirlenmiştir. Sonuçlar, imidakloprid ve asetamaprid kalıntılarında en yüksek azalmanın asetik asit (%10) çözeltisinde %83-87 bulunmuştur. En düşük kalıntı azalması sodyum karbonat çözeltisinde (%4) %27-29 oranında bulunmuştur. Ayrıca musluk suyu imidakloprid ve asetamaprid kalıntılarını %23-27 oranında azaltmıştır. Elde edilen bulgulardan, işlenmiş sebzelerde pestisit kalıntılarını en aza indirmek için asetik asit ve sitrik asit ile yıkama işlemlerinin musluk suyu ile birlikte kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Lozowicka ve ark. (2015), musluk ve ozon suyu ile yıkama, ultrasonik temizleme ve kaynatma işlemlerinin farklı işlem sürelerinde (1, 2 ve 5 dk) taze çileklerde 16 pestisitin (on fungisit ve altı insektisit) kalıntı seviyelerine etkilerini araştırmışlardır. Ozonlu suyla yıkamanın (%36,1'den %75,1'e düşüş) musluk suyuyla yıkamaya (%19,8'den %68,1'e düşüş) göre daha etkili olduğu görülmüştür. Kaynatma, çoğu bileşiğin kalıntılarını %42,8 ile %92,9 arasında değişen oranlarda azaltmıştır. Ultrasonik temizleme, analize tabi tutulan pestisitlerin kalıntılarını %91,2'ye varan oranda azaltmıştır. Veriler, ultrasonik temizleme ve kaynatma işleminin taze çileklerde pestisit kalıntısının azaltılması için en etkili işlemler olduğunu göstermiştir.

Andrade ve ark. (2015), çalışmasında domateslerde basit yıkama prosedürlerini kullanarak kalıntıların azaltılmasını araştırmışlardır. Su ile yıkama, %10 sirke solüsyonu ile yıkama ve %10 sodyum bikarbonat solüsyonu ile yıkama gibi ev tipi işlemlerin asetamiprid, azoksistrobin, diflubenzuron, dimetoat, fipronil pestisit kalıntı seviyeleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için bir araştırma yapılmıştır. Altı tekrarlı yıkama uygulamalarının ve kontrolün etkisi, değerlendirilen tüm pestisitler için önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Ancak yıkamaya rağmen, fipronil kalıntıları domates örneklerinden uzaklaştırılamamıştır. Genel olarak, su veya diğer solüsyonlarla yıkamanın ve tüketimden önce soymanın domateslerde pestisit kalıntılarını azalttığı gösterilmiştir.

Noh ve ark. (2015), çalışmalarında kurutmanın kırmızı biberde bulunan dokuz pestisit (klorfenapir, klotianidin, diethofenkarb, folpet, imidakloprid, indoksakarb, metomil, metoksifenozid ve tetrakonazol) üzerindeki etkilerini incelenmişlerdir. Kurutma, klotianidin, dietofenkarb, imidakloprid ve tetrakonazolde büyük bir azalmaya (%37-49) neden olmuş; metomil ve metoksifenozidde orta dereceli azalmalar görülmüş (%16 ve 22); klorfenapir, folpet ve indoksakarb düzeylerini ise etkilememiştir.

Pirmoghani ve ark. (2015), Hamadan'da sera hıyarında ethion insektisit kalıntıları ve tüketim öncesi miktarlarının azaltılmasında bazı prosedürlerin etkileri araştırmışlardır. Rastgele seçilmiş seralardan toplanan numuneler, 2 dakika yıkama ve farklı saklama sürelerini içeren işlemler uygulanmış ve ethion kalıntıları üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Kalıntı konsantrasyonlarını ölçmek için HPLC yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta, bir saatlik püskürtmeden sonra maksimum ve minimum ethion kalıntılarının sırasıyla 1,63 ve 1,31 mg/kg olduğu görülmüştür; bu, izin verilen maksimum 0,5 mg/kg (MRL) sınırından daha yüksektir. 24 saat depolama ve yıkama (2 dakika) başlangıçtaki pestisit kalıntı miktarını sırasıyla %43,2 ve %52,7 azaltmıştır.

Đorđević ve ark. (2015), Pirimifos metil ile Saccharomyces cerevisiae ve klorpirifos metil ile Lactobacillus plantarum'un buğdayda fermantasyon sırasında bozunma davranışını incelemişlerdir. Her iki deney için de başlangıç

inokulum boyutları, pestisitlerin yayılma seviyesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değilken, tüm güçlendirme seviyelerindeki fermantasyon sıcaklıkları ile ilgili olarak en yüksek bozulmalar 30 °C'de meydana gelmiştir. Genel olarak, fermentasyon parametrelerinden bağımsız olarak, maya ile fermente edilmiş pirimifos metilin bozunma hızı sabitleri, MRL, 5MRL ve 15MRL pestisit ile kontamine olmuş numunelerde kontrol numuneleriyle karşılaştırıldığında %255-573, 56-116 ve 119-594 oranında artmıştır. Laktobasil ile fermente edilen klorpirifos metilin hız sabitleri sırasıyla %74-769, %59-237 ve %46-469 arttı. Bu sonuçlar, maya ve laktobasilin buğdayda pirimifos metil, yani klorpirifos metil yayılımını teşvik etmede önemli bir rol oynadığını kanıtlamıştır.

Cengiz ve ark. (2015), domateslerde klorpirifos-etil kalıntılarının azaltılmasında ısıl işlemin etkilerini araştırmışlardır. Klorpirifos-etil eklenmiş domates homojenatları, domates ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan sıcaklık değerlerinde (60-90 °C) çeşitli zaman aralıklarında (10-60 dakika) ısıl işleme tabi tutulmuştur. Örnek hazırlama için bir QuEChERS tekniği ve domates homojenatındaki klorpirifos-etil kalıntılarını analiz etmek için bir gaz kromatografi-elektron yakalama detektörü kullanılmıştır. Sonuçlar ayrıca bir gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi sistemi kullanılarak doğrulanmıştır. Klorpirifos-etil kalıntılarının azalma oranı, 60 dakika boyunca 90 °C'de %55,8 bulunmuştur.

Saravi ve ark. (2016), çalışmasında iki farklı serada yetiştirilen salatalıklar farklı zamanlarda mankozeb ve karbarile maruz bırakılmıştır. 10 günlük hasat öncesi periyot, su ve deterjanla yıkama, soyma, önceden belirlenmiş 4°C'de depolama (soğutma) ve fermantasyonun bitki dokularındaki kalıntı düzeylerinin azalmasına etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlar, pestisit uygulamasından 10 gün sonra toplanan numunelerdeki kalıntı düzeylerinin, pestisit uygulamasından 2 saat sonra toplanan numunelere göre önemli ölçüde düşük olduğunu göstermiştir. Salatalıktaki pestisit kalıntı düzeylerinin azaltılmasında mutfak uygulamalarının etkili olduğu bulunmuştur.

Rasolonjatovo ve ark. (2016), domateslerden metomil ve asetamiprid kalıntılarının azaltılması için 18 farklı ev yıkama solüsyonunun etkinliğini

araştırmışlardır. Temel ev solüsyonları, pestisitleri uzaklaştırmak için yıkama solüsyonu hazırlamak için kullanılmıştır. Bu çalışma sırasında domateslere pestisitler uygulanmış ve pestisitlere muamele edildikten sonra ev çözeltileri (distile su, asetik asit, sodyum klorür, etanol, sodyum bikarbonat, hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, sıvı sabun, peynir altı suyu, maden suyu, zemzem suyu, limon suyu, süt ve bunların kombinasyonları) ile yıkanmıştır. Sonuçlar, kontrol ile karşılaştırıldığında tüm yıkanan grupların kalıntılarında önemli azalmalar tespit edilmiştir. Her tür pestisit için yıkama solüsyonlarının etkinliğinin farklı olduğu görülmüştür. Aynı şekilde, yıkama solüsyonlarının karışımı, pestisitlerin giderilmesinde sinerjik bir etki göstermiş ve tek bir solüsyona kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Abdullah ve ark. (2016), karnabahardaki pestisit kalıntılarını en aza indirmek için çeşitli kimyasal çözeltilerin potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Numuneler, pestisit kalıntılarını azaltmak için musluk suyuyla birlikte çeşitli çözeltilerden geçirilmiştir. Daha sonra, özütlenen süpernatan, temizleme için aktif karbon tarafından takip edilen susuz sodyum sülfat içeren kolondan geçirilmiştir. Eluentler önce buharlaştırılmış ardından hafif azot akışı altında tamamen kurutulmuştur. Son olarak kalıntılar, elektron yakalama detektörü (GC-ECD) ile donatılmış gaz kromatografisi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, asetik asit (%10) solüsyonu ile yıkamanın endosulfan, bifenthrin ve cypermethrin kalıntılarını sırasıyla %41, %60 ve %75 oranında azalttığı bulunmuştur. Bununla birlikte, basit musluk suyu ile yıkama endosulfan, bifenthrin ve cypermethrin kalıntılarını sırasıyla %12, %14 ve %21 oranında azalmasını sağlamıştır. Sonuç olarak çeşitli çözeltiler arasında, asetik asit, maksimum indirgeme potansiyelini, ardından sitrik asit, hidrojen peroksit, sodyum klorür ve sodyum karbonat çözeltileri göstermiştir. Endosulfan, bifenthrin ve cypermethrin kalıntılarının eliminasyonu için çeşitli solüsyonlarla azalma yüzdesi sırasıyla %12 ila 41, %14 ila 60 ve %21 ila 75 arasında değiştiği görülmüştür.

Heleno ve ark. (2016), çalışmasında pH 4.0, 7.0 ve 9.0'da hasat sonrası yıkama işlemi olarak ozonlu ve ozonsuz sulu çözeltiler, klorotalonili patateslerden çıkarmayı amaçlamışlardır. pH'tan bağımsız olarak, sulu ozon çözeltileri ile muamele, patateste bulunan pestisitin %70-76'sını ortadan kaldırmıştır. Ozonsuz işlemlerde, patateslerde

klorotalonil kalıntılarının ortalama uzaklaştırma yüzdesi sadece %36 bulunmuştur. 24 gün boyunca, sulu ozon solüsyonlarıyla yıkanan patateslerin kalitesi, saf suyla yıkananlardan önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.

Velioğlu ve ark. (2016), çalışmasında domatesler, laboratuvar ölçekli bir çalışmada iki farklı tarım ilacı (klorpirifos ve azoksistrobin) ile muamele edildikten sonra su ve ozon kabarcıklı suda yıkama işlemi yapılmıştır. Bu yıkama işlemlerinin pestisit kalıntısı giderimi, askorbik asit ve renk üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Klorpirifos, bu uygulamalardan bağımsız olarak azoksistrobin ile karşılaştırıldığında daha kolay giderilmiştir. Su ve ozon kabarcıklı su işlemleri, 5 dakikalık işlem süresinden sonra azoksistrobin içeriğinde %4,4, 13 ve 39 azalma ile sonuçlanırken, aynı işlemler 30 saniyelik işlem süresinde sırasıyla %74, 77 ve %86 klorpirifos azalmasına neden olmuştur. Uygulanan işlemlerin askorbik asit kayıpları ve renk değişiklikleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır.

Han ve ark. (2016), börülcedeki altı pestisit kalıntısının (izoprokarb, klorpirifos, bifentrin, beta-cypermethrin, difenokonazol ve azoksistrobin) farklı pH'lı alkali elektrolize su (AIEW) çözeltileriyle indirgenmesini araştırmışlardır. Karşılaştırma için ev tipi işlemede yaygın olarak kullanılan yıkama işlemleri kullanılmıştır. Kalıntı büyüklükleri, tandem kütle spektrometrisi (GC-MS/MS) ile birleştirilmiş gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. Sonuçlar, elektrolize su solüsyonunun pestisitler üzerindeki uzaklaştırma etkisinin musluk suyu, %5 sodyum klorür, %5 sodyum karbonat ve %5 asetik asit solüsyonundan daha üstün olduğunu göstermiştir. PH 12.2'ye sahip elektrolize su (AlEW), börülcedeki altı pestisiti ortadan kaldırmak için daha fazla potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, yıkama süresinin artmasıyla pestisit kalıntılarının azalması kademeli olarak artmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, taze börülce numunelerinde pestisit kalıntılarını azaltmak için pH 12.2 olan elektrolize su (AIEW) çözeltisinin kullanılabileceği görülmüştür.

Swami ve ark. (2016), elma meyvelerinden klorpirifos, cypermethrin, azoksistrobin, heksakonazol, metil parathion ve klorotalonil olmak üzere altı pestisitin detoksifikasyonu için ozonlu suya daldırma tekniğini araştırmışlardır. 15 dakikalık

ozonlama, test pestisitlerinin kalıntılarını %26,91 ila %73,58 aralığında azaltırken, 30 dakikalık ozonlama, pestisit kalıntılarını yıkama ile kıyasla daha yüksek oranda uzaklaştırılabilmiştir. Cypermethrin hem yıkama hem de ozonlama yoluyla en az uzaklaştırılan pestisit olmuştur. Klorotalonil, klorpirifos ve azoksistrobin, 30 dakikalık bir ozonlama döneminde %71,45-95.14'e kadar uzaklaştırılmıştır. Sonuçlar, ozonlamanın tek başına yıkamaktan daha iyi olduğunu ortaya koymuştur.

Cengiz ve ark. (2017), çalışmasında domates örneklerinde kaptan, thiamethoxam ve metalaxyl kalıntılarının azaltılmasında düşük yoğunluklu elektrik akımı (EC) ve ultrason (US) uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Çeşitli zaman aralıklarında (2, 4, 6, 8 ve 10 dk) üç farklı EC akımı (200, 800 ve 1400 mA) uygulanmıştır. Ultrason etkinliğinin belirlenmesi için 40 kHz'de ultrasonik banyo (UB) ve 24 kHz'de ultrasonik prob (UP) dahil olmak üzere iki tür US tedavisi test edilmiştir. Ayrıca US'nin EC tedavileri üzerindeki sinerjik etkileri değerlendirilmiştir. Kaptan, tiyametoksam ve metalaksil kalıntılarının indirgenmesi için en etkili koşullar sırasıyla 1400 mA + 40 kHz, 800 mA + 24 kHz ve 1400 mA + 24 kHz idir. Kaptan, tiametoksam ve metalaksil kalıntıları, bu kombinasyonlar kullanılarak sırasıyla %94,24, %69,80 ve %95,06 oranında azaltılmıştır. Elektrik akımı (EC) ve ultrason (US) stratejileri, sebzelerden pestisit kalıntılarının uzaklaştırılması için endüstriyel ölçekte etkili uygulamalar olduğu görülmüştür.

Wanwimolruk ve ark. (2017), çalışmasının amacı Tayland'da satılan lahana ve domateslerde pestisit kalıntılarını belirlemek ve sebzeleri akan su yöntemiyle yıkamanın pestisit kalıntılarını giderip gideremeyeceğini değerlendirmektir. Bangkok bölgesindeki pazarlardan 82 lahana ve 100 domates örneği toplanmıştır. GC-MS/MS ile 42 pestisit için ekstrakte edilmiş ve nicel olarak analiz edilmiştir. Lahana numunelerinin tamamında pestisit kalıntıları tespit edilmiştir. Bu numunelerin, önerilen MRL'yi aşan seviyelerde pestisit içerdiği tespit edilmiş ve %100 MRL aşım oranına sahip olduğu görülmüştür. Tüm domates numunelerinde de pestisit kalıntıları tespit edilmiş ancak domates numunelerinde MRL aşım oranı %82 bulunmuştur. Lahanaların akan su altında yıkanması, karbofuran kalıntılarını %93 oranında ve dimetoat kalıntılarını %65 oranında önemli ölçüde azaltmıştır. Buna

karşılık, akan su yönteminin, domates örneklerinde pestisit kalıntılarını önemli ölçüde azaltmadığı görülmüştür.

Heshmati ve ark. (2017), çalışmalarında domates üzerine püskürtülen diklorvosun (DDVP) çeşme, ozonlu su (2, 4 ve 6 mg ozon/L dozlarında), ticari bir deterjan solüsyonu (1, 2 ve %3 konsantrasyonda) ile yıkanarak uzaklaştırılmasını amaçlamışlardır. Yıkama işlemleri DDVP'nin önemli ölçüde azalmasını sağlamıştır. Yıkama süresi, ozon dozu ve deterjan çözeltisi konsantrasyonunun yanı sıra ultrasonik güç DDVP'nin giderilme oranlarını etkilemiştir. Musluk ve ozonlu su, deterjan solüsyonu ve ultrasonik temizleyici ile 15 dakika yıkamadan sonra DDVP'nin maksimum uzaklaştırma yüzdesi sırasıyla %30,7, %91,9, %70,7 ve %88,9 bulunmuştur. Genel olarak musluk suyu, ozonlu su, deterjan solüsyonu ve ultrasonik temizleme ile yıkamanın gösterdiği sonuçlar, DDVP'nin domatesten çıkarılması ve ürün kalitesini etkilemeden diyet maruziyetinin azaltılması için etkili yöntemler olmuştur.

Souza ve ark. (2017), havuçta difenokonazol ve linuron'u uzaklaştırmak için gaz ve suda çözünmüş ozon (O_3) işlemlerini optimize etmeyi amaçlamıştır. Tedavilerin etkinliğini belirlemek için O_3 konsantrasyonu, sıcaklık ve tedavi süresi parametleri değerlendirilmiştir. Sıcaklık tedavilerin etkinliğini etkilememiştir. Pestisitlerin uzaklaştırma yüzdesi, ozon konsantrasyonu ve uygulama süresindeki artışla birlikte artmıştır. O_3 uygulaması, O_3 'ün gaz halinde ve suda çözündüğü uygulamalarda, yaklaşık 120 dakika maruz kaldığında, pestisitlerin %80'inden fazlasının giderildiği tespit edilmiştir. Depolamadan sonra pestisit giderimi difenokonazol için %98, linuron için %95'ten daha yüksek olmuştur.

Yang ve ark. (2017), çalışmasında ticari ve ev yapımı yıkama maddelerinin elmalardan yüzey ve içselleştirilmiş pestisit kalıntılarının uzaklaştırılmasındaki etkinliği araştırılmıştır. Pestisit kalıntılarının uzaklaştırılmasında farklı yıkama ajanlarının etkinliğini belirlemek için yüzeyi güçlendirilmiş Raman saçılımı (SERS) haritalama ve LC-MS/MS yöntemleri kullanılmıştır. Yüzey pestisit kalıntıları, musluk suyu veya Clorox ağartıcı ile karşılaştırıldığında, sodyum bikarbonat (kabartma tozu,

$NaHCO_3$) çözeltisi ile en etkili şekilde uzaklaştırılmıştır. Elmalar üzerindeki yüzey pestisit kalıntılarının giderilmesinde $NaHCO_3$ yöntemi daha etkili olmuştur. Tüm pestisit kalıntılarını ortadan kaldırma yönteminin etkinliği, pestisitler meyvenin daha derinlerine nüfuz ettikçe azalmıştır. Pratik uygulamada, elmaları $NaHCO_3$ çözeltisi ile yıkamakla, pestisitlerin çoğunlukla yüzeyden azaltabildiği tespit edilmiştir.

Camcı (2017), tarafından yapılan çalışmanın amacı, farklı örnekleme aralıkları ile sera koşullarında kalıntı miktarına göre yöntemin etkinliğini belirlemek ve pestisit azaltma yöntemlerinden en etkili olanı tespit etmektir. Bu çalışmada bitki olarak domates seçilmiş ve en çok kullanılan pestisitlerden Lambda cyhalothrin ve Indoxacarbas etken maddeleri seçilmiştir. Bu pestisitlerin serada yetiştirilen domateslere uygulanmasından sonra dinamik bitki alım modeli ile farklı günlerde alınan farklı örneklerle pestisitlerin bozunma hızları hesaplanmıştır. Ayrıca kalıntı giderme etkinliklerini tespit etmek amacıyla örnekler çeşme suyu ile yıkama, kabuk soyma, 1,5 ve 10 dk süreyle ozonlu su ile yıkama işlemlerine tabi tutulmuş ve boric acid, boraks, colemanite, etidot, BYA 12 ve BYA 8 ile yıkanmıştır. Kalıntı gidermede en etkili yöntemlerin yıkama, ozonla yıkama (5 dk), ozonla yıkama (1 dk), BYA 12, etidot, ozon (10 dk), BYA8, boric acid, colemanite ve boraks dekahidrat ile yıkama olduğu bulunmuştur.

Rodrigues ve ark. (2017), çalışmalarında domateslerin pestisit kalıntısı kontaminasyonunu en aza indirmede çeşitli ev uygulamalarının (su veya asidik, alkali ve oksitleyici solüsyonlarla yıkama ve soyma) etkinliğini ve ayrıca işlenmiş meyvenin kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Testler, iki sistemik fungisit (azoxystrobin ve difenoconazole) ve bir kontak fungisit (klorotalonil) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Domateslerin suyla yıkanması işlemi, yaklaşık olarak klorotalonilin %44, difenokonazolun %26 ve azoksistrobinin %17 oranında azalttığı görülmüştür. Sodyum bikarbonat (%5) ve asetik asit (%5) çözeltileri pestisitlerin %68 ila 88'ini; soyma işlemi kalıntıların %32 ila %83'ünü ortadan kaldırmıştır. Yıkama solüsyonları, asitlik ve renk dahil olmak üzere bazı meyve kalite parametrelerini değiştirmiş ve ayrıca kilo kaybına neden olmuştur. Asetik asit (%0,15 ve %5) ve

hipoklorit (%1) çözeltileri bu parametreler üzerinde en büyük etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Basançelebi, (2017), tarafından yapılan çalışmada elektrik akımının ve ultrases uygulanmasının kalıntı giderme üzerine ortak etkiler doğurabileceğini düşünerek 24 ve 40 kHz frekanslarda ultrases işlemi ile 0.2, 0.8 ve 1.4 A akımlarda elektroliz ünitesini birleştirerek denemeler gerçekleştirmiştir. Örneklerdeki pestisit kalıntılarını QuEChERS yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve GC-ECD ile kalıntı miktarları tespit edilmiştir. Kalıntıları gidermede en etkili yöntemin ultrasonik destekli elektrosonikasyon uygulamasının (24 kHz ultrases+1,4 A elektrik akımı) 10 dakika süreyle uygulanmasıyla olduğu görülmüştür. En fazla giderim oranları domateste kaptan, tiametoksam ve metalaksil için sırasıyla %94,24, %69,80, %95,06, marulda ise sırasıyla %92,57, %81,99 ve %93,09 olarak saptanmıştır.

Maher ve ark. (2018), farklı konsantrasyonlarda domates meyvelerinde 0,4 ppm konsantrasyonlarda ozonlamanın cypermethrin ve chlorpyrifos pestisit kalıntılarının azalmasına etkisini araştırmışlardır. Homojenize domates meyvelerinden asetonitril ile QuEChERS yöntemi kullanılarak pestisit kalıntıları ekstrakte edilmiş ve tayini splitless enjektör ve HP-5 kapiler kolon kullanılarak GC-ECD üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak klorpirifos pestisit bozunmasının ozonlamaya cypermethrin kalıntılarından daha duyarlı olduğu görülmüştür. 0,4 ppm konsantrasyonda ozonlamanın klorpirifos ve cypermethrin kalıntılarının bozunması üzerindeki etkisi zamana bağlı olduğu, maruz kalma süresi arttıkça klorpirifos ve cypermethrin kalıntılarının bozunmasının arttığı tespit edilmiştir.

Rodrigues ve ark. (2019), çalışmalarında domateslerde mantar öldürücü azoxystrobin, chlorothalonil ve difenoconazole kalıntılarının uzaklaştırılması için geleneksel ev tipi işlemlerinin (saf suya ve %0,25 ve %1'de deterjan çözeltisine daldırma) ve ozon kullanılan iki işlemin (hem 1 hem de 3 mg/L'de köpüren O_3 ile suya daldırma ve ozonlu suya daldırma) verimlilikleri araştırmışlardır. Mantar ilaçları, mahsul için önerilen konsantrasyonda meyvelere püskürtülmüştür. Domateslerdeki ve yıkama solüsyonlarındaki kalıntılar, düşük sıcaklıkta bölme teknikleri ile ekstraksiyon

ve gaz kromatografisi ile analiz edilerek belirlenmiştir. Daha konsantre çözeltiler, pestisit kalıntılarının giderilmesinde daha etkili olmuşlardır. 3 mg/L'de ozonla fokurdatılan su, mantar öldürücüleri %70-90 oranında azaltmış ve kalıntı azaltmada en etkili yöntem olmuştur.

Noh ve ark. (2019), çalışmasında kırmızı biber tozunda piraclostrobin (%22,9 emülsifiye edilebilir konsantre [EC]) ve trifloxystrobin (%22 süspansiyon konsantresi [SC]) kalıntı pestisitlerinin özelliklerini, kırmızı biberde işleme ve azaltım faktörlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. İlaçlar açık alanda yetiştirilen kırmızı biber üzerine çift dozlarda 10 gün aralıklarla iki kez püskürtülmüş ve ardından numuneler toplanmıştır. Toplanan numuneler, fırında sıcak hava ile kurutma ve bir serada güneş ışığı altında yıkamadan kurutma olmak üzere iki kurutma yöntemiyle işlemden geçirilmiş ve numuneler analiz edilmiştir. Kırmızı biber ve işlenmiş ürünlerinde test pestisitlerinin geri kazanımı %70-120 olarak bulunmuştur. Su içeriği kırmızı biberde %79 ile %82 arasında, kurutulmuş kırmızı biberde ise %14 ile %16 arasında değişmektedir. Pestisit kalıntı analizinin sonuçları, iki kurutma yöntemi kullanılarak kurutulan kırmızı biberde test pestisitlerinin kalıntı konsantrasyonunun önemli ölçüde farklı olmadığını göstermiştir. Kuru kırmızı biberde piraclostrobin ve trifloxystrobinin işleme faktörleri sırasıyla 4.7 ila 5.5 ve 3.7 ila 5.4 arasında değişmiştir, bu da kurutulmuş kırmızı biberdeki kalıntı konsantrasyonunun kurutma ile arttığını göstermektedir.

Calvo ve ark. (2019), çalışmasında şeftali, nektarin ve kayısı yüzeyindeki siprodinil, tebukonazol ve iprodion kalıntılarını gidermek için elektrolize su (EW), klor dioksit (ClO_2) ve fotokataliz gibi oksitleyici ajanlar uygulanmıştır. Ayrıca, bu ajanların dezenfeksiyon kabiliyeti, sodyum hipoklorite alternatif olarak da test edilmiştir. Sonuçlar, pestisitlerin uzaklaştırıldığını göstermektedir. Sert çekirdekli meyveler oksitleme teknolojileri ile kullanılan işleme ve hedeflenen maddeye göre önemli ölçüde değişmektedir. Klor dioksit tüm meyvelerden tebukonazol kalıntılarını önemli ölçüde azaltmıştır (%60'tan fazla). Fotokataliz benzer şekilde iprodion kalıntılarını azaltmıştır (%50 ile %70 arasında). Bununla birlikte elektrolize su musluk suyuna benzer bir kalıntı azaltma yüzdesi elde etmiş fakat azaltma oranı %40'ı

geçmemiştir. Buna karşılık, elektrolize su yüzeysel mikrobiyotayı saptanamayan sayılara indirmiş ve ayrıca çürük meyve yüzdesini %32'den %7'ye düşürmüştür. Pestisit kalıntılarını ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaları azaltmak için soğuk depolama sırasında fotokataliz işlemini, ticarileştirmeden önce kalan mikrobiyal kontaminasyonu azaltmak için elektrolize su ile yıkama ile birleştiren bir stratejinin, hastalıkları önemli ölçüde azaltacağı ve çekirdekli meyvelerin insan tüketimi için güvenliğini sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Wu ve ark. (2019), çalışmasında kamkat, salatalık ve ıspanakta bulunan 10 tipik pestisit kalıntısı üzerinde musluk suyu, mikron kalsiyum çözeltisi, alkali elektrolize su (AlEW), ozon suyu, aktif oksijen ve sodyum bikarbonatın giderim etkilerini araştırmışlardır. Kalıntı büyüklükleri, QuEChERS ön-muamele yöntemiyle birlikte kromatografi-tandem kütle spektrometrisi (GC-MS/MS, LC-MS/MS) ile belirlenmiştir. Kamkat ve salatalık yıkamalarında, pH değeri yüksek, mikron kalsiyumlu ve aktif oksijenli alkali elektrolize su ile yapılan yıkamada pestisit kalıntılarının uzaklaştırma etkileri diğer yıkama solüsyonlarına göre daha iyi olmuştur. Sodyum bikarbonat çözeltisi, ozon suyu ve aktif oksijen çözeltisi, ıspanaktaki pestisit kalıntılarını azaltmada diğerlerinden daha etkili olduğu görülmüştür. Aktif oksijen solüsyonu, alkaliliği ve oksitlenebilirliği nedeniyle pestisitler için diğer işlemlerden daha iyi bir uzaklaştırma etkinliği göstermiştir. On pestisit arasında, piretroid pestisitleri daha yüksek bir uzaklaştırma oranına sahip olduğu bulunmuştur. Çıkarılması en zor olan klorpirifos olmuştur. Pestisitlerin çoğu için, pestisit kalıntı büyüklükleri, yıkama süresi arttıkça kademeli bir azalma göstermiştir. Sonuçlar, yıkama süresinin 15 dakikadan uzun olduğu durumlarda alkali çözeltilerin pestisit kalıntılarının azaltılmasında etkili olduğunu göstermiştir.

Ruengprapavut ve ark. (2019), araştırmasında salatalık ve biberden karbaril kalıntılarını gidermek için beş yıkama solüsyonunun (%0,1 $NaHCO_3$, %0,9 NaCl, DI su, %0,1 asetik asit ve %0.001 $KMnO_4$) etkinliğini karşılaştırmışlardır. Sebzeler 10 mg/L karbaril solüsyonunda 30 dakika bekletilmiş ve ardından 30 dakika beş yıkama solüsyonundan birinde yıkanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Karbaril kalıntı

düzeyleri, HPLC kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, her iki sebzeden de karbarilin çıkarılmasında %0.001 $KMnO_4$ 'ün en etkili olduğunu göstermiştir.

Çatak ve ark. (2020), çalışmasında pirimifos-metil kalıntısının kapya biberinde farklı yıkama uygulamaları ile azaltılmasını amaçlamışlardır. Kapya biberlerine 3 defa pirimifos-metil etkili böcek ilacı uygulanmıştır. Kapya biberler, son ilaç uygulamasının ilk üç gününde toplanmıştır. Sonrasında biberler; 2 ve 5 dakika boyunca musluk suyu, sitrik asit, asetik asit çözeltileri ve ultrasonik banyo ile yıkama uygulamalarından geçirilmişlerdir. Kalıntı analizleri, QuEChERS analiz metoduyla belirlenmiştir. Yıkama süreleri (2 ve 5 dk.) ve hasat zamanı arttıkça kalıntı miktarları azalmıştır. Yıkama uygulamalarının kalıntı gidermede etkinliklerinin ultrasonik yıkama, sitrik asit, asetik asit ve musluk suyu şeklinde olduğu görülmüştür. Pirimifos-metil için en düşük giderim 2 dakika süreyle çeşme suyu (%14,97) uygulamasında 2. günde alınan örneklerde olmuştur. En yüksek giderim ise 5 dakikalık ultrasonik yıkama ile (%87,16) 1. günde alınan numunelerde tespit edilmiştir.

Yang ve ark. (2020), çalışmalarında alkali elektrolize su çözeltileri ile kamkattaki tipik pestisit kalıntılarının giderilmesini araştırmışlardır. Pestisit kalıntılarını içeren örnekler, QuEChERS yöntemi uygulayarak ekstrakte edilmiş ardından GC-MS/MS ve LC-MS/MS kullanılarak belirlenmiştir. Analitik sonuçlar, elektrolize suyun çalışılan pestisit üzerindeki uzaklaştırma etkisinin pH değerine ve yıkama süresine bağlı olduğunu göstermiştir. Diğer yıkama solüsyonlarıyla karşılaştırıldığında, pH 12,5 olan elektrolitik su, pestisit kalıntılarının giderilmesi için en etkili yöntem olmuştur. Sonuç olarak, daha yüksek pH'da alkalin elektrolize su, meyve yüzeyindeki pestisit kalıntıları için potansiyel bir uzaklaştırma yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

Cap ve ark. (2020), çalışmalarının amacı, elektrolize suya (EW – 50 ppm serbest klor) kısa süreli maruz kalma sürelerinin (15, 30 veya 45 s) maruldaki Salmonella spp sayılarını ve imidacloprid konsantrasyonlarını önemli ölçüde azaltmak için yeterli olup olmadığını değerlendirmektir. Sonuçlar, 45 saniyelik elektrolize su tedavisinin Salmonella spp sayılarında 4 log CFU/g azalma ve imidakloprid konsantrasyonlarında

%48,57 azalma sağladığını göstermiştir. Kalite parametrelerine bakıldığında ne doku profili ne de lezzet işlemden etkilenmemiştir.

Yang ve ark. (2020), çalışmasının temel amacı, çeşitli gıda örneklerinde pestisit kalıntı seviyeleri üzerinde yıkama ve pişirme dahil olmak üzere evde yapılan işlemlerin etkisini araştırmaktır. Bu çalışma için 31 gıda maddesi seçilmiştir. QuEChERS ekstraksiyon yöntemi ve LC-MS/ MS tekniği kullanılarak 44 pestisit kalıntısı izlenmiştir. Sonuçlar, gıda ürünlerindeki kalıntı düzeylerinin yıkama ve pişirme sonrasında önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. Evde yapılan işlemlerin (yıkama ve pişirme), sinerjik bir şekilde pestisit kalıntılarını önemli ölçüde azalttığı veya ortadan kaldırdığı tespit edilmiştir. Bu uygulamaların, tüketicileri gıda ürünlerinde tespit edilen pestisit kalıntılarının olumsuz sağlık etkilerinden korumak için gerekli görülmüştür.

Yazdanpak ve ark. (2020), çalışmasının amacı, seralarda yetiştirilen hıyarlarda dört pestisitin kalıntı içerikleri üzerine yıkama, soyma ve depolamanın etkilerini değerlendirmektir. Hıyar örnekleri ilaçlama sonrası hasat edilmiş pestisit kalıntı konsantrasyonları belirlenmiştir. Alınan tüm numuneler 4°C'de depolama işleminde, pestisit azaltım miktarı ölçülmüştür. 1 kg numune hasattan sonra laboratuvara aktarılmıştır. Laboratuvarda numuneler plastik naylon içinde buzdolabında 4°C'de saklanmış ve karanlıkta muhafaza edilmiştir. 2, 5, 7, 10, 14, 17, 21. günlerde buzdolabından numuneler alınmış ve üzerlerinde toksinlerin ekstraksiyonu yapılmıştır. Depolama süresi arttıkça pestisit miktarında azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca tüm numuneler için bıçakla soyulmanın ve hatta deri kalınlığının pestisit giderilmesine etkisi değerlendirilmiştir. Dört pestisit kalıntısının ortalama seviyelerinin karşılaştırılması, soyulmuş ve soyulmamış numuneler arasında önemli bir farklılık göstermiştir. Bu işlemlerin etkisinin, pestisitlerin tipine ve etkilenen yerlere bağlı olduğu görülmüştür.

Słowik-Borowiec ve ark. (2020), çalışmasında 5 fungisitin (cyprodinil, difenoconazole, fluopyram, tebuconazole ve fludioxonil) kontaminasyonunu ortadan kaldırmanın en etkili yolunu belirlemek için yüksek sıcaklıktaki işlemler

(pastörizasyon/sterilizasyon ve kaynatma), düşük sıcaklıktaki işlemler (dondurma), mekanik işleme (soyma ve meyve suyu sıkma) ve su bazlı işlemler (musluk suyu ve ultrasonik yıkama ile yıkama) dahil olmak üzere çeşitli gıda işleme teknikleri ele alınmıştır. En etkili yöntem meyve suyu sıkma ve dondurma işlemi olmuştur. Ultrasonik yıkama ve kaynatma, sırasıyla %79 ila %84 ve %72 ila %78 arasında değişen pestisit kalıntılarını da önemli ölçüde gidermiştir. Musluk suyu ile yıkama, konsantrasyon seviyelerini %35–38 aralığında azaltmıştır. Bu çalışma, işlem sırasında pestisit seviyelerindeki büyük farklılıklar nedeniyle, pestisitlerin en az etkili ve öngörülemeyen dekontaminasyon yönteminin sterilizasyon ve pastörizasyon olduğunu göstermiştir.

Polat ve ark. (2020), tarafından yapılan çalışmada biberde bazı pestisitlerin (asetamiprid, klorpirifos ve formetanat hidroklorid) giderilmesinde yıkama işlemlerinin etkileri incelenmiştir. QuEChERS yöntemi, %13,41'lik nispi standart sapma (RSD) ile %104,91'lik ortalama geri kazanım sağlamıştır. Açık alanda yetiştirilen kapya biberlerine üç kez ilaçlama yapılmıştır. Biberler, uygulamaların 1. 2. ve 3. gününden sonra hasat edilmiştir. Sonrasında ise biber örnekleri çeşme suyu, asetik asit, sitrik asit ile yıkama ve ultrasonik temizleme işlemlerine (2 ve 5 dakika süreyle) tabi tutulmuşlardır. Üç farklı hasat zamanı ve iki farklı yıkama süresi baz alınarak, her yıkama işlemi için işleme faktörleri (PF'ler) ve azaltma oranları hesaplanmıştır. Artan işlem süresi ile yıkama işlemleri sırasında kalıntıların kademeli olarak azaldığı görülmüştür. Benzer şekilde, hasat zamanlarının ilerlemesi ile kademeli bir azalma kaydedilmiştir. Ultrasonik temizleme ve sitrik asit (%9) yıkaması diğerlerinden daha etkili olmuştur. Sistemik olmayan pestisitler (klorpirifos), sistemik olanlardan (asetamiprid) daha kolay bir şekilde uzaklaştırılmıştır. Benzer şekilde, yüksek oranda çözünür pestisitler daha yüksek azalma göstermiştir.

Polat ve ark. (2021), çalışmasında uygulanan yıkama işlemlerinin üzümler üzerindeki pestisit kalıntılarının azaltılmasına etkisini araştırmışlardır. Üzüm bağlarında dört kere tarım ilacı uygulanmıştır. Son pestisit uygulamasının 0., 2., 4. ve 7. günlerinde üzümler toplanmıştır. Hasat edilen üzümler musluk suyu, asetik asit, sitrik asit ve ultrasonik yıkama işlemleri uygulanmıştır. Yıkama işlemleri ve artan

yıkama süresiyle pestisit kalıntılarını azaltmıştır. İlerleyen hasat zamanlarıyla birlikte kalıntının giderilmesinin azaldığı görülmüştür. Asetik asit, sitrik asit ve ultrasonik yıkamanın; musluk suyu ile yıkamaya kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Rodrigues ve ark. (2021), çalışmalarında biberler bir deney alanında yetiştirilmiş ve iki sistemik (azoxystrobin ve difenoconazole) ve bir kontak (klorotalonil) fungisit ile muamele edilmiştir. Bu çalışmada ozonlu su ve evsel (distile su, deterjan, asetik asit, sodyum bikarbonat ve sodyum hipoklorit çözeltileri) yıkama prosedürleri ile dolmalık biberlerdeki fungisit kalıntılarını gidermenin en etkili yolunu bulmayı amaçlamışlardır. Meyvelerdeki ve yıkama solüsyonlarındaki kalıntılar, sırasıyla düşük sıcaklık bölmeli (SLE/LTP) katı-sıvı ekstraksiyonu ve düşük sıcaklık bölmeli (LLE/LTP) sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile belirlenmiş ve gaz kromatografisi ile analiz edilmiştir. Ozonlu su %67 ila %87 arasında değişen oranla fungisit kalıntılarını gidermesiyle en etkili arıtma yöntemi olmuştur. Bununla birlikte, daha düşük bir konsantrasyonda benzer muamele, sadece mantar ilacı kalıntılarını (%53 ile %75 arasında) verimli bir şekilde çıkarmakla kalmamış, aynı zamanda 13 günlük bir depolama süresi boyunca meyvenin kalitesini de korumuştur. Geleneksel solüsyonlar arasında %5'lik sodyum bikarbonat, dolmalık biberlerdeki mantar ilacı kalıntılarının %60 ila %81'ini ortadan kaldırarak meyvenin renk kalitesini etkileyen iyi bir verimlilik göstermiştir. Genel olarak, uygulanan işlemlerden sonra dolmalık biberlerde en çok etkilenen fizikokimyasal parametreler kilo kaybı, renk ve C vitamini içeriği olmuştur.

Liu ve ark. (2021), alkali ve asidik elektrolize su (AlEW, AcEW) uygulamasının, taze kesilmiş lahana, brokoli ve renkli biberin pestisit (phorat, chlorpyrifos, lambda-cyhalothrin, cyfluthrin, procymidon ve chlorothalonil) giderimi ve doku kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Alkali elektrolize su, renkli biberden pestisitleri verimli bir şekilde çıkarırken; asidik elektrolize su, lahana ve brokoliden pestisit giderme için en uygun uygulama olmuştur. Asidik elektrolize su mantar öldürücülerden daha fazla piretroid ve organofosfat kayıplarına neden olurken, alkali elektrolize su mantar öldürücüleri yok etmede daha başarılı olduğu bulunmuştur. Lahanadan en iyi pestisit giderimi (%72,28-%91.04) sürekli salınım işlemi ile elde edilirken, 20 dakikalık aralıklı salınımda brokoli (%72,28-%90,11) ve

renkli biber (%72,24-%88,12) için en iyi sonuçlar elde edilmiştir. 5-25 dakika boyunca elektrolize su ile muamele edilen numunelerde dokuda önemli bir bozulma tespit edilmemiştir. Sonuçlar, elektrolize su arıtımının, taze kesilmiş sebzelerden organofosfat, piretroid ve mantar ilacı kalıntılarının çıkarılmasında etkili olduğunu ve doku kalitelerini olumsuz yönde etkilemediğini göstermiştir.

Duman ve ark. (2021), çalışmasında farklı yıkama yöntemleriyle üzümlerde tebuconazole kalıntısının giderilmesi araştırılmıştır. Üzümler belirtilen pestisitle 4 defa ilaçlanmıştır. Son ilaçlamadan sonraki 1., 3., 5., 7., ve 14. günlerde üzümler toplanmıştır. Toplanan üzümlere farklı yıkama işlemleri uygulanmıştır. Tebukonazol kalıntılarının yıkama sürelerinin artması ve hasat döneminin ilerlemesiyle azaldığı görülmüştür. Kalıntı giderme oranları sırasıyla ultrasonik yıkama, asetik asit, sitrik asit ve musluk suyuyla yıkama şeklinde olmuştur. Başta maksimum kalıntı limitini aşan kalıntıların, yıkama uygulamalarından sonra maksimum kalıntı limitinin altına indiği tespit edilmiştir.

Sheikh ve ark. (2012), ev tipi işleme yoluyla bamyadan pestisit kalıntılarının uzaklaştırılma derecesini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bunun için üniversite çiftliğinde bamya mahsulü yetiştirilmiş ve önerilen dozlarda ilaçlama yapılmıştır. 24 saat sonra bamya hasat edilmiş, etiketlenmiş ve analizleri için (yıkama, deterjanla yıkama, güneşte kurutma ve pişirme gibi işlemler) laboratuvara getirilmiştir. Pestisit kalıntıları bamyadan solvente ayrıştırılarak ekstrakte edilmiş ve elüsyon için asetonitril kullanılarak C18 kartuşları/aktif kömür ile temizlenmiş ve ardından temizlenen kalıntılar HPLC-UV ile analiz edilmiştir. Verilerin analizi, imidaklopridin düşük dozlarda zararlılara karşı oldukça etkili olduğunu işlenmiş ve işlenmemiş bamya numunelerindeki kalıntılarının MRL'ler (0,5 mg/kg) içinde olduğunu ortaya koymuştur. Yıkanmamış bamyadaki 0.31 ppm imidakloprid kalıntıları, deterjanla yıkama (%73 giderme) ile 0.082 ppm'ye düşürülmüştür. Emamektin benzoat kalıntıları yıkanmamış bamyada yüksek bulunmuştur (0,2 ppm'lik MRL'lere karşı 0,51 ppm), ancak kalıntıları deterjanla yıkama ve ardından kızartma, termal dehidrasyon veya deterjanla yıkanmış bamyanın güneşte kurutulması yoluyla işlenerek MRL'nin altına düşürülmüştür.

Ama Sarada ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada sebzelerde pestisit kalıntılarının giderilmesine yönelik yöntemleri belirlemek, bu yöntemlerin etkinliğini değerlendirmek ve aralarından en uygun yöntemi belirlemek amaçlanmıştır. Domates (Lycopersicon esculentum) ve gotukola (Centella asiatica) daha önceki çalışmalara göre daha fazla pestisit kalıntısı içerdiğinden ve her ikisi de ağırlıklı olarak taze salata olarak tüketildiğinden bu çalışma için seçilmişlerdir. Numuneler Merkez Pazar, Kandy'den toplanmıştır. Domates ve gotukola için önerilen Fipronil, Thiamethoxam, Imidacloprid ve Pymetrozine pestisitleri için analiz yapılmıştır. Her sebzeden ikişer adet numune alınmış, ilk örnekte domatese 1000 ppm Fipronil ve gotukola 1000 ppm Pymetrozine eklenmiştir. İkinci örnekte, her iki sebzeye de dört pestisitin bir karışımı ile ayrı ayrı eklenmiştir. Eklenen her numune 4 parçaya bölünmüştür; bir kısım doğrudan kalıntı analizi için kontrol olarak tutulmuş ve diğer üç kısım uzaklaştırma yöntemlerine tabi tutulmuştur (musluk suyu ile 1 dakika iki kez yıkama, %3 tuz çözeltisine 10 dakika daldırma ve %4 sirke çözeltisine 10 dakika daldırma). Sonuçlara göre, sirke çözeltisinde en yüksek pestisit kalıntı giderimi görülmüştür. Tuz çözeltisi de önemli ölçüde azalma sağlamıştır. Musluk suyuyla yıkama hem domates hem de gotukoladaki dört pestisit için en düşük azalma yüzdelerini vermiştir. Sonuç olarak en iyi giderim sebzeleri %4 sirke çözeltisine 10 dakika daldırmak olduğu bulunmuştur.

Dimoski ve ark. (2021), çalışmasında elmalarında mekanik işlemler, taze, yıkanmış, soyulmuş ve ısıl işlem gibi farklı yöntemlerle hazırlanan elmalarda klorpirifos pestisit kalıntılarının varlığı belirlenmiştir. Bu amaçla elma örneklerinde farklı hazırlama yöntemlerinin ardından kalıntı ekstraksiyonu için QuEChERS yöntemi kullanılmış ve analizleri sıvı kromatografi-kütle spektrometrisi (LC-MS/MS) ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada nihai ürünlerdeki klorpirifos içeriğinin azaltılmasında soyma ve ısıl işlemin en etkili yöntem olduğu bulunmuştur.

Amir ve ark. (2021), çalışmalarında taze ve kimyasal olarak yıkanmış ıspanağın çeşitli yıkama işlemlerinde bulunan organoklorlu ve piretroid pestisit kalıntılarını maksimum kalıntı limitlerine göre değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Ispanakta çeşme suyu ile farklı konsantrasyonlarda yıkama solüsyonlarının (sitrik asit, asetik asit, sarımsak özü ve zencefil özü) kalıntıları azaltmasındaki etkinlikleri

araştırılmıştır. Sonuç olarak, asetik asit, zencefil özü ve sitrik asit karışımlarının işlenmiş ıspanakta pestisit kalıntılarını etkin bir şekilde azalttığı görülmüştür.

Amir ve ark. (2019), çalışmalarında; asidik çözeltiler (asidik asit ve sitrik asit), alkali çözeltiler (sodyum klorür ve sodyum karbonat) ve biyolojik çözeltiler (turp, zencefil, sarımsak ve limon özleri) gibi ev tipi işleme tedavilerinin etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Elektron yakalama dedektörü (GC-ECD) ve gaz kromatografisi ile ıspanaktaki pestisitlerin uzaklaştırılmasındaki etkinlikleri ölçülmüştür. Sonuçlar, %10 asetik asitli çözeltinin deltametrin, cypermethrin, klorpirifos ve endosülfandaki en büyük azalmanın sırasıyla (%79,68 ± %0,81), (%89,99 ± %0.12), (%94,21 ± 0.02%) ve (%70,32 ± %0.25) olduğunu göstermiştir. Asidik çözeltiler, pestisit kalıntılarının giderilmesinde alkali ve biyolojik çözeltilerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ıspanağın yıkama işlemlerine maruz kaldığında pestisit kalıntılarının önemli ölçüde azaldığı bulunmuştur.

Srivastava ve ark. (2021), bamyadaki dokuz pestisitin ekstraksiyonu için QuEChERS yöntemini optimize etmişlerdir. Dekontaminasyon işlemleri, yani akan musluk suyuyla yıkama, ılık suda (50-60°C), %1 NaCl, %2 CH_3COOH, %5 $NaHCO_3$, %0.01 $KMnO_4$ solüsyonlarında yıkama ve üç ticari formülasyon da on dakika süreyle yapılmıştır. Sonuçlar, önerilen ekstraksiyon yönteminin verimli, ucuz, doğru, hızlı ve kesin olduğunu ve pestisitlerin (asefate, asetamiprid, klorpirifos, cypermethrin, imidakloprid, thiamethoxam, profenofos, carbendazim ve tebuconazole) eş zamanlı nicel tespiti için uygun şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Bamyanın %2 asetik asit içinde yıkanması ve ardından yıkamanın tüm pestisitler için en iyi dekontaminasyon işlemleri olduğu kanıtlanmıştır. Test edilen diğer solüsyonlara kıyasla en yüksek giderimi göstermiştir.

Acoglu ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada farklı tipte toksik olmayan yıkama maddelerinin (çeşme suyu ve farklı konsantrasyonlarda asetik asit, sodyum karbonat, sodyum klorür, elma suyu ve üzüm sirkesi çözeltileri) abamektin, buprofezin kalıntıları üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Pestisit kalıntısı QuEChERS ekstraksiyonu ve ardından üçlü dört kutuplu kütle spektrofotometresi (LC-MS/MS) ile

donatılmış sıvı kromatografisi ile belirlenmiştir. İşlemlerin etkinlikleri en fazladan aza doğru sırasıyla alkali çözeltiler (%10 sodyum karbonat), asidik çözeltiler (%8 asetik asit), sirke çözeltileri, nötr çözeltiler (%10 sodyum klorür) ve musluk suyu olmuştur. Sonuç olarak, taze ürünlerde pestisit kalıntılarını azaltmak için evde kolaylıkla bulunabilen ev solüsyonları tercihen musluk suyu ile birlikte sodyum karbonatın kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Yiğit (2021), doktora tezi çalışmasında Türkiye ve Avrupa ülkelerinde çilek yetiştiriciliğine izin verilen on üç etken madde kullanılmıştır. Çileklerin yıkanması, pastörize edilmesi ve soğukta muhafaza edilmesi sonrasında pestisit kalıntı değişimleri belirlenmiştir. Ayrıca çilek püresi -18±2 °C 'de, pastörize püre ise farklı sıcaklıklarda (-18, 4 ve 20 °C) depolanmış ve değişimler belirlenmiştir. Pastörizasyon uygulamasında işleme faktörü en yüksek ve en düşük olarak sırasıyla tebufenpirad (Pf:1.20) ve tetrakonazol (Pf:0.81) olmuştur. Soğuk depolama işlemi sonunda piraclostrobin tespit edilemezken, tiakloprid ve penkonazole hesaplama limitinin altında kalmıştır. Pirimetanil ve tebufenpirad miktarlarında değişme görülmemiştir. Azoksistrobin, tetrakonazol, kresoxim methyl ve boskalid kalıntıları sırasıyla %3,8, %25, %36,4 ve %10,9 azalmıştır. Çilekte uygulanan yıkama işlemlerinin azoksistrobinde %3,8, pirimetanilde %4,2, bupirimatta %4,5, kresoxim-metilde %9,1, boscalidde %10,9, piraklostrobinde %15,5, tetrakonazolde %16,7 ve Tiaklopridde %26,2 oranında kalıntılarını azalttığı tespit edilmiştir. Çileğin dört günlük depolamadan sonra işlenmesi, pestisitlerin uzaklaştırılmasını daha da artırmıştır. Uzun depolamada sürelerinde kalıntılarında +20±2°C 'de en fazla ve en hızlı düşüşün olduğu görülmüştür ayrıca pastörizasyon işleminin etkisiyle bu düşüşün yavaşladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, pestisit bozunma değişikliklerinin kimyasal özelliklerine, tarımsal emtianın kendisine, ortaya çıkan ürüne, işleme ve depolama koşullarına bağlı olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

Çalışmada Şanlıurfa'daki yerel bir marketten 2022 yılı mart ayında temin edilen, aynı tür ve büyüklükte olan elmalar kullanılmıştır. Elmaların bir kısmı analiz edilmiş ve çalışacağımız cypermetrin ve spirotetramat kalıntılarını içermediği görülmüştür.

3.1.1. Standart maddeler ve kimyasallar

Bu çalışmada, elmada kullanılan 2 farklı pestisit etken maddesi içeren (spirotetramat, cypermetryn) zirai ilaçlar tercih edilmiştir. Asetonitril (%99,9), Magnezyum sülfat heptahidrat, Sodyum Asetat, Asetik Asit, Graphitized Carbon Black ve Metanol (%99,9) Merck'den, Primary Secondary Amine (PSA) ise Varian'dan alınmıştır.

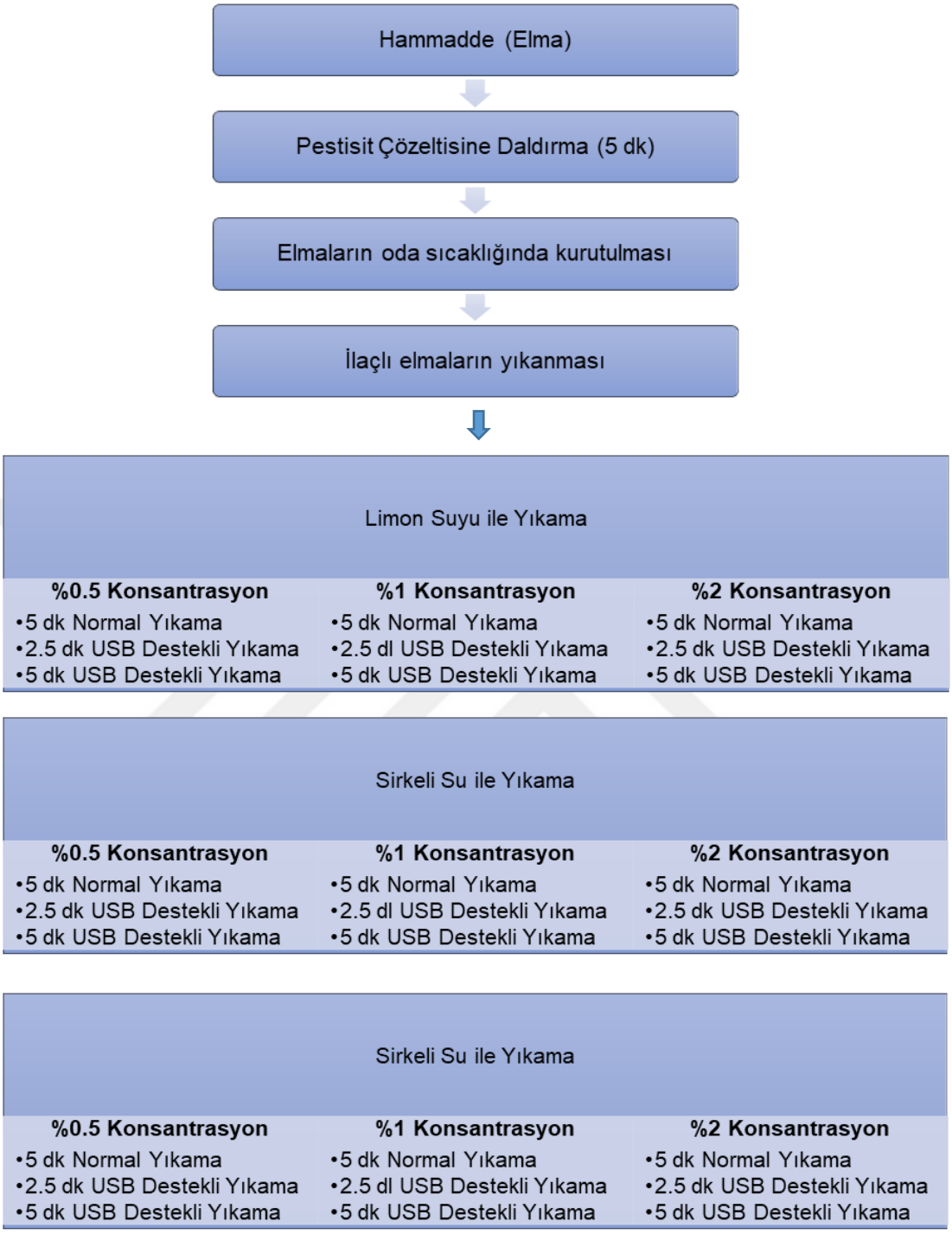
3.1.2.Cihaz ve gereçler

Elma örneklerindeki pestisit kalıntılarının belirlenebilmesi için, Shimadzu marka, 8030 model, (LC-20ADXR pompası, CBM-20 Alite kontrolörü SIL-20ACXR otomatik örnekleyici, CTO-20ASvp kolon fırını) Sıvı kromatografi-Kütle spektrofotometresi (LC-MS/MS) (Kyoto, Japan), kullanılmıştır. Ultrases kaynağı olarak 35 kHz sabit frekansa sahip Bandelin Sonorex marka DT 512 H model ultrasonik su banyosu (USB) (Berlin, Germany) kullanılmıştır. Hettich marka santrifüj (Tuttlingen, Germany), Shimadzu marka, ATX224 model hassas terazi (Japan), Waring marka 8011 EB model blander (USA), Velp marka vorteks (Italy), vial (Agilent technologies), Falcon tüpleri (20 ve 50 ml) ve farklı hacimde mikropipetler kullanılan araç ve gereçlerdendir.

3.2.Yöntem

3.2.1. Elma numunelerinin hazırlanması

Elma numuneleri 5 dakika boyunca prospektüste belirtilen şekilde hazırlanan pestisit karışımı içinde bekletilmiştir. Daha sonra çözeltiden çıkarılarak kurumaya bırakılmıştır. Elmaların bir kısmı (Kontrol grubu) toplam kalıntı miktarının belirlenebilmesi için ayrılmıştır. Diğer elmalar farklı sürelerde farklı yıkama işlemlerine tabi tutulmuştur. Elmalara uygulanan farklı yıkama yöntemleri Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Elmalara uygulanan farklı yıkama işlemlerin şematik gösterimi

3.2.2. Pestisit karışımının hazırlanması

Cypermetrin ve spirotetramat pestisitlerinin konsantrasyon ve uygulama dozları Çizelge 3.1.'de belirtilmiştir. Bu iki pestisit elma numunelerine uygulanmadan önce tavsiye edilen dozlarına göre karıştırılarak hazırlanmıştır.

Çizelge 3.1. Pestisitlerin konsantrasyon ve uygulama dozları

Pestisitler	Marka	Konsantrasyon	Uygulama Dozu
Spirotetramat	Hektaş	100 g/L	50 ml/100 L
Cypermetryn	Bayer	250 g/L	20 ml/100 L

3.2.3. Ekstraksiyon işlemi

Elmalar öncelikle hazırlanan pestisit karışımında 5 dk boyunca bekletilmişlerdir. Ardından elmaların oda sıcaklığında bir gün boyunca kurumaları sağlanmıştır. Elmalar QuEChERS AOAC 2007:01 ekstraksiyon metoduna göre ekstrakte edilmiştir. Elmalar 2-3 dk yüksek hızda öğütülmüş, homojenize numuneden 15±0.2 g tartılmış 50 ml 'lik falcon tüplerine alınmıştır. %1'lik asetik asit içeren asetonitrilden 15 ml tüplere eklenmiş ve tüpler 1 dk süreyle kuvvetlice çalkalanmıştır. Daha sonra her bir tüpün içerisine susuz magnezyum sülfattan 6 g ve sodyum asetattan 1.5 g ilave edilerek karıştırılmıştır. 5000 rpm hızda 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen numunenin üst fazından 2 mL alınarak içerisinde 0.6 g susuz magnezyum sülfat ve 0.2 g PSA olan 20 mL'lik falcon tüpüne aktarılıp vortekste karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra tekrar 5000 rpm hızda 5 dakika boyunca santrifüj edildikten sonra üst fazdan şırınga ile alınmış ve 0.45 µm'lik şırınga uçlu filtreden geçirilerek viale aktarılmıştır. Estraksiyon işlemine ait görseller Şekil 3.2'de verilmiştir.

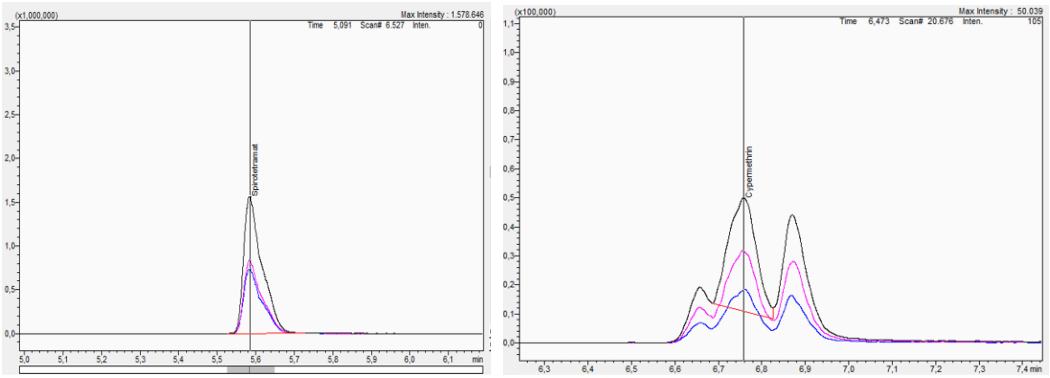


Şekil 3.2. Quechers metodu ile ekstraksiyon

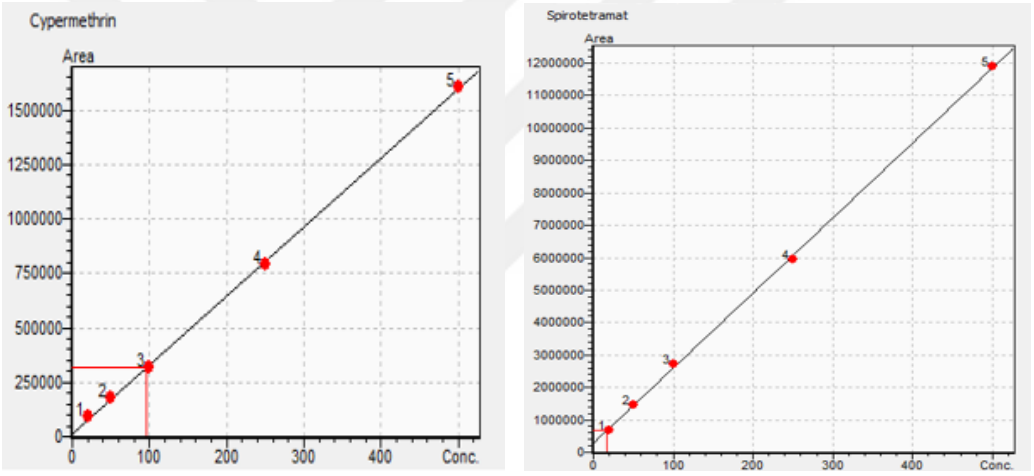
3.2.4. Kromatografik koşullar

Çalışmalarda, Shimadzu marka 8030 model, Likit kromatografi-Kütle spektrofotometresi kullanılmıştır. Kromotagrafik ayırımın sağlanmasında Inertsil ODS-4 C18 kolonu kullanılmıştır. Mobil faz A, su (10 mmol amonyum asetat içeren) Mobil faz B ise metanolden oluşmaktaydı. Maksimum basınç, 400 bar olacak şekilde ayarlanmıştır. Çoklu reaksiyon izleme modu kullanılarak kantitatif analizler

gerçekleştirilmiştir. Cypermethrin ve spirotetramat pestisitlerine ait pikler Şekil 3.3.'de, kalibrasyon grafikleri ise Şekil 3.4.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Spirotetramat ve Cypermethrine ait pikler

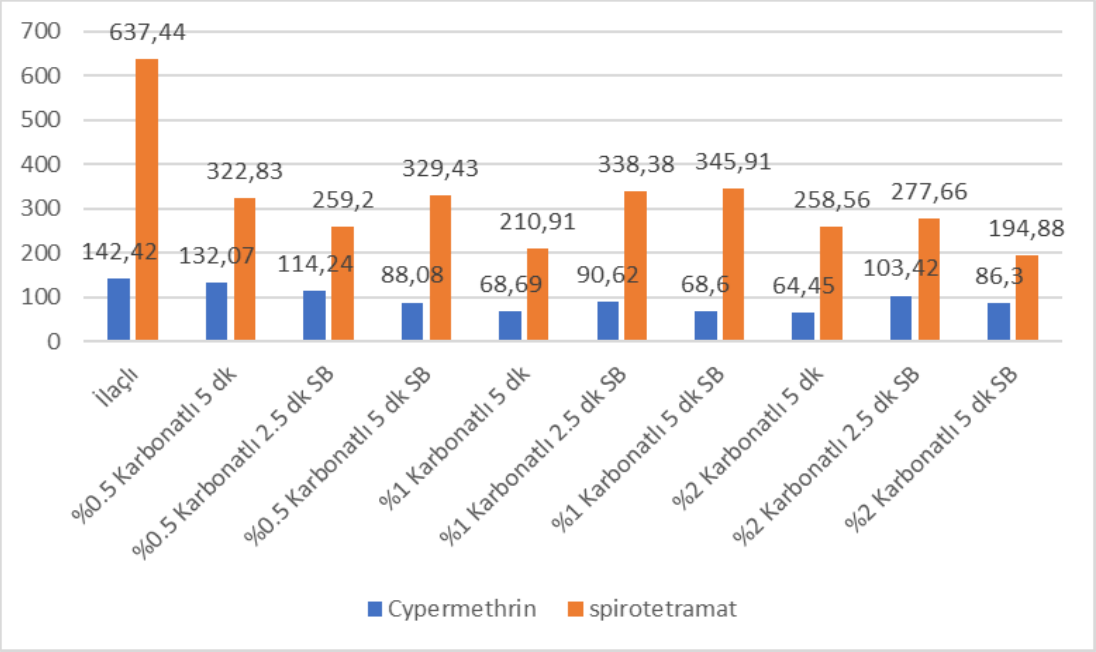


Şekil 3.4. Cypermethrin ve Spirotetramata ait kalibrasyon grafikleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Pestisitlerin Giderilmesinde Karbonat Çözeltisinin Etkisi

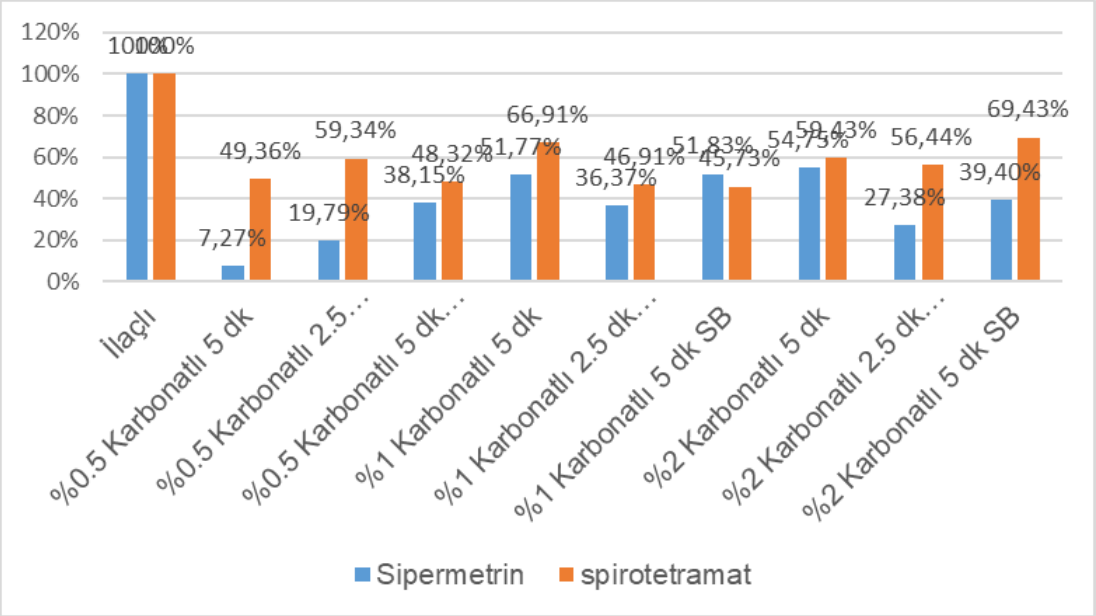
İlaçlı elma örnekleri ile ilaçlanmış ve farklı konsantrasyon, süre ve yıkama yöntemleriyle yıkanmış elma örneklerine ait kalıntı miktarları Şekil 4.1.'de verilmiştir. Şekil 4.1. incelendiğinde kontrol grubunda cypermethrin miktarının 142,42 µg/kg olarak tespit edildiği görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan karbonat çözeltileriyle, farklı süre ve USB destekli yıkama yöntemlerinin cypermethrin kalıntısında kontrol grubuna kıyasla önemli düzeylerde düşüşler sağladığı görülmüştür. Bu azalışların % olarak ifadesi Şekil 4.2.'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde %2 karbonatlı çözeltide 5 dk süreyle bekletmenin cypermethrin kalıntısını %55 oranında azalttığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.1. Karbonat çözeltisinin pestisit giderimindeki etkisi (µg/kg)

Şekil 4.1. incelendiğinde kontrol grubunda spirotetramat miktarının 637,44 µg/kg olarak saptandığı görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan karbonat çözeltileriyle, farklı süre ve USB destekli yıkama yöntemlerinin spirotetramat kalıntısında kontrol grubuna kıyasla önemli düzeylerde düşüşler sağladığı tespit

edilmiştir. Bu azalışların % olarak ifadesi Şekil 4.2.'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde spirotetramat kalıntısının ise %2'lik karbonatlı çözeltide, USB içerisinde ve 5 dk süreyle bekletilmeyle %69 oranında azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Karbonat çözeltisinin pestisitleri giderme oranları (%)

Wu ve ark. (2019), klorpirifos, miklobütanil, tebukonazol, bifentrin Lambda-sihalothrin, beta-sipermetrin, esfenvalerat, difenokonazol, asetamiprid, imidakloprid pestisit kalıntılarının %2'lik $NaHCO_3$ çözeltisinin 5 dk'lık uygulamasıyla kamkat meyvesinde %4-48, salatalıkta %7-48 ve ıspanakta %18-52 oranında azaldığını saptamışlardır. Cypermetrin pestisiti bizim de çalışmamızda kullandığımız ortak bir pestisittir. Bu pestisit kamkat meyvesinde %28 ve salatalıkta %7 oranıyla bizim çalışmamıza kıyasla oldukça düşük giderim göstermiştir. Buna karşın ıspanakta %51 oranıyla bizim çalışmamıza yakın bir değerde azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

Domateslerden metomil ve asetamiprid kalıntılarının giderilmesinde %5'lik $NaHCO_3$ çözeltisi sırasıyla %46 ve %31'lik bir etki göstermiştir. Bu değerler kendi çalışmamızda bulduğumuz değerlere kıyasla daha düşük olmuştur. (Rasolonjatovoa ve ark., 2016).

Acoğlu ve ark. (2021), portakalda abamektin, buprofezin, imazalil, tiyofanat-metil kalıntılarının %2'lik Na_2CO_3 çözeltisiyle sırasıyla %30, %22, %26, %47 ve %74 oranında giderildiğini tespit etmişlerdir.

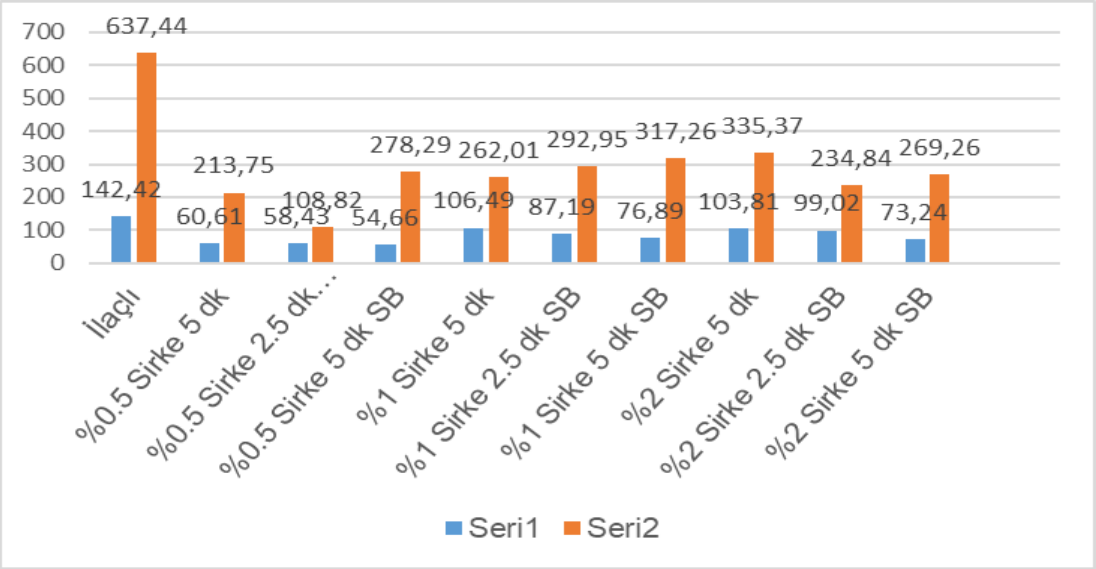
Abdullah ve ark. (2016), ıspanakta imidakloprid ve asetamaprid kalıntılarının %4'lük Na_2CO_3 çözeltisiyle sırasıyla %27 ve %29 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada ise %1.5'luk $NaHCO_3$ çözeltisi, azoxystrobin, difenoconazole ve klorotalonil kalıntılarında sırasıyla %27, %40 ve %69 oranında giderim sağlamıştır (Rodrigues ve ark. 2021).

Liang ve ark. (2012) salatalıktan triklorfon, dimetoat, diklorvos, fenitrothion ve klorpirifos kalıntılarının %2'lik Na_2CO_3 çözeltisiyle sırasıyla %87.8, %60.9, %54.8, %42.2 ve %64.2 oranında uzaklaştırıldığını belirlemişlerdir.

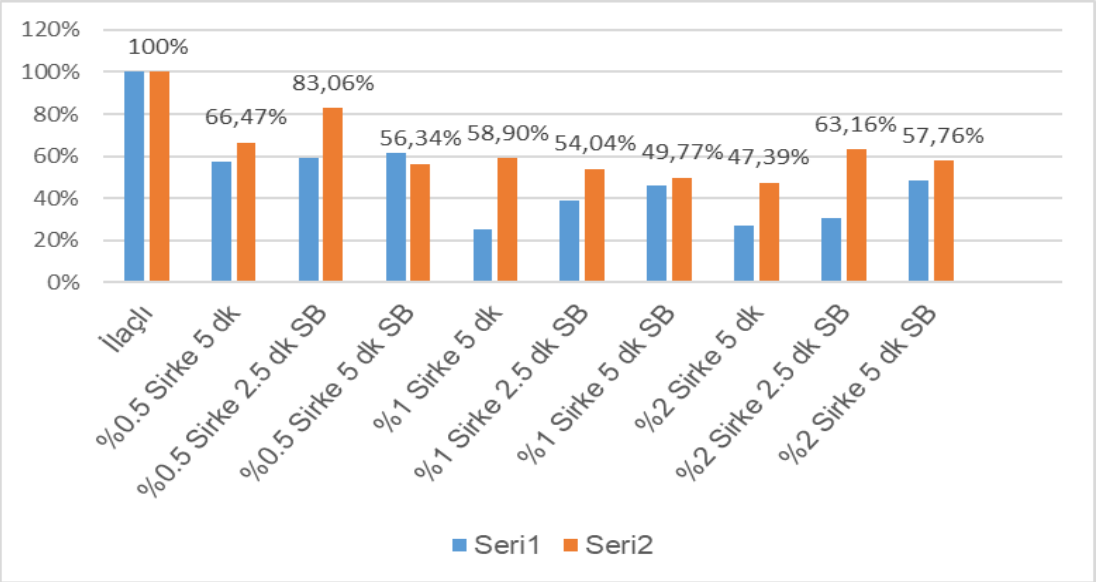
4.2. Pestisitlerin Giderilmesinde Sirke Çözeltisinin Etkisi

İlaçlı elma örnekleri ile ilaçlanmış ve farklı konsantrasyon, süre ve yıkama yöntemleriyle yıkanmış elma örneklerine ait kalıntı miktarları Şekil 4.3.'te verilmiştir. Şekil 4.3. incelendiğinde kontrol grubunda cypermethrin miktarının 142,42 µg/kg olarak tespit edildiği görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan sirke çözeltileriyle, farklı süre ve USB destekli yıkama yöntemlerinin cypermethrin kalıntısında kontrol grubuna kıyasla önemli düzeylerde düşüşler sağladığı görülmüştür. Bu azalışların % olarak ifadesi Şekil 4.4.'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde %0,5 sirkeli çözeltide, USB içerisinde ve 5 dk süreyle bekletilmeyle cypermethrin kalıntısını %62 oranında azalttığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.3. Sirke çözeltisinin pestisit giderimindeki etkisi (µg/kg)

Şekil 4.3. incelendiğinde kontrol grubunda spirotetramat miktarının 637,44 µg/kg olarak saptandığı görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan sirke çözeltileriyle, farklı süre ve USB destekli yıkama yöntemlerinin spirotetramat kalıntısında kontrol grubuna kıyasla önemli düzeylerde düşüşler sağladığı tespit edilmiştir. Bu azalışların % olarak ifadesi Şekil 4.4.'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde spirotetramat kalıntısının ise %0,5'lik sirkeli çözeltide, USB içerisinde ve 2,5 dk süreyle bekletilmeyle %83 oranında azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Sirke çözeltisinin pestisitleri giderme oranları (%)

Ama Sarada ve ark. (2021), domates ve yerel bir sebze olan Gatukola'da %4'lük sirke çözeltisinin Fipronil, Thiamethoxam, Imidacloprid ve Pymetrozine pestisitlerinde sırasıyla %87.58, %58.93, %30.95 ve %67.76 düzeyinde bir azalmaya neden olduğunu görmüşlerdir.

Andrade ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada domateslerde %10'luk sirke çözeltisi kullanılarak yapılan yıkamanın acetamipridde %93.0, thiomethoxamda %78.0 ve imidaclopridde %72.0 oranında azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Acoğlu ve ark. (2021), çalışmalarında portakalda bulunan abamektin, buprofezin, imazalil, tiyofanat-metil kalıntılarının asetik asit bazlı çözeltilerle sırasıyla %5-24, %24-58, %4-28, %32-60 ve %38-82 oranında giderildiğini tespit etmişlerdir. En fazla giderim %8'lik asetik asit çözeltisiyle tiyofanat-metil kalıntısında sağlanmıştır.

Randhawa ve ark. (2013), salatalık ve dolmalık biberde imidakloprid kalıntılarının giderimi için %9'luk asetik asit uygulamasının dolmalık biberde %68.78, salatalıkta ise %82.29 oranında azalmaya yol açtığını tespit etmişlerdir.

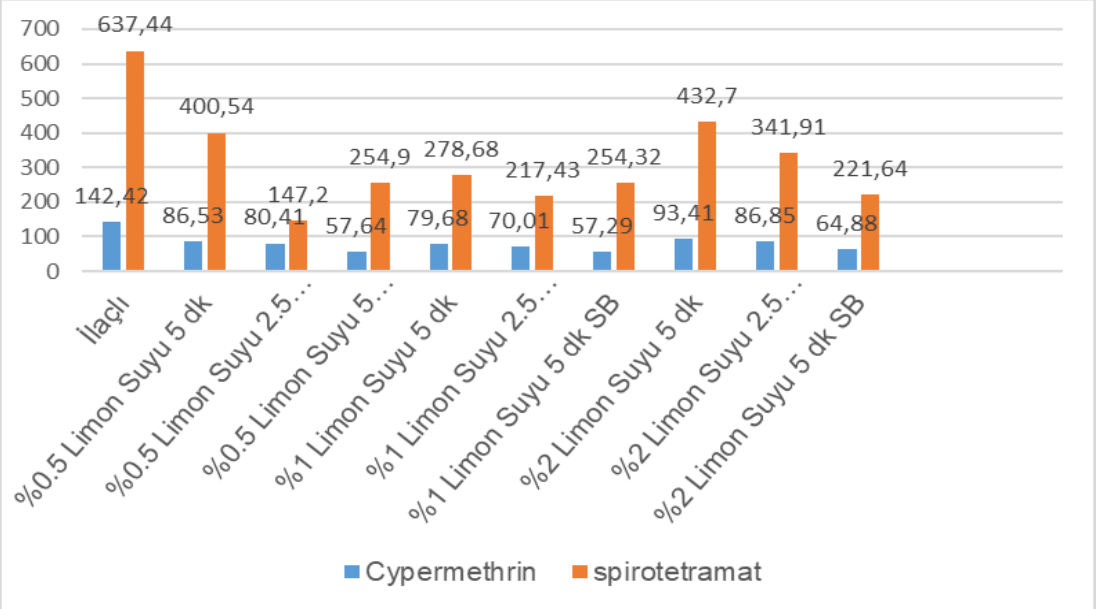
Ruengprapavut ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada salatalık ve biber örneklerinde carbaryl kalıntılarını gidermek %0.1'lik asetik asit çözeltsi kullanmışlardır. Uygulama sonucunda carbaryl kalıntısının salatalık numunesinden yaklaşık %60, biber numunesinden ise yaklaşık %21 oranında giderildiğini saptamışlardır.

Srivastava ve ark. (2021), bamyadaki dokuz pestisitin (asefate, asetamiprid, klorpirifos, cypermethrin, imidakloprid, thiamethoxam, profenofos, carbendazim ve tebuconazole) %2 asetik asitle yıkanması sonucu en iyi giderimin sağlandığını (%60-81.4) görmüşlerdir.

Yapılan bir çalışmada ıspanaktaki imidakloprid ve asetamaprid kalıntılarının asetik asit (%10) çözeltisiyle yıkamada sırasıyla %83 ve %87 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Abdullah ve ark., 2016).

4.3. Pestisitlerin Giderilmesinde Limon Çözeltisinin Etkisi

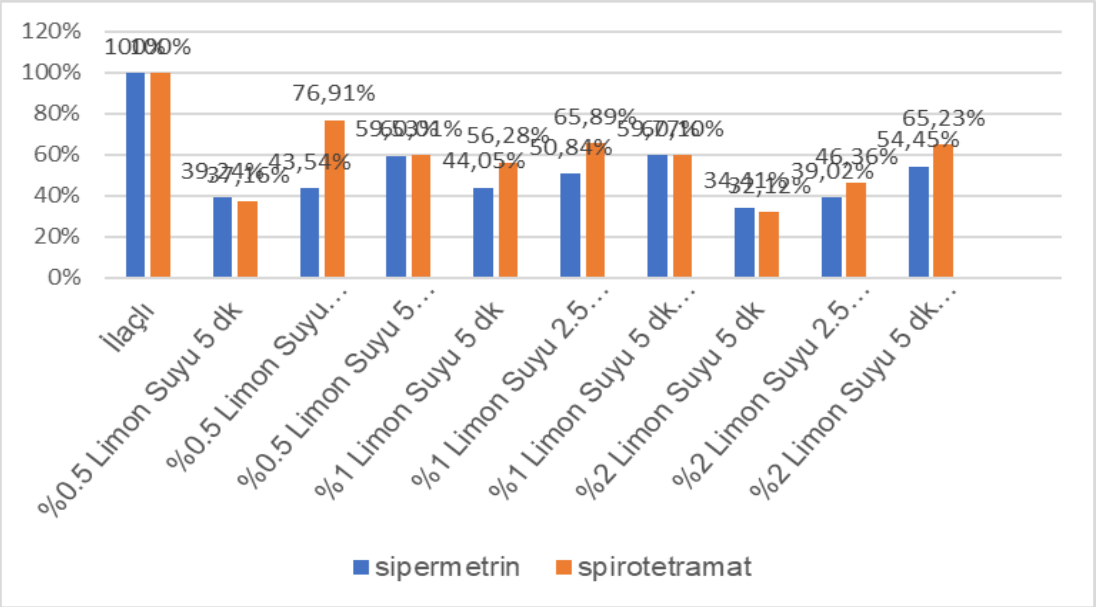
İlaçlı elma örnekleri ile ilaçlanmış ve farklı konsantrasyon, süre ve yıkama yöntemleriyle yıkanmış elma örneklerine ait kalıntı miktarları Şekil 4.5.'te verilmiştir. Şekil 4.5. incelendiğinde kontrol grubunda cypermethrin miktarının 142,42 µg/kg olarak tespit edildiği görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan karbonat çözeltileriyle, farklı süre ve USB destekli yıkama yöntemlerinin cypermethrin kalıntısında kontrol grubuna kıyasla önemli düzeylerde düşüşler sağladığı görülmüştür. Bu azalışların % olarak ifadesi Şekil 4.6.'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde cypermethrin kalıntısının %1'lik limon çözeltisinde, USB içerisinde ve 5 dk süreyle bekletilmeyle %60 oranında azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Limon çözeltisinin pestisit giderimindeki etkisi (µg/kg)

Şekil 4.5. incelendiğinde kontrol grubunda spirotetramat miktarının 637,44 µg/kg olarak saptandığı görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan limon

çözeltileriyle, farklı süre ve USB destekli yıkama yöntemlerinin spirotetramat kalıntısında kontrol grubuna kıyasla önemli düzeylerde düşüşler sağladığı tespit edilmiştir. Bu azalışların % olarak ifadesi Şekil 4.6.'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde spirotetramat kalıntısının ise %0,5'lik limon çözeltisinde, USB içerisinde ve 2,5 dk süreyle bekletilmeyle %77 oranında azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Limon çözeltisinin pestisitleri giderme oranları (%)

Domateslerden metomil ve asetamiprid kalıntılarının giderilmesinde %5'lik limon suyu çözeltisi sırasıyla %43 ve %33'lik bir etki göstermiştir (Rasolonjatovoa ve ark. 2016). Bu değerler kendi çalışmamızda bulduğumuz değerlere kıyasla daha düşük olmuştur.

Randhawa ve ark. (2013), salatalık ve dolmalık biberde imidakloprid kalıntılarının giderilmesi için %9'luk sitrik asit çözeltisinin dolmalık biberde %72.48, salatalıkta ise %93.75 oranında azalmaya yol açtığını tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada ıspanaktaki imidakloprid ve asetamaprid kalıntılarının sitrik asit (%10) çözeltisiyle yıkamada sırasıyla %83 ve %87 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Abdullah ve ark. 2016).

Amir ve ark. (2021), çalışmalarında, %10'luk sitrik asit çözeltisinin ıspanaktaki endosülfan kalıntısını %38, deltamethrin ve cypermethrin kalıntılarını ise %59 oranında giderdiğini tespit etmişlerdir.

Çatak ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada, hasatın ilk gününde kapya biberindeki pirimifos-metil kalıntısının %9'luk sitrik asit çözeltisiyle 5 dk boyunca yıkama sonunda %80.27 oranında azaldığını tespit etmişlerdir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Cypermethrin ve spirotetramat pestisitlerinin USB destekli basit yıkama yöntemleriyle giderilmesi amacıyla yapmış olduğumuz çalışmada laboratuvar koşullarında ilaçlanan elmalar, farklı süre (2,5 ve 5 dk ultrases destekli, 5dk normal) ve konsantrasyonlarda çözeltiler (%0.5, 1 ve 2'lik karbonat, sirke, limon suyu) ile yıkanmış ve analiz edilmiştir.

En yüksek giderim oranlarına baktığımızda, %2 karbonatlı çözeltide 5 dk süreyle bekletmenin cypermethrin kalıntısını %55, yine %2'lik karbonatlı çözeltide, USB içerisinde ve 5 dk süreyle bekletmenin ise spirotetramat kalıntısını %69 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Sirke kullanılarak yapılan çalışmada ise %0,5 sirkeli çözeltide, USB içerisinde ve 5 dk süreyle bekletilmeyle cypermethrin kalıntısı %62, spirotetramat kalıntısı ise %0,5'lik sirkeli çözeltide, USB içerisinde ve 2,5 dk süreyle bekletilmeyle %83 oranında azalmıştır.

Yıkama çözeltisi olarak limon suyunu kullandığımız çalışmada ise cypermethrin kalıntısının %1'lik limon suyunda, USB içerisinde ve 5 dk süreyle bekletilmekle %60 oranında spirotetramat kalıntısının ise %0,5'lik limon çözeltisinde, USB içerisinde ve 2,5 dk süreyle bekletilmekle %77 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Genel olarak baktığımızda asidik özellikteki sirke ve limon suyunun bazik özellikteki karbonat çözeltisine kıyasla daha etkili oldukları söylenebilir. Bununla birlikte USB, asidik çözeltilerin pestisit giderimindeki etkinliklerini arttırmıştır.

Sonuç olarak kolay ve ucuz bir şekilde temin edilebilen sirke ve limon suyunun %0,5'lik çözeltisi ultrases desteği ile pestisit gideriminde oldukça etkili olduğu söylenebilir.

5.2. Öneriler

Bilinçsiz ve kontrolsüz pestisit kullanımı sonucunda canlı bünyesine alınması muhtemel olan çok az miktardaki pestisit kalıntısı bile gıda güvenliği açısından ciddi bir risktir ve önemli sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu nedenle gıdalardaki pestisit kalıntılarının giderimi için farklı yöntemler uygulanmaktadır ve bu konuda yapılan çalışmalar devam etmektedir. Pestisit kalıntılarının etkin giderim yollarını bulmak ve uygulamak toplum sağlığı için çok önemlidir.

Bu çalışmada evsel ve kolayca hazırlanan çözeltiler kullanılarak elmada bulunan pestisit kalıntılarının giderilmesi sağlanmıştır. Uygulanan çözeltilerin kalıntı giderme oranları, çözeltilerin ve pestisitlerin farklı fizikokimyasal özelliklerine göre değişmektedir. Bazı çözeltiler ve farklı yıkama süreleri pestisit kalıntılarının giderilmesinde daha fazla bir etkiye sahip olmuş, pestisit kalıntılarını gidermede gıda güvenliği bakımından daha önemli bulunmuştur.

Pestisit gideriminde kimyasal çözeltiler dışında, doğal solüsyonlarda oldukça iyi etkiler göstermektedir. Kimyasal çözeltiler her ne kadar pestisit kalıntılarını giderse de aynı zamanda toksik kalıntılar da bırakabilmektedir. Doğal çözeltiler ise toksik kalıntı bırakmadan pestisit giderimi sağlamaktadır. Ayrıca doğal çözeltiler daha güvenilir ve ekonomik yıkama yöntemidir. Farklı oranlarda hazırlanan çözeltiler (%0.5, 1, 2 karbonat, sirke, limon suyu) ve farklı yıkma süreleri yüksek oranda pestisit kalıntı giderici performans göstermiştir. Bu çözeltiler gıdalarda kimyasal ve toksik madde bırakmadıkları ve hazırlanmaları kolay ve ucuz olduğundan dolayı günlük hayatımızda çeşitli meyve ve sebzelerin yıkanmasında kullanılmalarını tavsiye edebiliriz.

Bu çalışma sayesinde, ev ortamında kolaylıkla bulunabilen kimyasal ve organik maddeler ile hazırlanan çözeltilerin pestisit kalıntılarını uzaklaştırmadaki

potansiyelleri öne çıkarılmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, günlük hayatta sıklıkla tüketilen sebze ve meyvelerde farklı pestisit kalıntılarının giderimi konusunda araştırmalara devam edilmesi ve farklı yöntemlerin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

ABDULLAH, RANDHAWA, M.A., AKHTAR, S., MANSOOR-UL-HASSAN, ASGHAR, A., SOHAİB, M., AADİL, R.M. and JAHANGİR, M.A., 2016. Assessment of different washing treatments to mitigate imidacloprid and acetamaprid residues in spinach. J Sci Food Agric, 96(11):3749-54.

ABDULLAH, RANDHAWA, M.A., ASGHAR, A., PASHA, I., USMAN, R., SHAMOON, M., BHATTİ, M.A., IRSHAD, M.A. and AHMAD, N., 2016. Evaluation of various soaking agents as a novel tool for pesticide residues mitigation from cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). J Food Sci Technol, 53(8):3312-3319.

ABOU-ARAB, A.A.K.,1999. Behavior of pesticides in tomatoe during commercial and home preparation. Food Chemistry, 59: 115-119.

ACOGLU, B. and OMEROGLU, P., 2021. Effectiveness of Different Type of Washing Agents on Reduction of Pesticide Residues in Orange (Citrus sinensis). LWT. 147. 111690. 10.1016/j.lwt.2021.111690.

AKDOĞAN, A., DİVRİKLİ, Ü. ve ELÇİ, L., 2012. Pestisitlerin Önemi ve Ekosisteme Etkileri. Akademik Gıda, 10(1): 125-132.

AL-TAHER, F., CHEN, Y., WYLİE, P. and CAPPOZZO, J., 2013. Reduction of pesticide residues in tomatoes and other produce. J Food Prot, 76(3):510-5.

ALTIKAT, A., TURAN, T., EKMEKYAPAR TORUN, F. ve BİNGÜL, Z., 2013.Türkiye'de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2): 87-92.

AMA SARADA, S., RUPASİNGHE, C. and MAGAMAGE, C., 2021. Methods of Removing Pesticide Residues in Tomato (Lycopersicon esculentum) and Gotukola (Centella asiatica), 5: 118-125.

AMIR, R., KHAN, M., AHMAD, A., ALİ, S., NADEEM, M., AMEER, K., KHAN, M., MAHMOOD, S. and HAYAT, I., 2021. Mitigating The Impact of Organochlorine And Pyrethroid Residues in Fresh And Chemically Washed Spinach. Ciência E Tecnologia De Alimentos. 10.1590/Fst.37019.

AMIR, R., RANDHAWA, M., NADEEM, M., ASİF, A., AHMAD, A., KHAN, M., KHAN, M. and KAUSAR, R., 2019. Assessing And Reporting Household Chemicals As A Novel Tool To Mitigate Pesticide Residues in Spinach (Spinacia Oleracea). Scientific Reports, 9. 10.1038/S41598-018-37936-2.

ANDRADE, G.C.R.M., MONTEİRO, S.H.G., FRANCİSCO, J.A., FİGUEİREDO, L.A., ROCHA, A.L., and TORNİSİELO, V., 2015. Effects of types of washing and peeling in relation to pesticide residues in tomatoes. J Braz Chem Soc, 26:1994–2002.

ANGİONİ, A., SCHİRRA, M., GARAU, V., MELİS, M., TUBEROSO C. and CABRAS, P., 2004. Residues of azoxystrobin, fenhexamid and pyrimethanil in strawberry following field treatments and the effect of domestic washing. Food additives and contaminants, 21: 1065-70.

ARSLAN, S. ve ÇİÇEKGİL, Z., 2018. Türkiye'de Tarım İlacı Kullanım Durumu ve Kullanım Öngörüsü. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 4 (1), 1-12. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/tead/issue/38054/439270

ASLANSOY, Z., 2012. Ozonlama İşleminin Limondaki Pestisit Kalıntıları Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 58s.

ATHANASOPOULOS, P.E., PAPPAS, C., KYRİAKİDİS, N.V. and THANOS, A., 2005. Degradation of methamidophos on soultanina grapes on the vines and during refrigerated storage. Food Chemistry, 91: 235-240.

BAJWA, U. and SANDHU, K.S., 2011. Effect of handling and processing on pesticide residues in food- A review. Journal of Food Science and Technology-mysore- J Food Scı Technol-Mysore, 51. 10.1007/s13197-011-0499-5.

BASANÇELEBİ, O., 2017. Sebzelerin Pestisit Güvenliğinin Sağlanmasında Ultrases ve Düşük Şiddet Elektrik Akımının Birlikte Kullanılma Olanaklarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 84s.

BONNECHÈRE, A., HANOT, V., BRAGARD, C., BEDORET T. and LOCO J.V., 2012. Effect of household and industrial processing on the levels of pesticide residues and degradation products in melons. Food Add. & Contam, 29 (7): 1058-1066.

BONNECHÈRE, A., HANOT V., JOLİE, R., HENDRİCKX, M., BRAGARD, C., BEDORET, T. and LOCO J.V., 2012. Effect of household and industiral processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach. Food Control, 25: 397-406.

BONNER, M. R. and ALAVANJA, M. C., 2017. Pesticides, human health, and food security. Food and Energy Security, 6(3): 89-93.

BURCHAT, C., S., RİPLEY B.D., LEİSHMAN P.D., RİTCEY G.M., KAKUDA Y. and STEPHENSON G.R., 1998. The distribution of nine pesticides between the juice and pulp of carrots and tomatoes after home processing. Food Additives & Contaminants, 15 (1): 61-71.

CALVO, H., REDONDO, D., REMÓN, S., VENTURİNİ, M. E. and ARİAS, E., 2019. Efficacy of electrolyzed water, chlorine dioxide and photocatalysis for disinfection and removal of pesticide residues from stone fruit. Postharvest biology and technology, 148: 22-31.

CAMCI E., 2017. Serada Yetiştirilen Domateslerde İnsektisit Kalıntılarını Azaltma Yöntemlerinin Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 71s.

CAP, M., ROJAS, D., FERNANDEZ, M., FULCO, M., RODRİGUEZ, A., SOTERAS, T., CRİSTOS, D. and MOZGOVOJ, M., 2020. Effectiveness of short exposure times to electrolyzed water in reducing Salmonella spp and Imidacloprid in lettuce. LWT. 128. 109496. 10.1016/j.lwt.2020.109496.

CENGİZ, M.F., CERTEL, M., KARAKAS, B. and GOCMEN, H., 2006. Residue contents of DDVP (Dichlorvos) and diazinon applied on cucumbers grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications. Food Chemistry, 98: 127–135.

CENGİZ, M.F., CERTEL, M., KARAKAS, B. and GOCMEN, H., 2007. Residue contents of captan and procymidone applied on tomatoes grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre harvest interval and post-harvest culinary applications. Food Chemistry, 100: 1611–1619.

CENGİZ, M.F., BAŞLAR, M., BASANÇELEBİ, O., and KILIÇLI, M., 2017.Reduction of pesticide residues from tomatoes by low intensity electrical

current and ultrasound applications. Food Chemistry, 267. 10.1016/j.foodchem.2017.08.031.
CENGİZ, M.F., CATAL, M., ERLER, F. and BİLGİN, K., 2015. The effects of heat treatment on the degradation of the organophosphate pesticide chlorpyrifos-ethyl in tomato homogenate. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 1: 1-8.
CENGİZ, M. F. and CERTEL, M., 2014. Effects Of Chlorine, Hydrogen Peroxide, And Ozone On The Reduction Of Mancozeb Residues On Tomatoes. Turkısh Journal Of Agrıculture And Forestry, 38: 371-376.
CHAİ, M., and HUAT, T., 2010. Headspace Solid-Phase Microextraction For The Evaluation Of Pesticide Residue Contents İn Cucumber And Strawberry After Washing Treatment. Food Chemistry, 123: 760-764.
CHAUHAN, R., KUMARİ, B. and RANA, M. K., 2014. Effect of fruit and vegetable processing on reduction of synthetic pyrethroid residues. Rev. Environ. Contam. Toxicol, 229: 89-110.
CHAVARRİ, M.J., HERRERA, A. and ARİNO, A., 2005. The decrease in pesticides in fruit and vegetables during commercial processing. International Journal of Food Science and Technology, 40, 205-211.
CHEN, Q., WANG, Y., CHEN, F., ZHANG, Y., and LİAO, X., 2014. Chlorine dioxide treatment for the removal of pesticide residues on fresh lettuce and in aqueous solution. Food Control, 40: 106–112.
CHOWDHURY, M.A.Z., JAHAN, I., KARİM, N., ALAM, M.K., RAHMAN, M.A., MONİRUZZAMAN, M., GAN, S.H. and FAKHRUDDİN, A.N.M., 2014. Determination of Carbamate and Organo-phosphorus Pesticides in Vegetable Sam-ples and the Efficiency of Gamma-Radia-tion in Their Removal. BioMed Research Int. 2014; 2014:145159.
CHUN, M.H. and LEE, M.C., 2006. Reduction of pesticide residues in the production of red pepper powder. Food science and biotechnology. 15. 57-62.
CHUNG, S., 2017. How effective are common household preparations on removing pesticide residues from fruit and vegetables? A review. Journal of the Science of Food and Agriculture. 98. 10.1002/jsfa.8821.
ÇAKIR ARICA, Ş. ve KAĞAR, C., 2018. Gelecek Nesillere Yaşanabilir Bir Dünya Bırakmanın Anahtarı: Ekolojik Okuryazarlık. Doğanın Sesi, 2: 31-42.
ÇATAK, H., POLAT, B. ve TİRYAKİ, O., 2020. Farklı yıkama uygulamaları ile kapya biberlerde pirimiphos-methyl kalıntısının giderilmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 35 (1): 97-105.
DELEN, E. N., DURMUŞOĞLU, E., GÜNCAN, A., GÜNGÖR, N., TURGUT, C. ve BURÇAK, A., 2005. Türkiye'de Tarım İlacı Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre, Ankara.
DİMOSKİ, A., JANKULOSKA, V., PAVLOVSKA, G., and PETKOSKA, T.A., 2021. The impact of apple preparation on the content of chlorpyrifos pesticide residues in the final products. Acta Horticulturae et Regiotecturae, 24: 134-140.
ĐORĐEVİĆ, T. and ĐUROVİĆ-PEJČEV, R., 2015. Dissipation of chlorpyrifos-methyl by Saccharomyces cerevisiae during wheat fermentation. LWT- Food Science and Technology, 61: 516-523.
ĐORĐEVİĆ, T. and ĐUROVİĆ-PEJČEV, R., 2016. Food processing as a means for pesticide residue dissipation. Pesticidi i fitomedicina, 31: 89-105.

DUMAN, A., ÇİFTÇİ, U. ve TİRYAKİ, O., 2021. Farklı Yıkama İşlemlerinin Üzümlerde Tebuconazole Kalıntısına Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (2): 259-269.

ERDOĞAN, B. Y., 2011. Samsun'da Yaygın Olarak Kullanılan Pestisitlerin Sağlığa ve Çevreye Etkileri / The Health and Environmental Effects of the Pesticides Commonly Used in Samsun. Alinteri Journal of Agriculture Science, 19(2): 28-35.

EYHORN, F., RONER, T., ve SPECKİNG, H., 2015. Pestisit Kullanımını ve Pestisitlere İlişkin Riskleri Azaltmak: Nasıl Bir Eyleme İhtiyaç Var? Bilgilendirme raporu, Stiftung Mercator Schweiz, Eylül:39s.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2002. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Retrieved on 2007-10-25.

GHANİ, S., B., A., HANAFİ, A. and NASR, N., 2010. Non-Toxic washing solutions for decreasing myclobutanil, fenhexamid and boscalid residues in sweet pepper and cherry tomatoes. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4 (8): 3360-3365.

GİLL, H.K. and GARG, H., 2014. Pesticide: Environmental impact and managament strategies, in Pesticides-Toxic Effects; Edited by rejeka, Crotia, Intech, 187-230.

HAN, Y., Lİ, W., DONG, F., XU, J., LİU, X., Lİ, Y., KONG, Z., LİANG, X. and ZHENG Y., 2013. The behavior of chlorpyrifos and its metabolite 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in tomatoes during home canning. Food Control, 31: 560–565.

HAN, Y., SONG, L. and AN, Q., 2016. Removal of six pesticide residues in cowpea with alkaline electrolysed water. Journal of the science of food and agriculture. 97. 10.1002/jsfa.8043.

HASSANZADEH, N., BAHRAMİFAR, N. and ESMAİLİ-SÂRİ, A., 2010. Residue content of carbaryl applied on greenhouse cucumbers and its reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest household processing. J Sci Food Agric, 90(13): 2249-53.

HELENO, F.F., QUEİROZ, M.E., FARONİ, L.R., NEVES, A.A., OLİVEİRA, A.F., COSTA, L.P. and PİMENTA, G.G., 2016. Aqueous ozone solutions for pesticide removal from potatoes. Food Sci Technol Int, 22(8):752-758.

HESHMATİ, A., and NAZEMI, F., 2017. Dichlorvos (DDVP) Residue Removal From Tomato By Washing With Tap And Ozone Water, A Commercial Detergent Solution And Ultrasonic Cleaner. Food Science And Technology (Campinas). 38. 10.1590/1678-457x.07617.

HWANG, E.S., CASH J.N. and ZABİK, M.J., 2001. Postharvest treatments for the reduction of mancozeb in fresh apples. J Agric Food Chem, 49: 3127-3132.

JANKOWSKA, M. and LOZOWİCKA, B., 2012. Comparison of the effects of water and thermal processing on pesticide removal in selected fruit and vegetables. Journal of Elemntology. 21. 10.5601/jelem.2015.20.2.917.

KÂTİP A., 2019. Bursa İli Tarımsal Pestisit Kullanımının Değerlendirilmesi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1): 197-205.

KAUSHİK, G., SATYA, S., and NAİK, S., 2009. Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. Food Research International, 42: 26-40.

KAYMAK, S., 2015. Pestisit Sektöründe Araştırma ve Geliştirme. Meyve Bilimi, 2(1): 27-34.

KONG, Z., SHAN, W., DONG, F., LİU, X., XU, J., Lİ, M. and ZHENG, Y., 2012. Effect of home processing on the distribution and reduction of pesticide residues in apples. Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment, 29: 1280-7.

KROL, W., ARSENAULT, T., PYLYPİW, H. and MATTİNA, M., 2000. Reduction of Pesticide Residues on Produce by Rinsing. Journal of agricultural and food chemistry, 48: 4666-70.

LİANG, Y., WANG, W., SHEN, Y., LİU, Y. and LİU, X., 2012. Effects Of Home Preparation On Organophosphorus Pesticide Residues İn Raw Cucumber. Food Chemistry, 133: 636–640.

LİNG, Y., WANG, H., YONG, W., ZHANG, F., SUN, L., YANG, M.L., WU, Y.N. and CHU, X.G., 2011. The effects of washing and cooking on chlorpyrifos and its toxic metabolites in vegetables. Food Control, 22: 54-58.

LİU, Y., WANG, J., ZHU, X., LİU, Y., CHENG, M., XİNG, W., WAN, Y., Lİ, N., YANG, L., and SONG, P., 2021. Effects of electrolyzed water treatment on pesticide removal and texture quality in fresh-cut cabbage, broccoli, and color pepper. Food Chemistry, 353: 129408. 10.1016/j.foodchem.2021.129408.

LOZOWİCKA, B., JANKOWSKA, M., HRYNKO, I., and KACZYŃSKİ, P., 2015. Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling. Environmental Monitoring and Assessment, 188. 10.1007/s10661-015-4850-6.

LOZOWİCKA, B., JANKOWSKA, M. and RUTKOWSKA, E., 2014. Investigations on fungicide removal from broccoli by various processing methods. Desalination and Water Treatment, 57: 1-9.

LU, H., SHEN, Y., SUN, X., ZHU, H., and LİU, X., 2013. Washing effects of limonene on pesticide residues in green peppers. Journal of the science of food and agriculture, 93. 10.1002/jsfa.6080.

MAHER, M., AL-DABBAS, M., SHADERMA, A., GHAZZAWİ, H. and HAMAD, H., 2018. Effect of Ozonatıon On Cypermethrın And Chlorpyrıfos Pestıcıdes Resıdues Degradatıon In Tomato Fruıts. Fresenius Environmental Bulletin, 27: 6628-6633.

MAHMOOD, I., IMADİ, S., SHAZADİ, K., GUL, A. and HAKEEM, K., 2015. Effects of Pesticides on Environment, 10.1007/978-3-319-27455-3_13.

NOH, H., KİM, D., LEE, E., CHANG, M., IM, M., LEE, Y. and KYUNG, K., 2015. Effects of oven drying on pesticide residues in field-grown chili peppers. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 58. 10.1007/s13765-015-0016-z.

NOH, H., KWON, H., LEE, H., RO, J., KYUNG, K., and MOON, B., 2019. Determination of Pyraclostrobin and Trifloxystrobin Residues in Red Pepper Powder Processed from Raw Red Pepper. Food Analytical Methods, 12. 10.1007/s12161-018-1341-8.

ONG, K.C., CASH, J., ZABİK, M.J., SİDDİQ, M. and JONES, A.L., 1996. Chlorine And Ozone Washes For Pesticide Removal From Apples And Processed Apple Sauce. Food Chemistry, 55: 153-160.

OSMAN, K.A., AL-HUMAİD, A.I., AL-REDHAİMAN, K.N. and EL-MERGAWİ, R.A., 2014. Safety methods for chlorpyrifos removal from date fruits and its relation with sugars, phenolics and antioxidant capacity of fruits. J Food Sci Technol, 51(9):1762-72.

ÖZKAN, C., ÖZPINAR, A., KARSAVURAN, Y. ULUSAOY. R., ÖZAKTAN, H., ÖZDER, N., KARACA, İ., YÜCEL, S., YARPUZLU, F., KODAN, M., SAÇTI, Z., ERKILIÇ, L., TATLI, Ş., ALİ, B., ŞAHİN, A.K., ÇALIŞKAN, A.F., GÜNAL, A.R., ATAY, İ., KARATAŞ, K. ve DEMİREL, E., 2020. Biyolojik Mücadele Uygulamarında Mevcut Durum ve Gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 2: 27.

PADALİYA, S., PARMAR, K. and CHAWLA, S., 2020. Processing of Raw Agricultural Produce and Its Effect on Pesticide Residues: A Review, 41: 160-165.

PİRMOGHANİ, A., SHOKOOHİ, R., SAMADİ, M., LEİLİ, M., and ROSHANAEİ, G., 2015. Residue levels of ethion insecticide in greenhouse cucumber and its reduction using different procedures: A case study of Hamadan, 25: 310-314.

POLAT, B.,2021. Reduction of some insecticide residues from grapes with washing treatments. Turkish Journal of Entomology, 45(1): 125-137.

POLAT, B. and TİRYAKİ, O., 2020. Assessing washing methods for reduction of pesticide residues in Capia pepper with LC-MS/MS. Journal of Environmental Science and Health Part B, 55: 1-10.

PUGLİES, P., MOLTO, J.C., DAMİANİ, P., MARİN, R., COSSİGNANİ, L. and M ANES, J., 2004. Gas chromatographic evaluation of pesticide residue after non toxic washing treatments. Journal of Chromatography A, 1050: 185–191.

RADWAN, M., ABU-ELAMAYEM, M., SHİBOOB, M. and ABDEL-AAL, A., 2013. Residual behaviour of profenofos on some field-grown vegetables and its removal using various washing solutions and household processing. Food Chem Toxicol, 43(4):553-7.

RANDHAWA, M., ANJUM, M., BUTT, M., YASİN, M. and IMRAN, M., 2013. Minimization of Imidacloprid Residues in Cucumber and Bell Pepper Through Washing with Citric Acid and Acetic Acid Solutions and Their Dietary Intake Assessment. International Journal of Food Properties, 17: 978-986.

RANDHAWA, M., ANJUM, F., RAFİQUE A.M., BUTT, M., AHMED, A. and RANDHAWA, M.S., 2007. Removal of Endosulfan residues from vegetables by household processing. Journal of scientific and industrial research, 66: 849-852.

RASMUSSEN, M.A., ANJUM, F.M., BUTT, M.S., AHMAD, A. and RANDHAW, M.S., 2007. Removal of endosulfan residues from vegetables by household processing. Journal of Scientific & Industrial Research, 66: 849–852.

RASMUSSEN, R., POULSEN, M. and HANSEN, H., 2003. Distribution of multiple pesticide residues in apple segments after home processing. Food additives and contaminants, 20: 1044-63.

RASOLONJATOVO, M., CEMEK, M., CENGİZ, M. F., ORTAÇ, D., KONUK, H., KARAMAN, E., KOCAMAN, A. and GÖNEŞ, S., 2016. Reduction of methomyl and acetamiprid residues from tomatoes after various household washing solutions. International Journal of Food Properties, 20: 10.1080/10942912.2016.1250099.

RAWN, D., QUADE, S., SUN, W. F., FOUGUET, A., BÉLANGER, A. and SMİTH, M., 2008. Captan residue reduction in apples as a result of rinsing and peeling. Food Chemistry- Food Chem,109:790-796.

RODRİGUES, A., QUEİROZ, M., FARONİ, L., PRATES, L.H., NEVES, A., OLİVEİRA, A. F., FREİTAS, J., HELENO, F. and ZAMBOLİM, L., 2021. The efficacy of washing strategies in the elimination of fungicide residues and the

alterations on the quality of bell peppers. Food Research International, 147: 110579. 10.1016/j.foodres.2021.110579.

RODRİGUES, A., QUEİROZ, M., NEVES, A., OLİVEİRA, A, F., PRATES, L. H., FREİTAS, J., HELENO, F. and FARONİ, L., 2019. Use of ozone and detergent for removal of pesticides and improving storage quality of tomato. Food Research International, 125: 108626. 10.1016/j.foodres.2019.108626.

RODRİGUES, A., QUEİROZ, M., OLİVEİRA, A.F., NEVES, A., HELENO, F., ZAMBOLİM, L., FREİTAS, J. and MORAİS, E., 2017. Pesticide residue removal in classic domestic processing of tomato and its effects on product quality. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 52: 1-8.

RUENGPRAPAVUT, S., SOPHONNİTHİPRASERT, T. and PONGPOUNGPHET, N., 2019. The effectiveness of chemical solutions on the removal of carbaryl residues from cucumber and chili presoaked in carbaryl using the HPLC technique. Food Chem, 30;309:125659.

SARAVİ, S. and SHOKRZADEH, M., 2016. Effects of washing, peeling, storage and fermentation on residue contents of carbaryl and mancozeb in cucumbers grown in greenhouses. Toxicology and Industrial Health, 32 (6): 1135–1142.

SATPATHY, G., TYAGİ, Y.K. and GUPTA, R.K., 2011. Removal of organophosphorus (OP) pesticide residues from vegetables using washing solutions and boiling. Journal of Agricultural Science, 4: 69-78.

SHARAF, A., ROWAYSHED, G. and MOSTAFA, M., 2013. Stability of Carbamate Pesticides Residue in Some Vegetables throughout the Household Processing and Cooking. Middle East Journal of Applied Sciences, 3(4): 205-215.

SHEİKH, S., NİZAMANİ, S., JAMALİ, A. A., MİRANİ, B., PANHWAR, A. and CHANNA, M., 2012. Effect of Household Processing on the Removal of Pesticide Residues in Okra Vegetable. Journal of Basic & Applied Sciences, 8: 74-78.

SŁOWİK-BOROWİEC, M. and SZPYRKA, E., 2020. Selected food processing techniques as a factor for pesticide residue removal in apple fruit. Environmental Science and Pollution Research, 2 :2361-2373.

SOLİMAN, K., 2001. Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home preparation. Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 39: 887-91.

SOUZA, L., FARONİ, L., HELENO, F., PİNTO, F., QUEİROZ, M., and PRATES, L.H., 2017. Ozone treatment for pesticide removal from carrots: Optimization by response surface methodology. Food Chemistry, 243: 10.1016/j.foodchem.2017.09.134.

SRİVASTAVA, A., SİNGH, G.P. and SRİVASTAVA, P.C., 2021. Method validation for determination of nine pesticides in okra and their mitigation using different solutions. PLoS One, 2;16(12):e0260851. doi: 10.1371/journal.pone.0260851. PMID: 34855881; PMCID: PMC8638875.

SUNG, J., KWON, K., KİM, J. and JEONG, J., 2011. Removal Efficiency of Microorganism and Pesticide Residues by a Using Surface Washing System on Yuja (Citrus junos Sieb ex Tanaka). Korean Journal of Food Preservation, 18: 627-635.

SWAMİ, S., MUZAMMİL, R., SAHA, S., SHABEER, T.P., OULKAR, D., BANERJEE, K. and SİNGH, S., 2016. Evaluation of ozonation technique for

pesticide residue removal and its effect on ascorbic acid, cyanidin-3-glucoside, and polyphenols in apple (Malus domesticus) fruits. Environmental Monitoring and Assessment, 188. 10.1007/s10661-016-5294-3.

TATLI, Ö., 2006. Ege Bölgesine Özgü Bazı Yaş Meyve, Sebze ve Kurutulmuş Gıda Ürünlerinde Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Tespiti. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 113s.

TİRYAKİ, O., CANHİLAL, R. ve HORUZ, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 26(2): 154-169.

TOB, TAGEM., 2019. Proje Değerlendirme Toplantısı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Antalya.

TÜRKSEVEN, S., DELEN, N., TİRYAKİ, O. ve TEMUR, C., 2015. Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları, Çözüm Önerileri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 2: 758-778.

VELİOĞLU, Y. S., CÖNGER, E. ve AKSU, P., 2016. Ozonlu Suyla Yıkamanın Domateslerde Pestisit Giderimi, Askorbik Asit ve Renk Üzerine Etkileri. Gıda, 41:337-344.

WANG, Z., HUANG, J., CHEN, J. and Lİ, F.,2013. Effectiveness of dishwashing liquids in removing chlorothalonil and chlorpyrifos residues from cherry tomatoes.Chemosphere, 92(8):10228.doi:10.1016/j.chemosphere.2013.03.039.

WANWİMOLRUK, S., DUANGSUWAN, W., PHOPİN, K. and BOONPANGRAK, S., 2017. Food safety in Thailand 5: the effect of washing pesticide residues found in cabbages and tomatoes. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 12. 10.1007/s00003-017-1116-y.

WU J., LUAN T., LAN C.Y., LO W.H. and CHAN G., 2007. Efficacy evaluation of low-concentration of ozonated water in removal of residual diazinon, parathion, methyl-parathion and cypermethrin on vegetable. J Food Eng, 79: 803-809.

WU, Y., AN, Q., Lİ, D. and WU, J., 2019. Comparison of Different Home/Commercial Washing Strategies for Ten Typical Pesticide Residue Removal Effects in Kumquat, Spinach and Cucumber. International Journal of Environmental Research and Public Health. 16: 472.

YANG, T., DOHERTY, J., ZHAO, B., KİNCHLA, A.J., CLARK JM and HE, L., 2017. Effectiveness of Commercial and Homemade Washing Agents in Removing Pesticide Residues on and in Apples. J Agric Food Chem, 8;65(44):9744-9752.

YANG, A., PARK, J., ABD EL-ATY, A. M., CHOİ, J., OH, J., DO, J., KWON, K., SHİM, H., CHOİ, O. and SHİM, J.H., 2020. Synergistic effect of washing and cooking on the removal of multi-classes of pesticides from various food samples. Food Control, 28: 99–105.

YANG, J., SONG, L., HAN, Y. and KANG, L., 2020. Removal of ten pesticide residues on/in kumquat by washing with alkaline electrolysed water. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 1-14. 10.1080/03067319.2020.1772775.

YAZDANPAK, A., OSTOVAN, H., HESAMİ, S. and GHEİBİ, M., 2020. Effects of washing, peeling and storage on residue contents of four pesticides in cucumbers grown in greenhouses (Cucumis sativus var:vista). Journal of Animal Environment, 3: 427-434.

YİĞİT, N., 2021. Çileklerdeki Bazı Pestisit Kalıntıları Üzerine Yıkama, Pastörizasyon ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 235s.

ZALLER, J., 2020. What Is the Problem? Pesticides in our Everyday Life. 10.1007/978-3-030-50530-1_1.