



Gıda İşleme Süreçlerinin Pestisit Kalıntıları Üzerine Etkisi ve İşleme Faktörleri

The Effect of Food Processing on Pesticide Residues and Processing Factors

Büşra ACOĞLU¹, Perihan YOLCI ÖMEROĞLU², Ömer Utku ÇOPUR³

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

² Yrd. Doç. Dr., Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

³ Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

Özet

Gıda işleme teknolojisi; kabuk soyma, boyut küçültme, haşlama, konserve, yıkama, pişirme, kurutma, dondurma, kaynatma vb. temel gıda işlemlerini içerir. Bu tip işlemler gıdalardaki pestisit kalıntı seviyelerini önemli derecede etkileyebilir. Gıdanın işlenmiş halindeki kalıntısının seviyesi, işlenmemiş ilk haline göre kalıntının fiziko-kimyasal özelliklerine bağlı olarak artma veya azalma eğilimi gösterebilir. İşlenmiş gıdaların maksimum kalıntı seviyelerine (MRLs) uygun olması için işleme faktörlerinin dikkate alınması gerekir. İşleme faktörleri, işlenmiş gıdadaki pestisit kalıntı seviyesinin işlenmemiş ilk halindeki pestisit kalıntı seviyesine oranıdır. Dolayısıyla tükettiğimiz gıdaların geçirdiği işlemler sonucunda pestisit kalıntı seviyelerinde nasıl bir değişime uğradığının ortaya konulması gerekmektedir. Bu derlemede, gıda işlemenin pestisit kalıntı seviyesine etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pestisit Kalıntısı, MRL, Gıda İşleme, İşleme Faktörleri

Abstract

Food processing technologies includes peeling, size reduction, blanching, washing, cooking, extraction, drying, freezing, boiling, canning, frying etc. Those type of processings may significantly affect the residue levels of pesticides in/on foods. Due to the physico-chemical properties of the residue, its concentration may decrease or increase in processed fractions compared to the initial concentration in the raw agricultural commodity (RAC). For processed foods, to comply with MRL, processing factors should be taken into account. Processing factors is the ratio between the residue levels of the pesticide in processed foods to its level in RACs. In this review the effects of food processing on pesticide residue levels are reviewed.

Keywords: Pesticide Residue, MRL, Food Processing, Processing Factors

1. Giriş

Tarımsal üretimde verimin azalmasına neden olan etkenlerden biri üretim sırasında ürünün maruz kaldığı yabancı otlar, haşereler, mantarlar ve bunlara bağlı oluşan hastalıklardır. Hasattan önce ve sonra bu zararlılarla mücadelede, yüksek etki göstermesinden dolayı bitki koruma ürünleri ya da pestisitlerin kullanımı tercih edilen en etkili yöntemdir (Fernandez-Alba ve Garcia-Reyes 2008).

Pestisitler gıdaların, tarımsal ürünlerin veya hayvan yemlerinin üretimi, işlenmesi, taşınması, depolanması ve/veya pazarlanması sırasında istenmeyen bitki ve hayvan türlerine ait zararlıların önlenmesi, yok edilmesi veya kontrol altına alınması amacıyla kullanılan maddeler olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2008). Pestisitler kullanım amaçlarına göre insektisitler (böcek öldürücüler), fungusitler (mantar öldürücüler), herbisitler (yabancı ot öldürücü), akarasitler (akar öldürücü), rodentisitler (kemirgen öldürücü) olarak gruplandırılabilirler (Saner ve ark. 2007).

Gereğinden fazla ve kurallara uyulmadan yapılan ilaçlamalar ve erken hasat, üründe kalıntı bırakabilmekte, bu da tüketilen gıdaların güvenliğini olumsuz yönde etkileyip insan sağlığını tehdit etmektedir. Kalıntı, bitki koruma amaçlı kullanılan kimyasal bileşiklerin veya bunların toksik türevlerinin gıdalarda ve yemlerin üzerinde ya da içinde bulunan miktarını ifade etmektedir (Durmuşoğlu ve ark. 2010).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)-Codex Alimentarius tarafından pestisit kalıntıları için uluslararası maksimum kalıntı limitleri (MRL) tespit ve tavsiye edilmiştir (Anonim 2009). AB (Avrupa Birliği) yapılan bu çalışmaları dikkate alarak kendi içinde yasal limitler

oluşturmuştur (Anonim 2005). Türkiye’de ise bu mevzuatlara uyumlu olarak hazırlanan 2016 yılında 29899 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Tebliği yürürlüktedir (Anonim 2016).

Gıdalardaki pestisit kalıntıları için limit belirlerken toksisite, kalıntı seviyesi, gıda tüketim oranı, çevredeki kalıcılığı ve değişime uğrama özelliği ve bireylerin duyarlılığı gibi çeşitli etkenler göz önünde bulundurulur (Saner ve ark. 2007). Maksimum kalıntı limitleri, etkin pest kontrolü için ulusal seviyede izin verilmiş gerçek ve güvenli koşullarda pestisit kullanımını içeren iyi tarım uygulamalarına (GAP) dayanmaktadır. Bu nedenle, maksimum kalıntı limitleri aslında çiftçilerin GAP uygulamalarına uyup uymadığını kontrol etmektedir (Anonim 2009; Anonim 2005).

Tarımsal ürünler, tüketime hazır hale getirilene kadar, yıkama, kabuk soyma, dondurma, kurutma, kaynatma, fermentasyon gibi işlemlere maruz kalabilmektedirler. Bu işlemler sonucunda başlangıçta içerdikleri pestisit kalıntılarının seviyesi değişebilmektedir (Scholz ve ark. 2017). Maksimum kalıntı limitleri, öncelikle işlenmemiş tarımsal ürünler için belirlenmektedir (Anonim 2005). Tarımsal ürünlerin işlenmeleri süresince maruz kalacağı süreçlerin, başlangıçta içerdikleri pestisit kalıntılarına etkisi dikkate alınarak, o sürece ve pestisite ait işleme faktörü belirlenir. Bu faktörler, işlenmiş gıdaların MRL değerlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır (Anonim 2016). Bu derlemede gıda işleme süreçlerinin pestisit kalıntı seviyelerine olan etkisi incelenmiş ve mevzuatta belirtilen işleme faktörlerine değinilmiştir. İncelenen pestisitlerin fizikokimyasal özellikleri Çizelge 1’de özetlenmiştir

Çizelge 1: Bu çalışma kapsamındaki pestisitlerin fiziko-kimyasal özellikleri (Url-1, Url-2)

Pestisit Adı	Etki Şekli	Etki Mekanizması	Fizikokimyasal Özellikler		
			Suda çözünürlüğü		Log P
			mg/L	°C	
3-5-6 trichloro 2 pyridinol	Fungisit	Kontak	80,9	20	3,2
Acephate	İnsektisit	Yarı sistemik	79	25	-0,8
Acetamiprid	İnsektisit	Sistemik	2950	20	1,4
Acrinathrin	Akarisit	Kontak	< 0,02	20	6,8
Azinphos-methyl	İnsektisit	Kontak	28	20	2,96
Azoxystrobin	Fungisit	Sistemik	6	20	3,7
Bifenthrin	İnsektisit, Akarisit	Kontak	0,001	20	6
Boscalid	Fungisit	Yarı sistemik	4,5	20	2,96
Bupirimate	Fungisit	Sistemik	13,06	20	3,68
Captan	Fungisit	Kontak	5,2	20	2,8
Carbaryl	İnsektisit	Kontak	9,1	20	2,36
Carbendazim	Fungisit	Sistemik	29	24	1,5
Chlorantraniliprole	İnsektisit	Sistemik	1	20	2,86
Chlorfluazuron	İnsektisit	Kontak	0,016	20	5,8
Chloropyridine	İnsektisit	Kontak	2500	25	1,2
Chlorothalonil	Fungisit	Kontak	0,81	25	2,92
Chlorpropham	Herbisit	Sistemik	89	25	3,5
Chlorpyrifos	İnsektisit	Kontak	1,4	25	4,7
Cypermethrin	İnsektisit	Kontak	0,009	20	6,6
Cyprodinil	Fungisit	Kontak	13	25	3,9
Deltamethrin	İnsektisit	Kontak	<0,002	20	6,2
Diazinon	Akarisit, İnsektisit, Nematisit	Sistemik	60	20	3,3
Dichlofluanid	Fungisit	Sistemik	1,3	20	3,7
Dichlorvos	Akarisit, İnsektisit	Sistemik	0,018	25	1,9
Dicofol	Akarisit	Kontak	0,8	20	4,3
Diethofencarb	Fungisit	Sistemik	27,64	20	2,8
Dimethoate	İnsektisit, Akarisit	Yarı sistemik	23300	25	0,704
Epoxiconazole	Fungisit	Sistemik	8,42	25	3,58

Ethylenethiourea	Fungisit	Kontak	2000	30	-0,7
Fenarimol	Fungisit	Sistemik	13,7	20	3,6
Fenhexamid	Fungisit	Kontak	20	20	3,5
Fenitrothion	İnsektisit	Kontak	38	25	3,3
Fenvalerate	İnsektisit, Akarisit	Kontak	0,001	20	6,2
Fludioxonil	Fungisit	Kontak	1,8	20	4,12
Flusilazole	Fungisit	Sistemik	41,9	20	3,8
Folpet	Fungisit	Kontak	0,80	20	2,85
Hexachlorobenzene	Fungisit	Kontak	0,0047	25	5,73
Hexaconazole	Fungisit	Sistemik	18	20	3,9
Imidacloprid	İnsektisit	Sistemik	6,1x10 ²	20	0,57
İprodione	Fungisit	Yarı sistemik	6,8	20	3
Kresoxim-methyl	Fungisit	Yarı sistemik	2	20	4,1
Lindane	İnsektisit	Kontak	8,52	20	3,5
Lufenuron	İnsektisit	Sistemik	0,0046	20	5,12
Malathion	İnsektisit, Akarisit	Kontak	148	20	2,75
Mancozeb	Fungisit	Kontak	6,2	25	1,33
Maneb	Fungisit	Kontak	178	20	-0,45
Metalaxyl	Fungisit	Sistemik	8400	22	1,75
Methamidophos	İnsektisit, Akarisit	Sistemik	20000	20	-0,8
Methidathion	Akarisit, İnsektisit	Kontak	200	25	2,2
Methomyl	İnsektisit	Yarı sistemik	58000	25	0,6
Myclobutanil	Fungisit	Kontak	142	25	2,9
Nuarimol	Fungisit	Sistemik	26	20	3,18
Parathion-ethyl	İnsektisit, Akarisit	Kontak	12,4	20	3,8
Parathion-methyl	İnsektisit	Kontak	55	20	3
Phosmet	İnsektisit	Kontak	15,2	20	2,95
Pirimicarb	İnsektisit	Yarı sistemik	3100	20	1,7
Pirimiphos-methyl	Akarisit, İnsektisit	Kontak	11	20	3,9
p-p DDT	İnsektisit	Sistemik	0,006	25	6,9
Procymidone	Fungisit	Yarı sistemik	2,46	20	3
Profenofos	Akarisit, İnsektisit	Kontak	28	25	4,44
Propargite	Akarisit	Kontak	0,215	25	5,7
Propiconazole	Fungisit	Sistemik	100	20	6,6
Pyraclostrobin	Fungisit	Sistemik	1,9	20	3,99
Pyridaben	Akarisit, İnsektisit	Sistemik	0,012	24	6,37
Pyrifenox	Fungisit	Sistemik	300	20	3,4
Quinalphos	İnsektisit	Sistemik	17,8	20	4,4
Tebuconazole	Fungisit	Kontak	36	20	3,7
Tetraconazole	Fungisit	Sistemik	156,6	20	3,56
Tetradifon	Akarisit, İnsektisit	Kontak	0,078	20	4,61
Thiophanate-methyl	Fungisit, Nematisit	Sistemik	18,5	20	1,4
Tralomethrin	İnsektisit	Kontak	0,08	20	5
Triadimefon	Fungisit	Sistemik	70	20	3,18
Trichlorfon	İnsektisit	Kontak	120000	20	0,43
Trifloxystrobin	Fungisit	Sistemik	0,61	20	4,5
α -Cypermethrin	İnsektisit	Kontak	0,0045	20	6,94
β -Cypermethrin	İnsektisit	Kontak	0,9	20	5,8
λ -Cyhalothrin	İnsektisit	Kontak	0,005	20	5,5

Gıda İşleme Süreçlerinde Pestisit Kalıntılarının Değişimi

Yıkama

Yıkama, hem ev hem de ticari hazırlıkta ön adım olan en yaygın işleme biçimidir. Çoğu meyve, sebze ve yapraklı yiyecekler tüketilmeden önce veya süreç sırasındaki diğer işlem basamaklarından önce yıkama aşamasına girdiklerinden, pestisitlerin kalıntı miktarları belli bir oranda azalabilmektedir. Yıkamanın azaltmadaki etkinliği, pestisitlerin sudaki ve yıkama işlemi sırasında kullanılan diğer kimyasal çözücülerdeki çözünürlüğüne, gıdanın yapısına ve çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir (Dordevic ve Durovic-Pejcev 2016a; Bajwa ve Sandhu 2014).

Biberlerin musluk suyuyla yıkanması sırasında malathion kalıntılarının %67-78 oranlarında uzaklaştırıldığı gözlenmiştir (Bhagirathi ve ark. 2001). Kırmızı biberlerin su içinde 5 dakika süre ile çalkalanmasıyla chlorpyrifos ve fenitrothion kalıntı konsantrasyonlarının %30-40 daha azaldığı rapor edilmiştir (Lee 2001).

Brokolinin de musluk suyu ile yıkanması sırasında cypermethrin, azoxystrobin, boscalid, chlorpyrifos, iprodione, λ -cyhalothrin ve pyraclostrobin kalıntıları sırasıyla %38, %41, %24, %24, %46, %6 ve %23 oranında azalmıştır (Lozowicka and Jankowska 2016).

Domateslerin musluk suyu kullanılarak basitçe yıkanması işleminin, chlorpyrifos başlangıç seviyesinin %97 oranında ve parathion-ethyl için saptanamayan seviyelere kadar azalmasına sebep olduğu gözlenmiştir (Reiler ve ark. 2015). Domateslerde 0,86 ppm başlangıç konsantrasyonunda bulunan procymidone kalıntı seviyesi, akan suyun altında 15 saniye yıkanarak %68 oranında azaltılmıştır (Cengiz ve ark. 2007).

Taze fasulyenin suyla yıkanmasıyla malathion kalıntısı %96 oranında azalırken, şeftalide aynı etkin maddenin azalması %38-40 oranında, kirazda ise %80 civarlarında olmaktadır. Yıkama işleminin aynı tarım ilacı kalıntısının azalmasıdaki etkisinin ürün çeşitlerine göre değişim gösterdiği sonucuna varılmıştır (Öğüt ve ark. 2014).

Lahananın asetik asit çözeltisi ile (konsantrasyon:%10) 20 dakika süreyle yıkanmasıyla chlorpyrifos, p,p-DDT, cypermethrin ve chlorothalonil sırasıyla %79, %65, %74 ve %75 oranında kayba uğramışlardır. NaCl çözeltisi ile yıkama (süre:20 dakika; konsantrasyon:%10) aynı pestisitlerin başlangıç seviyelerinde sırasıyla %67, %65, %73 ve %74 kayba neden olmuştur. Musluk suyu ile aynı koşullarda (20 dakika boyunca) yıkama işlemi aynı pestisit kalıntılarının konsantrasyonlarında sırasıyla %17, %17, %19 ve %15 oranlarında azalma sağlayarak, NaCl çözeltisine göre daha az etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Zhang ve ark. 2007).

Salatalığın akan suyun altında 15 saniye yıkanmasıyla diazinon ve carbaryl kalıntı seviyesinin yaklaşık %22 oranında azaldığı gözlenmiştir (Cengiz ve ark. 2007). Salatalıkların musluk suyu ile 20 dakika süre ile yıkanmasıyla trichlorfon, dimethoate, dichlorvos, fenitrothion ve chlorpyrifos kalıntı seviyelerinin sırasıyla %53, %32, %52, %26 ve %62 oranlarında azaldığı gözlenmiştir (Liang ve ark. 2012).

Patlıcan ile yapılan bir çalışmada chlorantraniliprole kalıntılarının seviyesinin yıkandıktan sonra %86-88 azaldığı gözlenmiştir (Vijayasree ve ark. 2015).

Patateslerin musluk suyu ile yıkanmasıyla chlorpropham kalıntı seviyesi %33-47 oranında azalmıştır (Lentza-Rizos ve Balokas 2001). Patateslerin yıkanmasından sonra lindane, hexachlorobenzene, p,p-DDT, dimethoate, pirimiphos-methyl ve malathion seviyeleri sırasıyla %20, %27, %18, %12, %18 ve %11'e azalmıştır (Soliman 2001).

Yıkama işlemi çileklerdeki pestisit kalıntı seviyelerinin azaltılmasında da etkili olmuştur. Bupirimate, pirimicarb, tetraconazole, deltamethrin, pyraclostrobin, λ -cyhalothrin, folpet, boscalid, iprodione, trifloxystrobin, fludioxonil, cyprodinil, α -cypermethrin, fenhexamid, acetamiprid ve chlorpyrifosun başlangıç seviyeleri %20 ile %68 arasında azaltılmıştır (Lozowicka and Jankowska 2016).

Meyve suyu üretimi sırasında elmalar, ilk adım olarak yıkama işlemine tabi tutulmuş ve chlorpyrifos, β -cypermethrin, tebuconazole, acetamiprid ve carbendazim kalıntıları sırasıyla %21, %6, %11, %66 ve %47 oranında azaltılmıştır (Li ve ark. 2015).

Yıkama işlemi nektarinlerde bulunan methidathion, iprodione, malathion, myclobutanil, parathion-methyl, chlorpyrifos, fenarimol ve pirimicarb kalıntılarını %8-34 oranında azaltmıştır (Pugliese ve ark. 2004).

Ozon ile Yıkama

Meyve ve sebzelerde pestisit kalıntılarının uzaklaştırılmasında ozon uygulaması, gaz olarak veya su içerisinde çözündürülerek kullanılmaktadır. Ozon uygulaması meyve ve sebzelerden kalıntıları azaltmak için yeni bir yöntemdir ve farklı ürünlerde bulunan pestisitlerin kalıntısının giderilmesine çok etkili olduğu rapor edilmiştir (Pazır ve Turan 2017; Velioğlu ve ark. 2016).

Taze çay yapraklarına O₃/UV/TiO₂ (ozon/ultraviyole/titanyum oksit) uygulaması ile cypermethrinde %80, malathionda ise %78 azalma gözlenmiştir (Lin ve ark. 2012).

Ozonlu su ile yıkama işlemi sonucunda domateslerdeki imidacloprid, fenazaquin ve λ-cyhalothrinin kalıntılarının sırasıyla; %40, %57, %20 oranında, doğrudan suda yıkama işlemi sonucunda ise; %32, %57, %8 oranında azaldığı görülmüştür (Baltacı 2015).

Beyaz lahana ve çin lahanasına 250 mg/saat ozon uygulaması ile chlorfluazuron %60 ve chlorothalonil %55 oranında azalmıştır. 500 mg/saat ozon uygulandığında ise chlorfluazuron için %75, chlorothalonil için %77 azalma gözlenmiştir (Chen ve ark. 2013).

Zeytinlerin beş dakika ozonlu su ile yıkama uygulamasında chlorpyrifos, β-cyfluthrin, α-cypermethrin ve imidacloprid kalıntıları %38-%61 oranlarında azalmıştır (Kırış 2014).

Elmalara iki farklı seviyede (1 ve 10 ppm) ozon uygulanarak mancozeb kalıntılarının %56-97 oranında azaldığı gözlenmiştir (Hwang ve ark. 2001).

Chlorothalonil kalıntısı içeren bir portakal 5 dakika boyunca ozonlandığında kalıntı miktarında %100'lük bir azalma sağlanmıştır. Aynı şekilde tetradifon içeren limonda 5 dakika ozonlama ile kalıntı miktarında %98, chlorpyrifos-ethyl içeren greyfurtta ise kalıntı miktarında %94 azalma gerçekleşmiştir. Ozonlu suda yapılan yıkama işleminde azalma %50-98 arasında iken musluk suyunda %4-39 arasında azalma gözlenmiştir (Kusvuran ve ark. 2012). Limonla yapılan diğer bir çalışmada ise 3, 6 ve 9 dakika ozonlu su (2, 4, 8 mg/L) uygulamalarında chlorothalonil için kabuklu örneklerde %28-92 ve kabuksuz örneklerde %70-89; chlorpyrifos-ethyl için kabuklu örneklerde %18-82 ve kabuksuz örneklerde %7-89; tetradifon için kabuklu örneklerde %16-95 ve kabuksuz örneklerde %14-100 oranları arasında parçalanmalar gözlenmiştir (Aslansoy 2012).

Soyma

Soyma, birçok meyve ve sebzenin işlenmesinde önemli ve ilk adımdır. Kimyasal, mekanik, buhar veya dondurucu soyma işlemlerinin pestisitlerin kimyasal niteliğine ve çevresel koşullara bağlı olarak, pestisit kalıntısının önemli ölçüde veya neredeyse tamamen uzaklaştırılmasını sağlayabildiği rapor edilmektedir (Kaushik ve ark. 2009).

HCB, lindane ve p,p-DDT kalıntılarının başlangıç seviyelerinin domateslerin soyulmasıyla %80 ila %82 arasında azaldığı rapor edilmiştir (Abou-Arab 1999). Diğer bir çalışmada ise soyma işleminin domateste kalıntısı bulunan pyridaben için %70, pyrifenox ve tralomethrin için %100 azalma etkisi yarattığı ortaya konulmuştur (Boulaid ve ark. 2005). Domateslerde başlangıçta 0,86ppm olan procymidone seviyesi soyma işlemi ile 0,20ppm'e azalarak kalıntı seviyesi %77 oranında azalmıştır (Cengiz ve ark. 2007). Hasat edildikten üç gün sonra soyulan domateslerde dimethoate, malathion ve parathion-methyl kalıntı seviyelerinin ortalama %28 azaldığı ortaya konulmuştur. Chlorpyrifos ve parathion-ethyl tamamen soyulma yoluyla uzaklaştırılmıştır (Reiler ve ark. 2015). Soyulmuş domateslerde chlorothalonil %96, oxadixyl %60 ve thiophanate-methyl %93'ün üzerinde azalmıştır (Kwon ve ark. 2015).

Kabaklarda kabuk soyma işlemi ile acrinathrin kalıntılarının %90 oranında ve kresoxim-methyl kalıntılarının ise %100 oranında azaldığı gözlenmiştir (Boulaid ve ark. 2012).

Chlorpyrifos kalıntı seviyesinin kuşkonmazın soyulması ile %60-73 oranında azaldığı ve biberlerde ise saptanamayan seviyelere getirildiği belirtilmiştir (Chavarri ve ark 2004, 2005).

Salatalıkta diazinon başlangıç kalıntı seviyesinin soyma işlemi ile %67 azaldığı gözlenmiştir (Cengiz ve ark. 2006).

Meyve Sıkma

Pestisitlerin meyvelerden meyve suyuna geçişi kabuk ve posada kalan miktarına ve pestisitlerin fiziko-kimyasal özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Kalıntı miktarındaki azalma, santrifüjleme veya filtreleme gibi berraklaştırma işlemleri ile de sağlanmaktadır (Kaushik ve ark. 2009).

Domateslerin suyu sıkıldıktan sonra HCB, lindane, p,p-DDT, dimethoate, profenofos ve pirimiphos-methyl kalıntı miktarlarında %72 ila %77 arasında azalma olmuştur (Abou-Arab 1999).

Hünnaptan meyve suyu eldesi sırasında triadimefon kalıntısı %14 ve %43 oranlarında azalmıştır (Zhao ve ark. 2017b).

Konsantre elma suyunun üretimi sırasında, fenitrothion kalıntısının %90'ından fazlası, yıkanmamış elmalardan presleme ve filtrasyon ile uzaklaştırılmıştır. Elma suyu üretimi sırasında azinphos-methyl, chlorpyrifos, fenvalerate ve methomylin %97, %100, %97 ve %78 oranında, elma sosunun üretiminde ise bu dört pestisit'in tamamı %95'den fazla oranda azaltılmıştır (Zabik ve ark. 2000).

Yapılan diğer bir çalışmada da ticari elma suyu üretiminde yer alan yıkama, meyve sıkma, sterilizasyon ve enzimatik muamelenin, β -cypermethrin, chlorpyrifos, tebuconazole, acetamiprid ve carbendazim kalıntılarında %85-95'lik bir azalmaya neden olduğu belirtilmiştir (Li ve ark. 2015).

İnfüzyon

Tüm dünyadaki en popüler iki içecek olan çay ve kahve hazırlanırken pestisit kalıntıları azaltılabilir. Çay bahçelerinde kullanılan bir organofosfat olan quinalphosun %64'ü işleme esnasında kaybolmakta ve geri kalan %36'lık kısmının sadece %16'sı infüzyona aktarılmaktadır. Quinalphosun infüzyona aktarılması, sudaki çözünürlüğünden kaynaklanmaktadır (Jaggi ve ark. 2000). Üretilen çaydaki propargite kalıntılarının infüzyona aktarımının %23-40 arasında olduğu, %35-53 oranında pestisit kalıntısının ise başlangıçta kullanılan yapraklarda kaldığı gözlenmiştir (Kumar ve ark. 2005).

Maltlama

Maltlama tahıllara uygulanan bir işlemdir. Çimlenme ve fırın kurutma işlemlerini içerir (Kaushik ve ark. 2009). Olgunlaşmış ve filtrelenmiş birada myclobutanil, propiconazole ve nuarimol kalıntı seviyelerinin bu işlemler sırasında azaldığı gözlenmiştir (Navarro ve ark. 2007).

Öğütme

Buğdayı un veya irmik haline getirilmesi için yapılan işleme öğütme denir. Öğütme; endosperm ve kepeğin birbirinden ayırmak ve endospermi un haline getirmek için yapılan işlemdir (Özkaya 2005). Buğdayı öğütüp un elde ettikten sonra malathion kalıntılarının %95 oranında azaldığı gözlenmiştir (Uygun ve ark. 2005). Makarnada, buğdaydan irmiğe geçiş sırasında malathion %16-28, fenitrothion %17-22, clorpyrifos-methyl %7-8 ve pirimiphos methyl %23-28 oranlarında azalmıştır (Uygun ve ark. 2008).

Fermentasyon

Fermentasyon, enzimlerin proteinlerin çoğunu aminoasitlere ve düşük molekül ağırlıklı peptitlere hidroliz ettiği en basit biyoteknolojik işlemlerden biridir. Pastacılık, süt, şarap ve bira gibi çeşitli gıdaların üretiminde uygulanmaktadır ve fermentasyon sırasında pestisit kalıntılarının azaldığı gıda ürünlerinin çoğunda kaydedilmiştir (Kaushik ve ark. 2009).

Lahananın fermentasyonu sırasında bifenthrin ve metalaxyl kalıntılarının %57-72 ve %81-85 oranlarında azaldığı belirtilmiştir (Jung ve ark. 2009).

Buğdayın *Lactobacillus plantarum* ile fermentasyonu sırasında pirimiphos-methyl kalıntısı %15-34, bifenthrin ise %16-42 oranlarında azalmıştır (Dordevic ve Durovic-Pejcev 2016b).

Kırmızı şarapta *Oenococcus oeni* bakterisi kullanılarak yapılan malolaktik fermentasyon sırasında, chlorpyrifos, dicofol, chlorothalonil ve prosimidon konsantrasyonları sırasıyla %70, %40, %35 ve %25 oranlarında azalmıştır (Ruediger ve ark. 2005).

Saccharomyces cerevisiae mayası kullanılan buğday fermentasyonu sonucunda chlorpyrifos-methyl konsantrasyonu %14-19 azalmıştır (Dordevic ve Durovic-Pejcev 2015).

Isıl İşlemler

Gıda muhafazasında kullanılan ısıl işlem teknikleri pestisitlerin kalıntılarında azalmaya neden olabilmektedir (Kaushik ve ark. 2009).

Çeşitli sebzelerin su ile kaynatılması sırasında chlorpyrifos kalıntı miktarının %12 ila %48 arasında azaldığı raporlanmıştır, azalma etkisi %38 oranla ıspanakta ve %29 oranla karnabaharda en fazla gözlenmiştir. Ayrıca yapılan aynı çalışmada chlorpyrifosun metaboliti olan 3-5-6 trichloro 2 pyridinol'ün pişirme sırasında ıspanakta 0,09 mg/kg'dan 0,21 mg/kg'a, patlıcanda 0,05 mg/kg'dan 0,017 mg/kg'a, domateste 0,04 mg/kg'dan 0,025 mg/kg'a, bamyada 0,06 mg/kg'dan 0,028 mg/kg'a arttığı gözlenmiştir. Bu durumda chlorpyrifosun ısı

işlem sırasında metaboliti olan 3-5-6 trichloro 2 pyridinol'e parçalandığı ortaya konulmuştur (Randhawa ve ark. 2007).

Lahananın otuz dakika kaynatılmasıyla diazinon ve dichlorvos kalıntı miktarları %80-90 oranında azalmıştır (Kang ve Lee 2005).

Brokolinin beş dakika kaynatılmasıyla, α -cypermethrin, azoxystrobin, boscalid, chlorpyrifos, iprodione, λ -cyhalothrin ve pyraclostrobin miktarları sırasıyla %34, %81, %69, %43, %87, %34 ve %52 oranında azalmıştır. Domateste ise azoxystrobin, boscalid, cyprodinil, fludioxonil ve pyraclostrobin kalıntıları %82, %97, %86, %69 ve %75 oranında azalma göstermiştir. Aynı şekilde çilek ve frenk üzümü meyvelerinin beş dakika kaynatılmasıyla acetamiprid, boscalid, bupirimate, chlorpyrifos, cyprodinil, fenhexamid, fludioxonil, folpet, iprodione, pirimicarb, pyraclostrobin, tetraconazole ve trifloxystrobin %34-93 oranında azalmıştır (Lozowicka ve Jankowska 2016).

Biberin pişirilmesiyle başlangıçtaki chlorpyrifos miktarı %39 oranında düşürülmüş ve 3 ay depolanmadan sonra kalan kalıntılar kaybolmuştur, kuşkonmazların 98°C'de dört dakika haşlanmasıyla chlorpyrifos %83 oranında azalmıştır. Pişirme derecesi 115°C'ye artırılıp yirmi dakika bu koşulda tutulduğunda chlorpyrifos kalıntısı yine azalmış ve azalma oranı %92'ye artmıştır (Chavarri ve ark. 2005). Bu da pişirme süresi ve sıcaklığının kalıntı miktarları üzerinde etkisi olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Bir diğer çalışmada 100°C'de pişirilmiş domateslerdeki maneb kalıntısı incelenmiş ve ısı işlem sonucunda kalıntı miktarında %74 azalma sağlandığı sonucuna varılmıştır (Kontou ve ark. 2004).

Sebzelerin kızartılması ve pişirilmesi tekniklerinin, pestisit kalıntı miktarlarında azaltıcı yönde bir etkisinin olduğu ortaya konulmuştur. Lahananın 100°C'de beş dakika süresince bir tavada kızartılmasıyla chlorpyrifos, p,p-DDT, cypermethrin ve chlorothalonil kalıntılarının sırasıyla %86, %67, %84 ve %84 oranlarında azaldığı belirtilmiştir (Zhang ve ark. 2007).

Patlıcana uygulanan farklı pişirme tekniklerinin cypermethrin kalıntısı üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda ızgarada pişirmenin %50, yağda pişirmenin %45, suda pişirmenin %41 ve mikrodalgada pişirmenin ise %40 oranında azalma sağladığı ortaya konulmuştur (Walia ve ark. 2010).

Kurutma basit, geleneksel bir gıda muhafaza yöntemidir. Gıdalar güneşte, fırında veya bir gıda kurutucusunda kurutulabilmektedir. Kurumanın pestisit kalıntılarını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Kaushik ve ark. 2009).

Güneşte veya sıcak havayla kurutmanın, kırmızıbiberden chlorpyrifos ve fenitrothion kalıntılarının %20-30 oranında azalttığı bildirilmiştir (Lee 2001).

Dört kurutma işlemi (dondurularak, fırında, güneşte ve mikrodalgayla) uygulanarak hünap meyvelerinde bulunan dichlorvos, malathion, chlorpyrifos, triadimefon, hexaconazole, myclobutanil, kresoxim-methyl, tebuconazole, epoxiconazole, bifenthrin ve cyhalothrin kalıntılarının %11 ile %95 oranlarında azaldığı raporlanmıştır (Zhao ve ark. 2017a).

Fırında 50°C'de 72 saat, 60°C'de 60 saat, 70°C'de 48 saat, 80°C'de 36 saat kurutulmuş üzüm örneklerinde dimethoate, diazinon, chlorpyrifos ve methidathion kalıntılarının %90 azaldığı bir diğer çalışmada rapor edilmiştir. Sıcaklık arttıkça, kurutma işlemi sırasında pestisitlerin hızlı bir şekilde degrade olduğu gözlenmiştir (Özbey ve ark. 2017).

Güneşte kurutulmuş üzümlerde, methamidophos %64-71 oranında azalma göstermiştir. Pestisit kalıntılarında olan azalmalar, kuruma sırasında kalıntılarının buharlaşmasına dayandırılmıştır (Athanasopoulos ve ark. 2005).

Meyve ve sebzelerin konserveye işlenmesi sırasında yıkama, soyma, sıkma, pişirme ve konsantre etme aşamaları gerçekleştirilir. Ayrıca 121°C'de belirli zaman aralığında sterilizasyon da gerçekleşmektedir. Konserveleme işlemi sonunda bazı pestisitlerin başlangıç miktarlarının %90 ile %100 arasındaki oranlarda azaldığı rapor edilmiştir (Chavarri ve ark. 2005; Kaushik ve ark. 2009). Konserve domates ezmesi üretmek için yapılan sterilizasyon sırasında domates ezmesindeki chlorpyrifos miktarı %23 oranında azalırken, onun metaboliti olan 3-5-6 trichloro 2 pyridinol miktarı %8 oranında artmıştır (Han ve ark. 2013). Biberlerin konserveye işlenmesi sırasında üründe bulunan chlorpyrifosların başlangıç miktarının %61'inin son ürüne aktarıldığı; ancak bu kalıntı miktarının konserve depolanmasından 3 ay sonra tamamen yok olduğu gözlenmiştir. Diğer bir taraftan şeftali konservelelerinin iki yıl depolanmasına rağmen acefat kalıntısının başlangıç konsantrasyonunun %11'inin hala üründe bulunduğu görülmüştür (Chavarri ve ark. 2005).

Dondurma

Dondurma, en eski ve en yaygın kullanılan gıda koruma yöntemlerinden biridir ve gıdalardaki tat, doku ve besin değerini başka herhangi bir yöntemden daha iyi korumaktadır (Dordevic ve Durovic-Pejcev 2016a).

Kabaklar dondurulup 15 gün depolandıktan sonra imidacloprid ve diethofencarb kalıntılarının %31 ve %9 oranında azaldığı belirlenmiştir (Oliva ve ark.2017).

Yıkandıktan ve yıkandıktan sonra dondurulan kirazlardaki diazinon, parathion-methyl, captan, methidathion, cypermethrin ve deltamethrin kalıntılarının zamanla değişimi gözlenmiştir. Yıkamış ve dondurularak saklanan kiraz örneklerindeki pestisit kalıntı miktarlarında azalma görülmüştür. Yıkamayıp dondurulan kiraz örneklerindeki pestisit kalıntı miktarlarının da dondurma süresi uzadıkça periyodik azaldığı belirlenmiştir (Öğüt ve ark. 2014).

Isıl Olmayan Yeni Teknolojilerle Pestisit Kalıntılarının Azalması

Yüksek basınç uygulamaları, vurgusal elektriksel alan, ultrases, ısıl olmayan plazma, atmosferik ortamda soğuk plazma uygulamaları gibi ısıl olmayan yenilikçi teknolojilerin de pestisit kalıntılarını azalttığı ortaya konulmuştur (Misra ve ark. 2014; Misra 2015; Misra ve ark. 2016).

Stapleton ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, 2-chloropyridine'in, ultraviyole lamba (254 nm, 110 W) ve ultrasonik ışınlama (20 kHz'lik sabit frekansta ve 250 W'a kadar değişen güçte) kullanılarak sudaki degradasyonu incelenmiştir. Sonuç olarak 2-chloropyridine 300 dakika ultrasonik ışınlama yapılmasıyla %90 oranında parçalandığı gözlenmiştir.

Chowdhury ve ark. (2014)'de patlıcanda gama ışınları uygulamasıyla, pestisit kalıntılarındaki azalmayı incelemiştir. 0.5 kGy radyasyon dozunun uygulanmasıyla diazinon, chlorpyrifos ve phosphamidon kalıntıları sırasıyla %35-43, %40-48, ve %30-45 aralıklarında azalmıştır. Radyasyon uygulama dozu 1 kGy'a çıkarılınca aynı pestisitlerin parçalanma oranları sırasıyla %80-91, %85-90 ve %90-95 düzeylerine yükselmiştir (Chowdhury ve ark. 2014).

Brüksel lahanasına 5°C ve 25°C sıcaklıklarda 30 dakika süre ile 0,1-400 MPa basınçlarında uygulanan yüksek hidrostatik basınç uygulaması chlorpyrifosu %80 oranında uzaklaştırmıştır (Iizuka ve Shimizu 2014).

Cengiz ve ark. (2017) domatesteki pestisit kalıntılarının azaltılması için düşük yoğunluklu elektrik akımı ve ultrasonik işlemi birlikte kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda ultrases işleminin ve elektroliz ünitesinin optimum çalışma frekans ve amperleri 1400 mA + 40 kHz, 800 mA + 24 kHz, 1400 mA + 24 kHz olarak belirlenmiştir. Bu kombinasyonlar kullanılarak, captan, thiamethoxam ve metalaxyl kalıntıları %94, %69 ve %95 oranında düşürülmüştür.

Yaban mersinlerinde 80 kV'de 5 dakika soğuk plazma uygulanması sonucu imidacloprid kalıntılarında %75, boscalid kalıntılarında ise %80,18 oranlarında azalma görülmüştür (Sarangapani ve ark. 2017).

Depolama

Depolama sırasında pestisit kalıntı miktarlarındaki değişim, pestisitlerin buharlaşmasına, metabolizmasına, uygulanan formülasyon türüne, depolama sıcaklığı ve nemine bağlıdır (Dordevic ve Durovic-Pejcev 2016a).

Arpanın 26°C' de altı ay depolanması sonrasında malathion ve izomalathion kalıntılarının %65-72 oranında azaldığı saptanmıştır (Uygun ve ark. 2007).

240 gün süreyle depolanan buğdayda, pirimiphos-methyl kalıntısının %60 oranında azaldığı rapor edilmiştir (Sgarbiero ve ark. 2002). Bir diğer çalışmada da buğdayın 180 gün depolanmasından sonra deltamethrin kalıntısının 0,5 ppm oranından 0,03-0,2 ppm'e azaldığı ortaya konulmuştur (Balinova ve ark. 2007).

Salatalık numunelerinin altı gün boyunca 4°C'de depolanmasıyla dichlorvos kalıntı seviyesi %70 oranında, üç gün boyunca 4°C'de depolama ile %48 oranında azalmıştır (Cengiz ve ark.2006).

12 ay depolanma sonucunda malathion kalıntısı mısır tanelerinde %64, fasülyede ise %47 oranında azalma göstermiştir (Lalah ve Wandiga 2002). Soya fasulyesinin chlorpyrifos sulu çözeltisi ile muamele edilip kapalı plastik bir kutu içerisine yerleştirilmesi ve 120 gün depolanmasından sonra chlorpyrifos kalıntısı %62 oranında azalmıştır (Zhao ve ark. 2014).

İşleme Faktörleri

İşleme faktörü, işlenmiş gıdadaki pestisit kalıntı seviyesinin işlenmemiş ilk halindeki pestisit kalıntı seviyesine oranı olarak tanımlanmaktadır. İşleme faktörü, işlenmiş ürünlerdeki kalıntıların yasal standartlara uygunluğuna karar verilmesi ve işlenmiş ürünlerdeki kalıntıların insan, hayvan ve çevre sağlığı üzerindeki risklerinin değerlendirilmesi için gereklidir (Anonim 2016).

Acı biber yapraklarına uygulanan yıkama, haşlama ve kurutma işlemlerinden sonra dichlofluanid, flusilazole, iprodione, λ -cyhalothrin ve lufenuron kalıntıları analiz edilmiş ve işleme faktörleri hesaplanmıştır. Bu dört pestisit işleme faktörlerinin yıkama, haşlama ve kurutma işlemleri ile sırasıyla 0,09-0,73, 0,00-0,48, 0,00-3,30 arasında değiştiği ortaya konulmuştur. Kurutulmuş yapraklarda lufenuronun işleme faktörü ise 3,30 olarak belirtilmiştir (Lee ve Jung 2009).

Domateslerin konserveleme işleminde chlorpyrifos ve trichloropropane (TCP) kalıntıları tespit edilmiştir. Yıkama işlemine ait işleme faktörleri chlorpyrifos için 0,63, trichloropropane için 0,90 olarak saptanmıştır. Soymada 0,09 ve 0,43, homejenizasyonda 0,62 ve 0,69, haşlamada 0,46 ve 0,52, sterilizasyonda ise 0,77 ve 1,09 olarak bulunmuştur. Sterilizasyonda trichloropropane işleme faktörü 1'den fazla bulunmuştur (Han ve ark. 2013).

Alman Federal Risk Değerlendirme Enstitüsü, yapılan çalışmalardan çeşitli gıdalar, pestisitler ve gıda işlemleri için işleme faktörlerini değerlendirmektedir. Domates püresinde ametoctradinin işleme faktörü 0,88, kırmızı üzümde ısıtma işlemi yapılarak boscalid kalıntısının işleme faktörü 0,14, elma posasının boscalid kalıntısının işleme faktörü 6,55 ve kırmızı üzüm posasında boscalidin işleme faktörü 2,50 olarak bulunmuştur (Scholz ve ark. 2017). İşleme faktörünün birden büyük olması işleme sırasında kalıntı seviyesinde bir artış olduğunu, birden küçük olduğu durumlarda ise düşüş olduğunu göstermektedir (Scholz ve ark. 2017). Türk Gıda Kodeksinde 274 adet işleme faktörü belirlenmiştir. Çoğunlukla kurutulmuş ürünlerin işleme faktörleri belirlenmiş ve bu faktörler birden yüksek bulunmuştur (Anonim 2016).

2. Sonuç

Gıdaların maruz kaldığı işlemler sonucunda, başlangıçta içerdikleri pestisit kalıntı miktarları aktif maddenin fiziko-kimyasal özelliklerine ve geçirdikleri işlemlere bağlı olarak artma veya azalma eğilimi gösterebilmektedirler. Bu işlemler, yıkama, soyma, meyve sıkma, ısıtma, kurutma, pişirme, depolama gibi süreçleri içerebilmektedir. Yapılan çalışmalar ışığında, meyve ve sebzelerin başlangıçta içerdikleri bazı pestisitlerin kalıntı miktarlarının %70-100'nin soyma işlemi ile azaltılabildiği ortaya konulmuştur. Meyve sebzelerin yıkanmasıyla ise %22-60 oranında bir uzaklaştırma söz konusu olabilmektedir. Ancak ısıtma işlemi süreçlerinde pestisitlerin metabolitlerine parçalandığı da gözlenen diğer bir sonuç olmuştur. Yapılan çalışmalarda, soyma işleminin pestisitlerin gıdalardan uzaklaştırılmasında en etkin yol olduğu gözlenmiştir; ancak kimyasal tehlikeyi azaltmak için meyve ve sebzelerin lif içeriklerinin en yoğun olduğu kabukların diyetten uzaklaştırılması da doğru olmamaktadır. Aynı şekilde gıda atıklarının değerlendirilip kullanıma tekrar kazandırılması sırasında kabuklarla uzaklaştırılan pestisit kalıntı miktarlarının yeni geliştirilen ürünlerde oluşturacağı kimyasal tehlike boyutu da ayrıca irdelenmelidir. Piyasaya arz edilen gıdaların yasal mevzuatlarla uyumlu ve dolayısıyla güvenli olduğunun ortaya konulması için olası tüm işlenmiş gıdalarda pestisit kalıntı seviyelerinin ortaya konması gerekmektedir. Yasal mevzuatlarda 1000'i aşkın pestisit aktif maddesi için MRL belirlendiği dikkate alınır, işleme faktörlerini belirlemek için daha fazla çalışma yapılması gerektiği sonucuna varılabilir. Gıda işlemleri sırasında, işlem koşullarında pestisit kalıntı miktarının değişimi incelenirken ortaya çıkabilecek olası metabolitleri ve toksik etkiler de ayrıca incelenmelidir.

3. Kaynaklar

- Abou-Arab, A. A. K., 1999. Behavior of pesticides in tomatoes during commercial and home preparation. *Food Chemistry*, 65, 509–514.
- Anonim, 2005. European Commission, Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC, Official Journal of the European Communities, L 70, 1-16. Retrieved January 4, 2010, from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:070:0001:0016:EN:PDF>
- Anonim, 2008. World Health Organization (WHO/ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Codex Alimentarius Commission Procedural Manual, 18th Edition, Rome.
- Anonim, 2009. Codex Alimentarius Commission (CAC), Maximum residue limits (MRLs) for pesticides, CAC MRL/1. Retrieved January 4, 2010, from <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/en/>
- Anonim, 2016. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği. Resmi Gazete (25 Kasım 2016 ve 29899 sayılı), Ankara.
- Aslansoy, Z., 2012. Ozonlama İşleminin Limondaki Pestisit Kalıntıları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Athanasopoulos, P. E., Pappas, C., Kyriakidis, N. V., Thanos, A., 2005. Degradation of methamidophos on soultanina grapes on the vines and during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 91, 235–240.
- Bajwa, U. and Singh-Sandhu, K., 2014. Effect of handling and processing on pesticide residues in food- a review. *Journal Food Science Technology*, 51(2), 201–220.
- Balinova, A.M., Mladenova, R.I. and Shtereva, D.D., 2007. Study on the effect of grain storage and processing on deltamethrin residues in post-harvest treated wheat with regard to baby-food safety requirements. *Food Additives and Contaminants*, 24(8), 896–901.
- Baltacı, H.M., 2015. Ozonla Pestisit Giderimi Uygulamasının Domateste Renk ve C Vitaminine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bhagirathi, D., Kapoor S.K. and Singh, B., 2001. Persistence of malathion residues on/in bell pepper (*Capsicum annuum* Linn). *Pesticide Research Journal*, 13, 99-102.
- Boulaid, M., Aguilera, A., Camacho, F., Soussi, M. and Valverde, A., 2005. Effect of household processing and unit-to-unit variability of pyrifenoxy, pyridaben and tralomethrin residues in tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4054–4058.
- Boulaid, M., Aguilera, A., Camacho, F., Garcia-Fentes, L. and Valverde, A., 2012. Effect of household processing and unit to unit variability of azoxystrobin, acrinathrin and kresoxim methyl residues in zucchini. *Food Control*, 25, 594-600.
- Cengiz, 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.
- Cengiz, 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.
- Cengiz, M.F., Başlar, M., Basançelebi and O., Kılıçlı, M., 2017. Reduction of pesticide residues from tomatoes by low intensity electrical current and ultrasound applications. *Food Chemistry*, August 2017, (In Press, Corrected Proof).
- Chavarri, M.J., Herrera, A. and Arino, A., 2004. Pesticide residues in field-sprayed and processed fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1253-1259.
- Chavarri, M.J., Herrera, A. and Arino, A., 2005. The decrease in pesticides in fruit and vegetables during commercial processing. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 205-211.
- Chen, J.Y., Lin, Y.J. and Kuo, W.C., 2013. Pesticide residue removal from vegetables by ozonation. *Journal of Food Engineering*, 114, 404-411.

- Chowdhury, M.A.Z., Jahan, I., Karim, N., Alam, M.K., Rahman, M.A., Moniruzzaman, M., Gan, S.H., Fakhrudin, A.N.M., 2014. Determination of Carbamate and Organo-phosphorus Pesticides in Vegetable Samples and the Efficiency of Gamma-Radiation in Their Removal. *BioMed Research International*, 9.
- Dorđević, T. and Đurović-Pejčev, R., 2015. Dissipation of chlorpyrifos-methyl by *Saccharomyces cerevisiae* during wheat fermentation. *LWT - Food Science and Technology*, 61, 516-523.
- Dorđević, T. and Đurović-Pejčev, R., 2016a. Food processing as a means for pesticide residue dissipation. *Pesticide and Phytomedicine*, 31(3-4), 89–105.
- Dorđević, T. and Đurović-Pejčev, R., 2016b. Evaluation of *Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae* in the presence of bifenthrin. *Current Microbiology*, 72, 680-691.
- Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O. ve Canhilal, R., 2010. Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, Bildiriler Kitabı 2:589-607, 11-15 Ocak 2010.
- Fernandez-Alba, A.R. and Garcia-Reyes, J.F., 2008. Large-scale multi-residue methods for pesticides and their degradation products in food by advanced LC-MS. *Trends in Analytical Chemistry*, 27, 973-990.
- Han, Y., Li, W., Dong, F., Xu, J., Liu, X., Li, Y., Kong, Z., Liang, 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.
- Hwang, E.S., Cash, J.N. and Zabik, M.J., 2001. Postharvest treatments for the reduction of mancozeb in fresh apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3127-3132.
- Iizuka, T. and Shimizu, A., 2014. Removal of pesticide residue from Brussels sprouts by hydrostatic pressure. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22, 70-75.
- Jaggi, S., Sood, C., Kumar, V., Ravindranath, S. D. and Shanker, A., 2000. Loss of quinalphos during tea processing. *Pestology*, 24(12), 42–46.
- Jung, J.K., Park, S.Y., Kim, S.H., Kang, J.M., Yang, J.Y., Kang, S.A. and Park, K.Y., 2009. Removal effects of bifenthrin and metalaxyl pesticides during preparation and fermentation of baechu kimchi. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38(9), 1258-1264.
- Kang, SM. and Lee, MG., 2005. Fate of some pesticides during brining and cooking of Chinese cabbage and spinach. *Food Science Biotechnology*, 14, 77–81.
- Kaushik, G., Satya, S. and Naik, S.N., 2009. Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. *Food Research International*, 42, 26–40.
- Kırış, S., 2014. Pestisit Kalıntılarının Ozon Uygulaması İle Zeytinlerden Uzaklaştırılması ve Zeytinyağına Geçiş Düzeyinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kontou, S., Tsiipi, D. and Tzia, C., 2004. Stability of the dithiocarbamate pesticide maneb in tomato homogenates during cold storage and thermal processing. *Food Additives and Contaminants*, 21(11), 1083-1089.
- Kumar, V., Sood, C., Jaggi, S., Ravindranath, S.D., Bhardwaj, S.P. and Shankar, A., 2005. Dissipation behavior of propargite-an acaricide residues in soil, apple (*Malus pumila*) and tea (*Camellia sinensis*). *Chemosphere*, 58, 837-843.
- Kusvuran E, Yıldırım D, Mavruk F. and Ceyhan M., 2012. Removal of chlorpyrifos ethyl, tetradifon and chlorothalonil pesticide residues from citrus by using ozone. *J Hazard Mat.* 241-242, 287-300.
- Kwon, H., Kim, T.K., Hong, S.M., Se, E.K., Cho, N.J. and Kyung, K.S., 2015. Effect of household processing on pesticide residues in field-sprayed tomatoes. *Food Science and Biotechnology*, 24(1), 1-6.
- Lalah, J. O. and Wandiga, S. O., 2002. The effect of boiling on the removal of persistent malathion residues from stored grains. *Journal of Stored Products Research*, 38, 1–10.
- Lee, M.G., 2001. Reduction of chlorpyrifos and fenitrothion residues in red pepper peel by washing and drying. *Food Science and Biotechnology*, 10, 429-437.
- Lee, M.-G. and Jung, D. I., 2009. Processing factors and removal ratios of select pesticides in hot pepper leaves by a successive process of washing, blanching, and drying. *Food Science Biotechnology*, 18(5), 1076-1082.
- Lentza-Rizos, C. and Balokas, A., 2001. Residue levels of chlorpropham in individual tubers and composite samples of postharvest-treated potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(2), 710–714.

- Li, M., Liu, Y., Fan, B., Lu, J., He, Y., Kong, Z. and Wang, F., 2015. A chemometric processing-factor-based approach to the determination of the fates of five pesticides during apple processing. *LWT - Food Science and Technology*, 63, 1102-1109.
- Liang, Y., Wang, W., Shen, Y., Liu, Y. and Liu, X.J., 2012. Effects of home preparation on organophosphorus pesticide residues in raw cucumber. *Food Chemistry*, 133, 636-640.
- Lin L, Xie M, Liang Y, He Y. and Chan GY, Luan T., 2012. Degradation of cypermethrin, malathion and dichlorovos in water and on tea leaves with O3/UV/TiO2 treatment. *Food Control*, 28, 374-379.
- Lozowicka, B. and Jankowska, M., 2016. Comparison of the effects of water and thermal processing on pesticide removal in selected fruits and vegetables. *Journal of Elementology*, 21, 99-111.
- Misra, N. N., Pankaj, S. K., Walsh, T., O'Regan, F., Bourke, P. and Cullen, P. J., 2014. In-package nonthermal plasma degradation of pesticides on fresh produce. *Journal of Hazardous Materials*, 271, 33-40.
- Misra, N., 2015. The contribution of non-thermal and advanced oxidation technologies towards dissipation of pesticide residues. *Trends in Food Science & Technology*, Volume 45, Issue 2, October 2015, Pages 229–24.
- Misra, N.N., Sarangapani, C., Milosavljevic, V., Bourke, P., O'Regan, F. and Cullen, P.J., 2016. Pesticide degradation in water using atmospheric air cold plasma. *Journal of Water Process Engineering*, 9, 225-232.
- Navarro, S., Perez, G., Navarro, G. and Vela, N., 2007. Decline of pesticide residues from barley to malt. *Food Additives and Contaminants*, 24(8), 851–859.
- Oliva, J., Cermeño, S., Cámara, M.A., Martínez, G. and Barba, A., 2017. Disappearance of six pesticides in fresh and processed zucchini, bioavailability and health risk assessment. *Food Chemistry*, 229, 172-177.
- Öğüt, S., Seçilmiş-Canbay, H. and Yılmaz, M., 2014. Dondurularak Saklanan Kirazlardaki Pestisit Kalıntı Miktarlarının Zamanla Değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 72-77.
- Özbey, A., Karagöz, Ş. and Cingöz, A., 2017. Effect of Drying Process on Pesticides Residues in Grapes. *Gıda*, 42 (2), 204-209.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B., 2005. Öğütme Teknolojisi Ankara Üniversitesi Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:30, Ankara.
- Pazır, F. ve Turan, F., 2017. Meyve ve Sebzelerde Karşılaşılabilen Bazı Pestisit Kalıntılarının Uzaklaştırılmasında Kullanılan Çeşitli Yöntemler. *Journal of Food and Health Science*, 3(3), 109-116.
- Pugliese, P., Molto, J.C., Damiani, P., Marin, R., Cossignani, L. and Manes, J., 2004. Gas chromatographic evaluation of pesticide residue contents in nectarines after nontoxic washing treatments. *Journal of Chromatography-A*, 1050, 185-191.
- Randhawa, M. A., Muhammad Anjum, F., Ahmed, A. and Saqib Randhawa, M., 2007. Field incurred chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol residues in fresh and processed vegetables. *Food Chemistry*, 103, 1016-1023.
- Reiler, E., Jørs, E., Bælum, J., Huici, O., Alvarez Caero, M.M. and Cedergreen, N., 2015. The influence of tomato processing on residues of organochlorine and organophosphate insecticides and their associated dietary risk. *Science of the Total Environment*, 527-528, 262-269.
- Ruediger, G. A., Pardo, K. H., Sas, A. N., Godden, P. W. and Pollnitz, A. P., 2005. Fate of pesticides during the winemaking process in relation to malolactic fermentation. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 53, 3023–3026.
- Saner, S., Yolci Omeroğlu, P. ve Karadağ, P., 2007. Tarım İlaçları ve Gıda Güvenliği AB ile Son Yasal Düzenlemeler. *Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi*, 25-26 Ekim 2007, Ankara. *Bildiriler Kitabı*. p.24-36.
- Sarangapani, C., O'Toole, G., Cullen, P. J. and Bourke, P., 2017. Atmospheric cold plasma dissipation efficiency of agrochemicals on blueberries. *Innovative Food Science ve Emerging Technologies*. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.02.012>.
- Scholz, R., Herrmann, M. and Michalski, B., 2017. Compilation of processing factors and evaluation of quality controlled data of food processing studies. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 12, 3–14.
- Sgarbiero, E., De Baptista, G. C. and Trevizan, L. R. P., 2002. Evaluation of degradation and persistence of pirimiphos-methyl residues in wheat grain and derived products. *Revista Brasileira de Toxicologia*, 15(1), 5–8.

Soliman, K.M., 2001. Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home preparation. *Food and Chemical Toxicology*, 39, 887- 891.

Stapleton D.R., Emery R.J. and Smith C., 2005. Degradation of 2-chloropyridine in water by ultraviolet and ultrasound irradiation. *International Journal of Environment and Pollution*, 28, 87-98.

Url-1, <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>>

Url-2, <<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>>

Uygun, U., Koksel, H. and Atli, A., 2005. Residue levels of malathion and its metabolites and fenitrothion in post-harvest treated wheat during storage, milling and baking. *Food Chemistry*, 92, 643–647.

Uygun, U., Ozkara, R., Ozbey, A. and Koksel, H., 2007. Residue levels of malathion and fenitrothion and their metabolites in post harvest treated barley during storage and malting. *Food Chemistry*, 100, 1165–1169.

Uygun, U., Senoz, B. and Koksel, H., 2008. Dissipation of organophosphorus pesticides in wheat during pasta processing. *Food Chemistry*, 109, 2 (July 2008) 355–360, 0308-8146.

Velioğlu, Y.S., Cönger, E., Aksu, P., Fikirdeşici-Ergen, Ş. ve Yiğit-Baltacı, H.M., 2016. Ozonlu Suyula Yıkamanın Domateslerde Pestisit Giderimi, Askorbik Asit ve Renk Üzerine Etkileri. *Gıda*, 41 (5), 337-344.

Vijayasree, V., Bai, H., Beevi, S.N., Mathew, T.B., George, T. and Xavier, G., 2015. Persistence and effect of processing on reduction of chlorantraniliprole residues on brinjal and okra fruits. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, 299.

Walia, S., Boora, P. and Kumari, B., 2010. Effect of processing on dislodging of cypermethrin residues on brinjal. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 84, 465-468.

Zabik, M.J., El-Hadidi, M.F.A., Cash, J.N., Zabik, M.E. and Jones, A.L., 2000. Reduction of azinphos-methyl, chlorpyrifos, esfenvalerate and methomyl residues in processed apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4199–4203.

Zhang, Z.Y., Liu, X.J. and Hong, X.Y., 2007. Effects of home preparation on pesticide residues in cabbage. *Food Control*, 18, 1484-1487.

Zhao, L., Ge, J., Liu, F. and Jiang, N., 2014. Effects of storage and processing on residue levels of chlorpyrifos in soybeans. *Food Chemistry*, 150, 182–186.

Zhao, L., Liu, F., Ge, J., Ma, L., Wu, L. and Xue, X., 2017a. Changes in eleven pesticide residues in jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) during drying processing. *Journal Drying Technology*, 1-8.

Zhao, L., Liu, F., Wu, L., Xue, X. and Hou, F., 2017b. Fate of triadimefon and its metabolite triadimenol in jujube samples during jujube wine and vinegar processing. *Food Control*, 73, 468-473.