

## MEYVE VE SEBZElerde KARŞILAŞILABİLEN BAZI PESTİSİT KALINTILARININ UZAKLAŞTIRILMASINDA KULLANILAN ÇEŞİTLİ YÖNTEMLER

**Fikret Pazır** ORCID ID: [0000-0003-3997-4892](https://orcid.org/0000-0003-3997-4892), **Funda Turan** ORCID ID: [0000-0003-3451-6745](https://orcid.org/0000-0003-3451-6745)

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

**Received:** 10.02.2017

**Accepted:** 01.05.2017

**Published online:** 18.06.2017

**Corresponding author:**

**Fikret PAZIR**, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

**E-mail:** [fikret.pazir@gmail.com](mailto:fikret.pazir@gmail.com)

### Öz:

Pestisitler, canlıların yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmek amacı ile ihtiyaç duydukları besin maddelerinin üretim aşamasından tüketime kadar korunabilmeleri için kullanılan madde veya madde karışımlarıdır.

Etki mekanizmalarına göre kontak, sistemik ve yarı sistemik etki gösterenler olarak üç gruba ayrılan pestisitler, bitkilerde yaygın kullanım alanına sahiptirler. Bu pestisitlerin bilinçsiz kullanımı kalıntıya neden olmaktadır. Bu kalıntılar uzaklaştırılmalı veya yok edilmelidir.

Kalıntıları uzaklaştırmak amacı ile ürün çeşidi ve etki mekanizmasına (kontak-sistemik-yarı sistemik) göre yöntem belirlenmelidir. Çeşme suyu, klordioksit çözeltisi ve peroksiasetik asit çözeltileri gibi çözeltiler ile yıkama işlemi, ısı işlem uygulaması, ozon, ultrases, vurgulu elektrik alan, yüksek hidrostatik basınç ve gama ışını uygulamaları kalıntıları uzaklaştırmak veya azaltmak amacı ile uygulanabilecek işlemler arasında yer almaktadırlar.

**Anahtar Kelimeler:** Pestisit, Meyve-sebze, Kalıntı, Kalıntı uzaklaştırma

### Abstract:

#### VARIOUS REMOVAL METHODS OF SOME PESTICIDE RESIDUES IN FRUITS AND VEGETABLES

Pesticides are mixtures of substances or substances that are used to maintain the vital activities of living things and to protect the nutrients they need from their production stage to their consumption.

Pesticides, which are divided into three groups according to their mechanism of action, as contact, systemic and semi-systemic effect, are widely used in plants. The unconscious use of these pesticides causes the residue. These residues should be removed or destroyed.

The method should be determined according to the product type and the mechanism of action (systemic-contact) in order to remove the residues. Washing with solutions such as tap water, chlorine dioxide solution and peroxyacetic acid solutions, heat treatment application, ozone, ultrasonic, pulsed electric field, high hydrostatic pressure and gamma radiation applications are among the processes that can be applied with the aim of removing or reducing residues.

**Keywords:** Pesticide, Fruit-vegetable, Residue, Reducing residue

## Giriş

Vücudun gelişmesi, onarımı ve yenilenmesi için uygun bileşenleri sağlayan gıda ürünleri içerisinde meyve ve sebzeler önemli bir yere sahiptir. Ancak, meyve ve sebzeler böceklere ve hastalıklara oldukça duyarlıdır. Bu durumun önlenmesi için tarım ilacı kullanılmaktadır.

Tarım ilaçları; insan ve hayvanların gereksinimi olan besin maddelerinin üretim ile tüketim aşamaları arasında korunması için kullanılan madde veya madde karışımlarıdır. Bunlara genel olarak pestisit adı verilmektedir (Tanrıvermiş,2000). Pestisitler, tarım için kullanılacak alanların sınırlı olması ve zararlıların neden olduğu hastalıkların kontrolü nedeniyle, uygun gıda tedarikinde üretimde artan miktarlarda kullanılmaya başlanmıştır (Adachi ve Okano 2006; Bajwa ve Sandhu 2014).

Bitkilerde kullanılan pestisitler etki şekillerine göre kontak etkili, sistemik etkili ve yarı sistemik etkili olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Kontak etkili pestisitler, atıldıklarında bitki, meyve-sebze yüzeyinde kalırlar ve temas ettikleri canlıları öldürürler. Sistemik etkili pestisitler, bitki bünyesi içerisinde hareket ederek meyveye, yaprağa ve bitki köküne ulaşabilirler. Dolayısıyla içsel beslenen zararlı ve hastalıkları da öldürürler. Yarı sistemik etkili pestisitler, atıldıkları yüzeyde tutunma özelliklerinin yanında bitki dokusuna penetre olduklarından hem sistemik hem kontak etki gösterirler (Eryüce, 2012).

Pestisitlerin bilinçli ve yerinde kullanımı, hedeflenen zararlı böcek ve yabancı otların yok edilmesini sağlarken, öneriler doğrultusunda kullanıldığı zaman kalıntıya neden olup insan sağlığı ve çevrede olumsuz etkilere yol açmaktadır (Demircan ve Yılmaz,2005;Tiryaki vd., 2010).

Bu kalıntılar, tarım ürünü dış pazarını ve iç tüketimini olumsuz etkilemektedir (Tiryaki vd., 2010). Bu nedenle, hükümetler ve uluslararası organizasyonlar pestisit kullanımını düzenlerler ve gıdalardaki kabul edilebilir maksimum kalıntı seviyelerini belirlerler (Cengiz vd., 2006). Tüm denetleme ve düzenlemelere rağmen, meyve-sebzelerde pestisit kalıntılarının miktarları günden güne artmaktadır. Ancak, meyve-sebzelerdeki bu kalıntıları azaltma ya da giderme ile ilgili çalışmalara da devam edilmektedir.

## Pestisit Kalıntılarının Uzaklaştırılması-Azaltılması Yöntemleri

### Hasat öncesi ve hasat sonrası işlemler ile depolamanın pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi

Pestisit kullanımında hasat öncesi işlemler olarak uygulamanın yapıldığı bitki çeşidi, etkili maddenin kimyasal yapısı ve özellikleri, kullanım dozu, etkili maddenin formülasyonu, pestisit uygulama ile hasat arasındaki geçen süre (bekleme süresi) en fazla dikkat edilmesi gereken konulardır (Tiryaki vd., 2010). Hasat sonrası işlemler arasında yıkama, kabuk soyma ve depolama pestisit azaltılmasında uygulanabilecek işlemler arasında yer almaktadır (Karakaya ve Boyraz 1992).

Pestisit uygulama ile hasat arasındaki geçen süre (bekleme süresi), yıkama, kabuk soyma ve depolama etkisinin salatalık örneklerine hasat öncesi tarlada uygulanan dichlorvos (sistemik etkili) ve diazinon (sistemik etkili) pestisitlerinin kalıntıları üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, bekleme süresi olarak 4 saat ve 4 gün seçilmiştir. Depolama 4°C'de 3 gün ve 6 gün olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar incelenmiştir. Bekleme süresi uzadıkça pestisitlerde %80-95 düzeyinde azalma görülmektedir. Depolama süresi 3 günden 6 güne çıkarıldığında pestisitlerde yaklaşık %35-40 düzeylerinde azalma görülmektedir. Yıkama ve kabuk soyma gibi ön işlemlerde de yıkama da %25-30 oranında, kabuk soyma işleminde %30-50 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. En etkin uygulama pestisit uygulamasından 4 gün sonra hasat edilmiş salatalıkları 4°C'de 6 gün depolama olduğu tespit edilmiştir (Cengiz vd., 2006).

Şarap üretimi amacı ile kullanılacak olan üzümlere bağlarda hasat öncesi uygulanan azoxystrobin (sistemik etkili), fluazinam (kontak etkili), kresoxim-methyl (yarı sistemik etkili), mepanipyrim (kontak etkili) pestisitlerinin kalıntıları üzerine pestisit uygulama ile hasat arasındaki geçen sürenin (bekleme süresi) etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bekleme süreleri 7, 14 ve 21 gün olarak belirlenmiştir. Başlangıçtaki miktarları sırası ile 0.5, 1.21, 0.15 ve 1 ppm olan pestisitlerin 7 günlük bekleme süresi sonunda kalan miktarları sırası ile 0.31, 0.51, 0.08 ve 0.55 ppm olarak tespit edilmiştir. Kresoxim-methyl (yarı sistemik etkili) için 14 günlük bekleme süresi sonunda herhangi bir kalıntıya rastlanmamış ve azoxystrobin (sistemik etkili) 0.23 ppm, fluazinam (kontak etkili) 0.15 ppm ve mepanipyrim (kontak etkili) 0.34 ppm düzeyinde

kalıntı bırakmıştır. 21 gün bekleme süresinin ardından azoxystrobin (sistemik etkili), fluazinam (kontakt etkili) ve mepanipyrim (kontakt etkili) için kalıntı miktarları sırası ile 0.19, 0.04 ve 0.31 ppm olarak saptanmıştır (Cabras vd., 1998).

### **Su veya çeşitli çözeltiler ile yıkamanın pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi**

Gıda maddelerinin yıkanma amaçları, gıdayı toz-toprak gibi kaba kirlerinden ayırmak, uygulanacak olan ısıl işlemin etkinliğini arttırmak ve tarım ilaç kalıntılarını gidermektir (Yaralı,2014). Tarım ilacı kalıntılarını gidermek amacı ile çeşme suyu, klordioksit çözeltisi, sodyum karbonat çözeltisi, asetik asit çözeltisi, sodyum hipoklorit çözeltisi ve gliserol çözeltisi gibi çözeltiler kullanılabilir. Nitekim, marul örneklerine hasat sonrası 5 dakika daldırılarak uygulanan diazinon (sistemik etkili) ve phorate (yarı sistemik etkili) pestisitlerinin çeşme suyu, 10 ve 20 mg/L klordioksit çözeltileri ile 5-20 dakika süre ile yıkanması işleminin ardından pestisitlerdeki azaltılma yüzdelerinin incelendiği bir çalışmada, phorate (yarı sistemik etkili) pestisiti için %75, diazinon (sistemik etkili) pestisiti için %60 azalma sağlanması nedeni ile en etkili çözeltinin 20 mg/L klordioksit çözeltisi ile 20 dakika boyunca yıkama işlemi olduğu sonucuna varılmıştır (Chen vd., 2014).

Çeri domates ve tatlı kırmızıbiberlere hasat sonrası 3 dakika daldırılarak uygulanan myclobutanil (kontakt etkili), fenhexamid (kontakt etkili), boscalid (yarı sistemik etkili) pestisitlerinin çeşme suyu, % 5 sodyum karbonat, % 5 asetik asit, % 5 sodyum hipoklorit , % 5 gliserol çözeltileri ile 22°C sıcaklık ve 3 dakika süre ile gerçekleştirilen yıkama işlemlerinin kalıntı uzaklaştırmadaki etkinlikleri araştırılmıştır. Domateste çeşme suyu ile yıkama myclobutanil (kontakt etkili), fenhexamid (kontakt etkili), boscalid (yarı sistemik etkili) pestisitleri için sırası ile %36, % 53, %65 oranında azalma sağlamıştır. Tatlı kırmızıbiberde çeşme suyu ile yıkama myclobutanilde (kontakt etkili) %30 azalma sağlamıştır. Fenhexamid (kontakt etkili) için %53 lük azaltma oranıyla en etkili çözelti %5 asetik asit çözeltisi iken, boscalid (yarı sistemik etkili) için %52 azaltma oranı ile en etkili yıkama çözeltisi %5 sodyum karbonat olarak belirlenmiştir (Ghani vd., 2010).

Domateslere hasat öncesi tarlada uygulanan chlorpyrifos (kontakt etkili) pestisitinin kalıntısının ve metaboliti olan 3,5,6-trichloro-2-pyridinolun (kontakt etkili) 10-15°C çeşme suyu ile 10 dakika boyunca yıkanmasının ardından, başlangıçta

5.15 ppm olan chlorpyrifos (kontakt etkili) miktarının 3.61 ppm düzeyine kadar azaldığı, ancak metabolitinin miktarının 0.15 ppm düzeyinde sabit kaldığı tespit edilmiştir (Han vd., 2013).

### **Isıl işlem uygulamanın pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi**

Isıl işlem uygulamaları uzun yıllardır gıdaların muhafazası ve tüketimi için uygulanan işlemlerdir. Pestisit kalıntılarının azaltılmasında ısıl işlemlerin etkileri endotermik veya ekzotermik olabilir. Pestisitlere ısıl işlem uygulanması sonucunda kristal yapılarında değişimler meydana gelmekte ve birtakım kimyasal olaylar (yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları, dehidrasyon, dekompozisyon) neticesinde kalıntı miktarlarında azalmalar olmaktadır. Bu değişimlerin çoğu endotermik ısı etkisi sonucunda meydana gelmektedir (Karakaya ve Boyraz, 1992). Domateslere hasat öncesi tarlada uygulanan chlorpyrifos (kontakt etkili) pestisitinin kalıntısının ve metaboliti olan 3,5,6-trichloro-2-

pyridinolun (kontakt etkili) ısıl işlem ile uzaklaşma miktarının incelenmesi amacı ile pestisit uygulanmış domateslerden salça üretilmiş ve pestisit miktarları belirlenmiştir. Hammaddede kullanılan domateslerde chlorpyrifos (kontakt etkili) pestisiti 5.15 ppm (mg/kg) ve metaboliti 0,15 ppm düzeyindedir. Isıl işlemden önce yıkanan domateslerde kalıntı miktarı chlorpyrifos (kontakt etkili) için 3.61 ppm ve metaboliti için 0.15 ppm düzeyindedir. Haşlama (80-90°C, 30 dakika) işleminden sonra chlorpyrifos (kontakt etkili) miktarı 0.43 ppm ve metabolit miktarı 0.11 ppm olarak tespit edilmiştir. Sterilizasyon (120°C, 30 dakika) işleminden sonra ise chlorpyrifos (kontakt etkili) pestisitinin kalıntı miktarının 0.33 ppm ve metabolitlerinin 0.12 ppm düzeyinde olduğu saptanmıştır (Han vd., 2013).

Güneşte ve etüvde kurutma işlemlerinin üzüm-lerde yer alan diazinon (sistemik etkili), dimethoate (yarı sistemik etkili), chlorpyrifos (kontakt etkili), iprodione (sistemik etkili), methidathion (sistemik etkili) pestisitleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, kontrollü şartlarda yetiştirilen üzümlere hasat sonrası pestisitler konsantrasyonları belirli olan çözeltiler şeklinde püskürtülerek uygulanmıştır. Chlorpyrifos (sistemik etkili) güneşte kurutma işlemiyle %73, diazinon (sistemik etkili) %92, methidathion (sistemik etkili) %82, dimethoate (yarı sistemik etkili) %39 oranında azalmasına rağmen, iprodione (sistemik etkili) miktarında bir azalma gözlenmemiştir. Etüvde kurutma işleminde ise chlorpyrifos (sistemik etkili)

ve methidathion (sistemik etkili) 70°C ve 80°C, diazinon (sistemik etkili) ve dimethoate (yarı sistemik etkili) 60°C, 70°C ve 80°C sıcaklık uygulamalarında % 90'ın üzerinde uzaklaştırıldığı, ancak iprodione (sistemik etkili) miktarında herhangi bir azalma olmadığı sonucu elde edilmiştir (Cingöz, 2013).

### **Maserasyon ve fermantasyon işlemlerinin pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi**

Maserasyon, suda bekleterek yumuşatma ve bileşenlerine ayırma anlamına gelir. Şarap üretiminde maserasyon sırasında üzümün kabuk, çekirdek ve saplarında bulunan çeşitli maddeler sıraya geçer (Kırmızı Şarap Yapımı, 2013). Şarap üretimi amacı ile kullanılacak olan üzümlere bağlarda hasat öncesi uygulanan azoxystrobin (sistemik etkili), fluazinam (kontakt etkili), kresoxim-methyl (yarı sistemik etkili), mepanipyrim (kontakt etkili) pestisitlerinin kalıntıları üzerine maserasyonun etkilerinin incelendiği bir çalışmada, maserasyon süresi 15 gün olarak belirlenmiştir. Üzümlerde uygulamanın hemen ardından kalıntı miktarları azoxystrobin (sistemik etkili), fluazinam (kontakt etkili), kresoxim-methyl (yarı sistemik etkili) ve mepanipyrim (kontakt etkili) için sırası ile 0.5, 1.21, 0.15 ve 1 ppm olarak belirlenmiş ve maserasyon işleminin ardından azoxystrobin (sistemik etkili) 0.12 ppm, kresoxim-methyl (yarı sistemik etkili) 0.09 ppm düzeyine azalmış ve fluazinam (kontakt etkili) ve mepanipyrim (kontakt etkili) kalıntılarında rastlanmamıştır (Cabras vd., 1998).

Asmalara yapraklar hasat edilmeden önce uygulanan ve önerilen bekleme sürelerine uyularak toplanan yapraklarda folpet (kontakt etkili), triadimenol (sistemik etkili), carbendazim (sistemik etkili), metalaxyl (sistemik etkili), mancozeb (kontakt etkili) pestisitlerinin, % 8 oranında tuz (NaCl) ve % 0,25 laktik asit içeren 100°C'ye kadar ısıtılıp ilave edilen salamura (sıcak salamura) ve oda koşullarında (20-24°C) ilave edilen salamura (soğuk salamura) ile 3 ay boyunca fermantasyonu sonucunda kalıntılarının araştırıldığı çalışmada, sıcak salamura fermantasyonu gerçekleştirilen yapraklarda soğuk salamura fermantasyonu gerçekleştirilenlere göre daha iyi sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Fermantasyon öncesi taze yapraklarda folpet (kontakt etkili) ve mancozeb (kontakt etkili) kalıntısına rastlanmamıştır. Diğer pestisitler için miktarlar triadimenol (sistemik etkili) 0.473 ppm, carbendazim (sistemik etkili) 0.259 ppm, metalaxyl (sistemik etkili) 0.520 ppm olarak tespit edilmiştir. Sıcak salamura fermentasyonu sonucunda bu kalıntıların miktarlarının triadimenol (sistemik

etkili) 0.213 ppm, carbendazim (sistemik etkili) 0.065 ppm, metalaxyl (sistemik etkili) 0.045 ppm düzeyine azaldığı sonucuna varılmıştır (Cangi vd., 2014).

### **Ozon uygulamasının pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi**

Ozon, atmosferimizde doğal halde bulunan oldukça önemli bir maddedir. Üretimi ise ozon jeneratörleri ile mümkündür (Ekici,2006). Ozonlama işlemi ile meyve ve sebzelerde pestisit kalıntılarının uzaklaştırılmasında ozon gaz olarak veya su içerisinde çözündürülerek kullanılabilir. Bu amaçla, hasat edilmiş marul, çeri domates ve çileklere püskürtülerek uygulanan fenitrothion (kontakt etkili) pestisit kalıntısının basınç azaltımı yöntemi ve gaz-su sirkülasyon yöntemi ile üretilen ozon kullanılarak uzaklaştırma miktarı incelenmiştir. Basınç azaltımı yöntemi ile uygulanan ozonun etkinliğinin gaz-su sirkülasyon yöntemi ile uygulanan ozondan daha yüksek olduğu görülmüştür. Basınç azaltımı yöntemi ile 2 ppm dozunda, 20°C sıcaklıkta 10 dakika süre ile uygulanan ozonun, marul örneğinde 356 ppm olan pestisitinin 92 ppm, domateste 3 ppm olan pestisitinin 2 ppm, çilekte 43 ppm olan pestisitinin 23 ppm miktarına kadar azalmasını sağladığı görülmüştür (Ikeura vd., 2011).

Pak çoy (çin lahanası) bitkisine hasat sonrası püskürtülerek uygulanan methyl-parathion (kontakt etkili), parathion (kontakt etkili), diazinon (sistemik etkili) ve cypermethrin (yarı sistemik etkili) pestisitlerinin uzaklaştırılmasında ozon dozu (1.4 ve 2.0 mg/L), sıcaklık (14 ve 24°C) ve ozon uygulama süresinin (15 ve 30 dakika) etkisinin belirlenmesi amacı ile çalışma gerçekleştirilmiş ve 2 mg/L ozon dozu, 24°C sıcaklık ve 30 dakika uygulama süresi diazinon (sistemik etkili) için 346 ppm'den 290 ppm'e, methyl-parathion (kontakt etkili) için 441 ppm'den 322 ppm'e, parathion (kontakt etkili) için 541 ppm'den 348 ppm'e ve cypermethrin (yarı sistemik etkili) için 361 ppm'den 302 ppm'e azalma sağlanması nedeni ile en etkin parametreler olarak tespit edilmiştir (Wu vd., 2009).

Domateslere hasat öncesi tarlada uygulanan imidacloprid (sistemik etkili), fenazaquin (kontakt etkili), lambdacyhalothrin (yarı sistemik etkili) pestisitlerinin kalıntılarının uzaklaştırılması amacı ile 600 ml/dk ve 15°C'de uygulanan ozonun imidacloprid (sistemik etkili) pestisitinde %40.88, fenazaquin (kontakt etkili) pestisitinde %57.76 ve



lambdacyhalothrin (yarı sistemik etkili) pestisitinde %20.4 oranında azalma sağladığı sonucuna varılmıştır (Baltacı-Yiğit, 2015).

### **Ultrases uygulamasının pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi**

Ses enerjisi sürekli dalga-tipi hareket oluşturarak ortama girdiğinde, bu hareketin bir sonucu olarak boylamsal dalgalar oluşur ve bu durumda ortamdaki partiküller üzerinde sıkışma ve gevşeme yaratır. Uygulanan ses dalgasının büyüklüğü ve kullanılan frekansa bağlı olarak çok çeşitli uygulamalara olanak sağlar (Sayın ve Tamer,2014). Yüksek güçlü ultrases teknolojisi hücre parçalama, partikül (boyut) küçültme ve bakteri sporlarının öldürülmesinde etkili olabilmektedir (Yüksel, 2013).

Ultrasesin hücre parçalama özelliğinden yola çıkarak pestisit uzaklaştırmadaki etkinliği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla, elma suyuna karıştırılan 7.82 µmol/L diazinon (sistemik etkili) pestisit kalıntılarının uzaklaştırılması amacı ile 15±2°C sıcaklıkta farklı güç (100, 300 ve 500 W) ve farklı sürelerde (15-120 dk.) gerçekleştirilen ultrases uygulamasının sonuçları incelendiğinde, ultrases gücü arttıkça ve süre uzadıkça etkinliğin arttığı sonucuna varılmıştır. En etkili parametreler 500 W gücünde 120 dakika uygulanan ultrases işleminin 7.82 µmol/L olan pestisit miktarını, 1.9 µmol/L miktarına azaldığı işlem parametreleri olarak belirlenmiştir (Zhang vd., 2010).

Domateslere hasat sonrası 5 saniye daldırılarak uygulanan acephate (sistemik etkili), malathion (kontak etkili), carbaryl (sistemik etkili), bifenthrin (yarı sistemik etkili), cypermethrin (yarı sistemik etkili), permethrin (kontak etkili), cyhalothrin (sistemik etkili), chlorothalonil (kontak etkili) ve imidacloprid (sistemik etkili) pestisitlerinin çeşitli çözeltilerle (su, sodyum hipoklorit, peroksiasetik asit, tween 20) ultrases destekli yıkama işlemindeki pestisit giderimi etkinliği araştırılmış ve ultrases destekli çeşme suyu ve peroksiasetik asit çözeltileri ile yıkama en etkili işlemler olarak saptanmıştır. Ultrases destekli çeşme suyu ile yıkama sonucunda acephate (sistemik etkili) %40, malathion (kontak etkili) %29, carbaryl (sistemik etkili) %30, bifenthrin (yarı sistemik etkili) %70, cypermethrin (yarı sistemik etkili) %60, permethrin (kontak etkili) %55, cyhalothrin (sistemik) %60, chlorothalonil (kontak etkili) %65 ve imidacloprid (sistemik etkili) %65 oranında ve ultrases destekli peroksiasetik asit çözeltisi ile yıkama işleminin ardından acephate (sistemik etkili) %30, ma-

lathion (kontak etkili) %10, carbaryl (sistemik etkili) %60, bifenthrin (yarı sistemik etkili) %60, cypermethrin (yarı sistemik etkili) %60, permethrin(kontak etkili) %40, cyhalothrin (sistemik etkili) %60, chlorothalonil (kontak etkili) %60 ve imidacloprid (sistemik etkili) %50 oranında azalmıştır (Al-Taher vd., 2013).

### **Vurgulu elektrik alan uygulamanın pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi**

Vurgulu elektrik alan (VEA) uygulaması, bir seri elektrot arasına yerleştirilen ürüne µs-ms arasında değişen sürelerde elektrik vurguları uygulanması prensibine dayanır (etki şiddeti 2-80 kV/cm). VEA daha çok sıvı gıdalarda başarılı olmaktadır (Güleç,2006). Elma suyuna karıştırılan 2.9 mg/L methamidophos (kontak etkili) ve 2.1 mg/L chlorpyrifos (kontak etkili) pestisitlerinin kalıntılarının uzaklaştırılmasının incelenmesi amacı ile 8-20 kV/cm etki şiddetinde ve 6-26 atış sayısında vurgulu elektrik alan uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre her iki pestisit için de etki şiddeti ve atış sayısı arttıkça uzaklaşma miktarının arttığı belirlenmiş ve en etkili parametrelerin methamidophos (kontak etkili) 2.05 mg/L, chlorpyrifos (kontak etkili) 0.4 mg/L kalıntı bırakan 26 kV/cm etki şiddeti ve 26 atış olduğu saptanmıştır(Chen vd., 2009).

### **Yüksek hidrostatik basınç uygulamanın pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi**

Yüksek hidrostatik basınç sistemlerinde temel prensip gıdayı çevreleyen suyu sıkıştırmaktır (Tülek ve Filizay,2006).

Çeri domateslere hasat sonrası püskürtülerek uygulanan chlorpyrifos (kontak etkili) pestisitinin kalıntılarının uzaklaştırılması amacı ile iki farklı sıcaklık (5 ve 25°C) ve 30 dakika boyunca uygulanan farklı basınçların (25-400 MPa) etkinliği araştırılmıştır. Düşük sıcaklıkta (5°C) 75 MPa düzeyinde uygulanan basınç %76 uzaklaştırma oranı ile en etkili koşul olarak tespit edilmiştir. 75 MPa değerinin altında ve üstünde uygulanan basınç değerlerinde uzaklaştırma verimliliği azalmaktadır (Iizuka vd., 2013).

Brüksel lahanasına hasat sonrası püskürtülerek uygulanan chlorpyrifos (kontak etkili) pestisitinin yüksek hidrostatik basınç uygulaması ile uzaklaştırılma etkinliğinin incelendiği diğer bir çalışmada, 5°C ve 25°C sıcaklıklarda 30 dakika süre ile 0.1-400 MPa basınçlarında uygulanan işlemde,

yaklaşık %80 uzaklaştırma yüzdesi ile 5°C sıcaklık ve 200 MPa basınç optimum işlem koşulları olarak tespit edilmiştir (Iizuka ve Shimizu, 2014).

### Gama ışını uygulamasının pestisit kalıntılarının azaltılması üzerine etkisi

Gıda ışınlama, gıda maddesinin istenilen bir teknolojik amaca ve usulüne uygun olarak yeterli bir dozda ışınlanmasıdır. Gıdaların muhafazasında en yaygın olarak kullanılan ışın, gama ışınlarıdır. Işımlar direkt olarak ışınlanacak gıdanın üzerine verilir (Aydemir-Atasever ve Atasever, 2007). Gama ışınlarının pestisit kalıntıları üzerine etkisinin incelenmesi amacı ile üzüm, hurma, patates ve soğanlara hasat sonrası püskürtülerek malathion (kontakt etkili), pirimiphos-methyl (yarı sistemik etkili), cypermethrin (yarı sistemik etkili) pestisitleri uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Gama ışını uygulaması 23°C sıcaklıkta 0.15-7 kGy dozunda ve 0.4-29 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde patatete 1 kGy doz pirimiphos-methylde (yarı sistemik etkili) 0.009 ppm, üzümde 7 kGy doz malathionda (yarı sistemik etkili) 0.31 ppm, pirimiphos-methylde (yarı sistemik etkili) 0.191 ppm, cypermethrinde (sistemik etkili) 0.052ppm, hurmada 1 kGy doz pirimiphos-methylde (yarı sistemik etkili) 0.0444 ppm azalma sağlamıştır (Basfar vd., 2012).

Hasat öncesi uygulanan kırmızıbiberde diazinon (sistemik etkili), salatalıkta chlorpyrifos (kontakt etkili) ve domatete phosphamidon (sistemik etkili) pestisiti üzerine gama ışınlarının etkisinin incelendiği çalışmada, 0.5 ve 1.0 kGy dozlarındaki gama ışınları, ön işlemlerden geçirilmiş ve polietilen poşetlerde yer alan örnekler üzerine uygulanmıştır. Örneklerde bulunan chlorpyrifos (kontakt etkili), diazinon (sistemik etkili) ve phosphamidon (sistemik etkili) pestisitlerinin 0.5 kGy radyasyon dozunda azalma yüzdeleri sırası ile %35-43, %40-48, ve %30-45 olarak bulunmuştur. Radyasyon dozu iki katına çıkarıldığı zaman azalma yüzdeleri sırası ile %80-91, %85-90 ve %90-95 olarak tespit edilmiş ve en uygun dozun 1 kGy olduğu sonucuna varılmıştır (Chowdhury vd., 2014).

### SONUÇ

Bitkilerde pestisitler yaygın kullanım alanına sahiptirler. Ancak bilinçsiz kullanımları kalıntıya neden olmaktadır. Pestisitlerin kalıntıları uzaklaştırılmalı veya yok edilmelidir.

Kalıntıları uzaklaştırmak amacı ile ürün çeşidi ve etki mekanizmasına (sistemik-kontakt) göre yöntem belirlenir. Çeşme suyu, klordioksit çözeltisi ve peroksiasetik asit çözeltileri gibi çözeltiler ile yıkama işlemi ve ısı işlem uygulaması ile en fazla kontakt etkili pestisitlerin uzaklaştırılması sağlanırken, aynı zamanda bu işlemler yarı sistemik pestisitlerde de belirli düzeyde etki yaratmaktadır. Ozon, ultrases, vurgulu elektrik alan, yüksek hidrostatik basınç ve gama ışını uygulamaları en fazla kontakt etkili pestisitlerde azaltma yüzdesine sahipken, yarı sistemik ve sistemik etkili pestisitlerin kalıntılarının azaltılmasında da yarar sağlamaktadır.

Pestisit kalıntılarının uzaklaştırma işlemine başvurmamak adına kalıntıya neden olmamak en önemli parametredir. Uygulama dozu, uygulama ile hasat arasında geçen süreye (bekleme süresi) dikkat edilmesi kalıntıya neden olmamak adına uyulabilecek ilk kurallar arasında yer almaktadır. Pestisit kalıntısına neden olmamak için uygulama öncesi gerekli önlemler alınmalı, uygulayıcılar eğitilmeli ve bilinçsiz kullanımdan kaçınılmalıdır.

### Kaynaklar

- Adachi, A. & Okano, T. (2006). Pesticide Residue Reduction in Selected Vegetables Using Rice-Bran. *Journal of Health Science*, 52(3), 320-323.
- Al-Taher, F., Chen, Y., Wylie, P. & Cappozzo, J. (2013). Reduction of pesticide residues in tomatoes and other produce. *Journal of Food Protection*, 76(3), 510-510.
- Kırmızı Şarap Yapımı*, (16 Ocak 2013) [http://bag-vesarap.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33:kirmizi-sarap-yapimi&catid=25:sarap-yapimi&Itemid=54](http://bag-vesarap.org/index.php?option=com_content&view=article&id=33:kirmizi-sarap-yapimi&catid=25:sarap-yapimi&Itemid=54) (Erişim Tarihi: 19.01.2016)
- Aydemir-Atasever, M. & Atasever, M. (2007). Işınlamanın Gıda Teknolojisinde Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2(3), 107-116.
- Bajwa, U. & Sandhu, K.S. (2014). Effect of handling and processing on pesticide residues in food- a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 201-220.
- Baltacı-Yiğit, H.M. (2015). Ozonla pestisit giderimi uygulamasının domatete renk ve C vitaminine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

- Basfar, A.A., Mohamed, K.A. & AlSager, O.A. (2012). De-contamination of pesticide residues in food by ionizing radiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 81, 473-478.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F.M., Espinoza, J. & Mendoza, A. (1998). Fate of azoxystrobin, fluazinam, kresoxim-methyl, mepanipyrim and tetraconazole from vine to wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(8), 319-321.
- Cangi, R., Yanar, Y., Yağcı, A., Topçu N., Sucu, S. & Dülgeroğlu, Y. (2014). Narince Üzüm Çeşidinin Yapraklarında Farklı Fungusit Uygulamaları ve Salamura Yöntemlerine Bağlı Olarak Fungusit Kalıntı Düzeylerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (2), 23-30.
- Cengiz, M.F., Certel, M. & Göçmen, H. (2006). Residue contents of DDVP (Dichlorvos) and diazinon(kontak) applied on cucumbers grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications. *Food Chemistry*, 98(1), 127-135.
- Chen, F., Zeng, L., Zhang, Y., Liao, X., Ge, Y., Hu, X. & Jiang, L. (2009). Degradation behaviour of methamidophos and chlorpyrifos in apple juice treated with pulsed electric fields. *Food Chemistry*, 112 (4), 956-961.
- Chen, Q., Wang, Y., Zhang, Y. & Liao, 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., Karim, N., Alam, M.K., Rahman, M.A., Moniruzzaman, M., Gan, S.H. & Fakhrudin, A.N.M. (2014). Determination of Carbamate and Organophosphorus Pesticides in Vegetable Samples and the Efficiency of Gamma-Radiation in Their Removal. *BioMed Research International*, 2014, 9.
- Cingöz, Ş. (2013). Kurutma işleminin üzümlerdeki bazı pestisit kalıntıları üzerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 60 syf.
- Demircan, V. & Yılmaz, H. (2005). Isparta İli Elma Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Çevresel Duyarlılık ve Ekonomik Açından Analizi, *Ekoloji Dergisi*, 15-25.
- Ekici, L., Sağdıç, O. & Kesmen, Z. (2006). Gıda Endüstrisinde Alternatif Bir Dezenfektan: Ozon. *Gıda Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 47-57.
- Eryüce, B. (2012). Tarım İlacı Nedir? [http://www.izto.org.tr/portals/0/iztogenel/dokumanlar/tarim\\_ilaci\\_nedir\\_b\\_eryuce\\_26.04.2012%2022-03-49](http://www.izto.org.tr/portals/0/iztogenel/dokumanlar/tarim_ilaci_nedir_b_eryuce_26.04.2012%2022-03-49). (Erişim Tarihi: 10.01.2016)
- Ghani, B.A., Hanafi, A. & Nasr, I.N. (2010). Non-toxic Washing Solutions for Decreasing Myclobutanil, Fenhexamid and Boscalid Residues in Sweet Pepper and Cherry Tomatoes. *Journal of Basic and Applied Sciences* 4(8), 3360-3365.
- Güleç, A.H. (2006). Modern Gıda Muhafazasında Vurgulu Elektrik Alan ve Ultrason Uygulamaları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 73-76.
- Han, Y., Li, W., Dong, F., Xu, J., Liu, X., Li, Y., Kong, Z., Liang, X. & Zheng, Y. (2013). The behavior of chlorpyrifos and its metabolite 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in tomatoes during home canning. *Food Control*, 31(2), 560-565.
- Iizuka, T., Maeda, S. & Shimizu, A. (2013). Removal of pesticide residue in cherry tomato by hydrostatic pressure. *Journal of Food Engineering*, 116(4), 796-800.
- Iizuka, T. & Shimizu, A. (2014). Removal of pesticide residue from Brussels sprouts by hydrostatic pressure. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22, 70-75.
- Ikeura, H., Kobayashi, F. & Tamaki, M. (2011). Removal of residual pesticide, fenitrothion, in vegetables by using ozone microbubbles generated by different methods. *Journal of Food Engineering*, 103(3), 345-349.
- Karakaya, M. & Boyraz, N. (1992). Gıda Kirlenmesinde Pestisitler ve Korunma Yolları. <http://docplayer.biz.tr/3391422-Gida-kirlenmesinde-pestisitler-ve-korunma-yolları.html> (Erişim Tarihi: 05.02.2017).
- Sayın, L. & Tamer, C.E. (2014). Yüksek Hidrostatik Basınç ve Ultrasonun Gıda Koruma Yöntemi Olarak Kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 83-94.

- Tanrıvermiş, H. (2000). Orta sakarya havzası'nda domates üretiminde tarımsal ilaç kullanımının ekonomik analizi. Ankara Üniversitesi, Proje Raporu 2000-4.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. & Horuz, S.(2010) Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 154-169
- Tülek, Y. & Filizay, G. (2006). Gıda endüstrisinde yüksek hidrostatik basınç uygulamaları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(3), 369-377.
- Wu, J., Lan, C. & Sing-Chan, G. Y. (2009). Organophosphorus pesticide ozonation and formation of oxon intermediates. *Chemosphere*, 76(9), 1308-1314.
- Yaralı, E. (2014). Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler I. <http://www.akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfol-ders/File/ders%20notlari/gida%20temel%20islemler%20I.pdf> (Erişim Tarihi: 16.01.2016).
- Yüksel, F. (2013). Gıda Teknolojisinde Ultrases Uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Dergisi*, 8(2), 29-38.
- Zhang, Y., Zhang, W., Liao, X., Zhang, J., Hou, Y., Xiao, Z., Chen, F., & Hu, X. (2010). Degradation of diazinon in apple juice by ultrasonic treatment. *Ultrasonics Sonochemistry*, 17(4), 662-668.