

KİL MINERALLERİNİN TARIMDA UYGULAMA OLANAKLARI

Buşra Akgül 1, İnanç Özgen 2

Original scientific paper

Küresel kirleticilerin çevreye olan önemli zararlı etkilerden dolayı kil minerallerinin tarımda kullanım alanları genişlemiştir. Özellikle organik olarak yetiştirilen ürünler için İyi Tarım Uygulamaları (GAPs) fikri ortaya konulmuştur. Bu bağlamda Partikül Film Teknolojisi (PFT) gibi birkaç inovatif teknoloji, tarımsal sanayi çerçevesinde geliştirilmiştir. Bunlar, hastalıklar, böcekler, güneş yaralanmaları, donma zararları ve meyvenin gelişimini tamamlayan renk, karbon asimilasyon oranı gibi hasat öncesi ve sonrası meyve kalitesini etkileyen zararları azaltmak için özel olarak formüle edilmiş sıvı formülasyonlardan oluşan, kimyasal olarak inert kil ya da kil mineral partiküllerinden oluşurlar. Son yirmi yılda çeşitli film teknolojisinin geliştirilmesi üzerinde önemli sayıda araştırma yapılmıştır. Ayrıca bahçe bitkileri ve çeşitli tarla ve sera bitkileri üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Bu makalede kil mineralleri ve tarımda uygulamaları ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kil Mineralleri, Tarım, Uygulama Alanları

1 Giriş

Kil minerallerinin çok büyük ve karmaşık bir mineral dizisine sahip olmaları, içeriklerindeki yabancı maddelerin varlığı, oluşum yeri ve özelliklerinin değişik oluşu gibi parametrelerden dolayı birçok şekilde sınıflandırılmaktadırlar. Genelde bu sınıflandırmalar aşağıda verildiği gibidir[1]. Killerin ekonomik değeri, içerdiği kil ve kil dışı minerallerin çeşidi, oranı, kimyasal bileşimi ve rengine bağlı olarak değişmektedir. İçerdikleri minerallerin oran ve bileşimlerine bağlı olarak killerin renkleri gri, pembe, yeşil, beyaz, kahverengi tonlarında olabilirler[2,3,4]. Volkan tüflerinin aşınmasıyla oluşan killer, gözenekli ve su çekici yüzeye sahip minerallerdir[5]. Tabakaları arasında çeşitli organik ve inorganik moleküllerin girmesi yanında iyon değişimi ile değişik katyonların sokulması sonucu farklı fizikokimyasal özelliklere sahip teknolojik ürünler elde edilebilmektedir[6].

Gözenekli yapıya sahip olan killerin kullanım alanları inşaat endüstrisinden kağıt ve petrokimya endüstrisine; radyoaktif atıkların ve atık suların temizlenmesi; seramik ve çimento üretiminden bitkisel yağ, bira, şarap ve meyve suyu ağartmaya; diyafram, elektrot, deterjan, ilaç, sabun, katalizör, lastik ve plastik üretimi gibi çok geniş alanları kapsamaktadır[7]. Asit aktivasyonu, termal işlem, iyon değişimi, hidrotermal işlem ve adsorpsiyon gibi yöntemlerle killerin mineralojik, reolojik, adsorplama ve kimyasal özellikleri istenilen doğrultuda değiştirilerek ileri teknoloji malzemeleri üretilmektedir[8].

Bir kil mineralinin, yapısına su aldıkça genişleme göstermesine “şişme” denir. Kil mineralinin fiziksel hali; su aldıkça katı halden (susuz) hidratlaşmış, yarı-katı plastik, jel ve süspansiyon hallerine sırayla dönüşme göstermektedir[9,10,11]. Simektit-su sistemleri; tarımsal, çevresel ve endüstriyel alanların çoğunda büyük öneme sahiptir. Sızdırmazlık problemlerinin giderilmesi, baraj inşaatı döküm kalıbı hazırlanması, sondaj sıvılarının hazırlanması gibi mühendislik işlerinde kullanılmaktadır. Küresel kirleticilerin çevreye olan önemli zararlı etkilerden dolayı kil minerallerinin tarımda kullanım alanları genişlemiştir. Özellikle organik olarak yetiştirilen ürünler için İyi Tarım Uygulamaları (GAPs) fikri ortaya konulmuştur. Bu bağlamda Partikül Film Teknolojisi

(PFT) gibi birkaç inovatif teknoloji, tarım bilimcileri tarafından geliştirilmiştir. Bunlar, hastalıklar, böcekler, güneş yaralanmaları, donma zararları ve meyvenin gelişimini tamamlayan renk, karbon asimilasyon oranı gibi hasat öncesi ve sonrası meyve kalitesini etkileyen zararları azaltmak için özel olarak formüle edilmiş sıvı formülasyonlardan oluşan, kimyasal olarak inert kil ya da kil mineral partiküllerinden oluşurlar. Son yirmi yılda çeşitli film teknolojisinin geliştirilmesi üzerinde önemli sayıda araştırma yapılmıştır. Ayrıca bahçe bitkileri ve çeşitli tarım bitkileri üzerindeki etkileri de araştırılmıştır[12]. Bu makalede kil mineralleri ve tarımda uygulamaları ile ilgili bilgiler verilmektedir.

2 Partikül Film Teknolojisi (PFT) ve Kullanımının Tarihsel Serüveni

Bahçe bitkilerinin üretiminde kullanılan pestisitlerin kalıntılarının zararlı etkileri ile ilgili tüketicilerin farkındalığının artması ile sadece tüketici sağlığı için değil, aynı zamanda çevre sağlığı için artan endişe toksik kimyasalların kullanımını azaltmada yardımcı olabilecek bazı alternatifler için önemli çalışmalar yapılmıştır[13]. İyi tarım uygulamaları GAPs (Good Agricultural Applications) bu sorunların önlenmesi için partikül film teknolojisinin kullanımını tavsiye etmiştir. Bu partikül film teknolojisi ürünleri kimyasal olarak inert mineral partiküllerinin sıvı formülasyonlarından oluşmaktadır ve bunlar özel olarak formüle edilerek tarım ve bahçe bitkilerinde kaplama materyali kullanılarak koruma görevi görmektedir[14,15]. Bu partikül filmler çeşitli temel fiziksel özellikleri sayesinde tarla bitki ürünlerinin verimini ve sentezini artırırken aynı zamanda onların bitkilerdeki böcek ve bitki patojen hasarını azaltmaktadır[16].

Doğada birçok hayvan; yaygın olarak üzerlerinde beslenme amacıyla sokup emen yumurta bırakan veya ısırarak böceklerden ve bu böceklerin parazitlerinden kendilerini korumak için “toz banyosu” almaktadırlar. Toprak tozları aynı zamanda ilk insanlar, memeliler ve kuşlar tarafından böcek sokmalarını (ısırmalarını) önlemek için kullanılmıştır[17]. Antik çağlarda; bitumenin (Anadoluda harç veya çimento olarak

| Minerolojik Özelliklerine Göre Killer | Yapılarına Göre Killer | Kimyasal İçeriklerine Göre killer | Fiziksel Özelliklerine Göre Killer |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kaolin Grubu • Smektit (Montmorillonit) Grubu • Mika Grubu • Klorit Grubu • İllit Grubu • Attapulgit Grubu | <ul style="list-style-type: none"> • Amorf Grup • Kristal Grup | <ul style="list-style-type: none"> • Alüminyum içerikli • Boksit içerikli • Silikat içerikli • Demir içerikli • Kalsit içerikli • Karbonat içerikli | <ul style="list-style-type: none"> • Plastik özelliğine • Tane boyutuna • Refrakter özelliğine • Renk özelliğine göre |

Şekil 1. Killerin Sınıflandırılması[1]

kullanılan bir tür asfalt) yanında elemental kükürt veya sülfür bileşikleri kullanılarak ağaç ve bağlardan böcekleri uzaklaştırmak için sülfür dumanı şeklinde kullanım şekilleri vardır[18]. İlk zamanlarda; Çinde zararlılardan bitkileri korumak için diatomlu toprak kullanılmıştır[19]. O zamandan beri çeşitli minerallerin zirai alanda zararlıları kontrol etmek için kullanımı (Avrupa'da 1699'da arsenik ve arsenik tuzları karınca yemlerine katılmıştır) artmaya başlamıştır[20].

M.S I. Yüzyılda ise toz haline getirilmiş kireç taşı (kalsiyum karbonat) böcek zararlılarını uzaklaştırmak için tahıl alanlarında kullanılmıştır. Hidrate kireç ve sülfür karışımı; ilk dönem tarımsal üretim sistemlerinin en sık kullanılan insektisit ve fungusitlerinden biri olmuştur[21]. Çeşitli tarla ve bahçe bitkilerini böcek zararından korumak için tek başlarına veya kombinasyonları halinde kullanılmışlardır. Ayrıca; kimyasal olarak reaktif hidrate kireç ve sülfür, bağlar ve ağaçları hastalık ve böcek zararından korumak için boyama veya yıkama olarak odun külü, keten tohumu yağı, sabun ve inek gübresi ile uygulanmıştır. 1500'lü yılların sonundan 1800'li yıllara kadar ev, tahıl depoları ve bitkilerin böcek zararlılarına karşı sönmüş kireç bireysel mineral uygulamalarının yerini alarak ve popüler hale gelmiş ve ağaçlarda bir fumigant olarak kullanılmıştır. Böylece; daha eski zamanlarda kolayca hazırlandığı için, böcek ve hastalık kontrolü için ana malzemeler olarak kireç-sülfür, sönmüş kireç ve sülfür kullanılmıştır [Ca(OH)₂] ve yanmış kireç [CaO] kullanılmıştır. Sülfür-kireç kombinasyonu 18. Yüzyılın sonlarında ise bireysel mineral uygulamalarının yerini alarak ve popüler hale gelmiş ve ağaçlarda bir fumigant olarak kullanılmıştır. Böylece; daha eski zamanlarda kolayca hazırlandığı için, böcek ve hastalık kontrolü için ana malzemeler olarak kireç-sülfür, sönmüş kireç ve sülfür kullanılmıştır[12]. 1920'li yıllarda ise sıvı ilaçlama ile kıyaslandığında toz uygulamaların kullanımı iş ekonomisi, iyi bir bitki örtüsü, tozlama işlemlerinin kolaylığı ve hızı açısından böcek kontrolünde sıvı ilaçlamalara tercih edilmiştir[22,23]. Böcek öldürme amaçlı kullanılan tozlara artan ilgi ile kendi kendini temizleyen kimyasal olarak aktif sodyum florid ve boraks partikülleri önerilmiştir(yutulmuş tozlar ölüme yol açmaktadır)[24,25]. 1930'larda; kendi kendini temizleme işlemi sırasında yutulduğunda böceklere karşı toksik etki gösteren bazı inert tozlar tespit edilmiştir[26,27].

Insektisidal tozlar; ilk olarak 1940 yıllarında böceklere karşı kullanılmıştır.DDT'nin en iyi taşıyıcıları olarak alüminyum oksit(Al₂O₃) veya silika oksit (SiO₂) gibi aşındırıcı tozların bulunduğunu bildirmişlerdir[21].

Böcek kontrolünde inert tozlara olan ilginin artmasıyla, 1970'e kadar kullanılan füm silikalar ve silika aerogeller gibi sentetik bileşiklere karşı mineraller kullanılmaya başlanmıştır. 1970'ten sonra mineral parçacıkları üzerine yapılan çalışmalar, trips [28] ve afit vektörleri[29] tarafından yayılan bitki viral hastalıklarının önlemek için beyaz-yıkama ilaçlamaları olarak minerallerin kullanımı ve mikrobiyal ajanlar[30,31] ya da sentetik pestisitler [32,33] için taşıyıcı olarak kullanılmıştır[12].

Beyaz kaplamalar, bitki örtüsünü ve bitkiyi çevreleyen toprağı kaplamak üzere tasarlanmıştır. Ayrıca, yapışkanlık ve yayılım sağlayan ajanların kaolin, bentonit ve attapulgit gibi bileşiklere eklenmesi ile olmaktadır [34,35,36]. Bu yaklaşım başarılı görülmüştür fakat bahçe bitkilerinin birkaç viral hastalığın yayılımına neden olan bazı vektörler olan afitleri itmekle sınırlı olmuştur. 1980'lerde kaolin bazı püskürtme malcı geliştirilmiştir ve turuncgillere karşı etkisi olduğu ispat edilmiştir[35]. Böcek kontrolü için beyaz kaplamalar daha da popülerleştirilmiştir ve 'Surround', 'Cocoon', 'Parasol', 'Purshade', 'Screen', ve 'Eclipse' gibi birkaç partikül filmin gelişmesine kadar pek ilgi görmemiştir. Bu da partikül filmlerin tarımla ilgili faaliyetlerde kullanımına yeni olanaklara yol açmıştır[12].

3 Partikül Filmlerinin Etki Şekilleri Ve Tarımda Kullanım Olanakları

3.1 Partikül Filmlerin Uygulama Teknikleri Uygulama Metodu, Oranı ve Zamanı

Filmin aktif maddelerine ve kaplanacak bitki yüzeyi miktarına bağlı olarak partikül filmlerin uygulama oranı değişmektedir. Surround WP için; istenilen etkiyi elde etmek için ve püskürtülecek bitkiye bağlı olarak genellikle ha başına 5 kg kullanılması önerilmektedir[16]. Yeterli püskürtme hacmi damla damla akıp gitmemesi için ve iyi kapsama alanı elde etme açısından önemlidir[15,16]. İyi bir kaplama elde etmek için iki veya daha fazla uygulama her zaman gerekli olmaktadır. Armut psillası gibi zararlılara karşı optimum performans eldesi için partikül filmi yaprakların her iki tarafına uygulanmalıdır. Meyve ağaçlarına uygulama, meyve, kabuk ve yaprağın her iki tarafını kaplayacak şekilde yeterli hava turbülansı sağlayan yüksek basınçlı spreyle ya da ince püskürtme basınçlarında yapılabilmektedir[12].

Uygulanmasında dikkat edilecek ilk husus hava sıcaklığıdır. Parçacık filmler; zararlı popülasyonu artmadan ve yüksek sıcaklıklar oluşmadan önce

uygulanmalıdır. Eğer yoğun yağmur veya yağış var ise büyümenin her aşamasını kontrol etmek amacıyla iki haftada bir tekrarlanmalıdır.

Doğru uygulama zamanı korumanın optimize edilmesi açısından önemlidir. Optimum etkinlik için bu partikül filmler koruyucu programda kullanılmalı ve

böcekler görülmeden bitki yüzeyinde kaplama alanı oluşturulmalıdır [15,16].

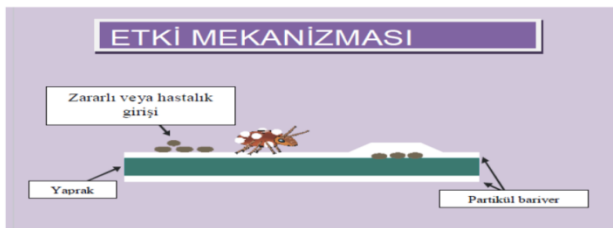
Su bazlı partikül emülsiyonları için ilk uygulama (ör. Surround), böcek popülasyonu görülmeden başlamalıdır. Daha sonraki uygulamalar için uygulama aralığı ve zararlıların türü göz önüne alınmalıdır (Tablo 1)[12].

Tablo 1. Meyve ve Sebze Alanlarında Partikül Filmlerin Uygulama Miktarı ve Süresi[12]

| Bitki | Partikül filmin uygulanma sıklığı | Hedef zararlı |
|------------------------------|---|---|
| Elma, armut | Ağaç uygulaması, 7-10 gün aralıklı | Elma testereli arısı (<i>Hoplocampa testudinea</i>), armut psillası, Ağaç zararlıları |
| Çekirdekli meyveler | 3-4 uygulama, 5-7 gün aralıklı | Japon böceği (<i>Popillia japonica</i>) |
| Etlı ve zarlı kabuksuz meyve | 2-3 ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Böğürtlen-kurtçuk, psilla, çekirge |
| Turunçgil | Çiçeklenmeden önce 2 kez ilaçlama, 5-7 gün aralıklı ve çiçeklenmeden sonra 2 kez ilaçlama 7-14 gün aralıklı | Trips, yaprak bitleri, psillidler |
| Üzüm | 1-3 uygulama, 7-14 gün aralıklı | Trips, yaprak bitleri |
| Ceviz | 2 kez ilaçlama, 4-14 gün aralıklı | Yaprak bitleri |
| Bakla Sebzeleri | 2 kez ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Yaprak böcekleri (Chrysomelidae), çekirge, |
| Yumru köklü sebzeler | 2 kez ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Yaprak biti |
| Meyve, sebze | 2 kez ilaçlama, 7-14 gün aralıklı | Böcekler, çekirge, trips |
| Soğanlı Sebzeler | 2 kez ilaçlama, 5-7 gün aralıklı | Trips |
| Yapraklı Sebzeler | 2 kez ilaçlama, 3-5 gün aralıklı | Çekirge |
| Kuşkonmaz | 2 kez ilaçlama, 7-10 gün aralıklı | Çekirge |

3.2 Böcek Zararlılarına Karşı Etki Mekanizması ve Kullanım Olanakları

Parçacık filmleri meyve bitkileri üzerinde kullanıldığında, filmlerle kaplanan bitki dokularını zararlılara karşı görsel ve dokusal olarak açık şekilde değiştirmektedir[16]. Dolayısıyla, partikül filmlerin ilk etki mekanizmalarından biri, bitkileri düşmanlara karşı farkedilemez kılan “konak kamuflajı” olarak görev yapmasıdır. Kamuflaj ile bitki yapraklarının mikro habitatında zararlı popülasyonu azalmakta ve yumurtlama sayıları düşmektedir. Partikül filmler; aynı zamanda yumurta bırakma, beslenmeyi azaltma, bitki yüzeyine tutunmayı engelleme, bitki dokularında hareketlerini kısıtlama, davranış değişikliği, felce yol açma ve ölüme neden olma gibi repellent etkisi ile böcek zararlılarını azaltmaktadır[37,38].



Şekil 2. Kaolinin Hastalık ve Zararlılar Üzerine Etkisi[39]

Organik tarımda kullanılan farklı zararlı yönetim stratejileri arasında, biyolojik ve mineral kökenli

maddelerin zararlı kontrolünde kullanılması, koruyucu önlemlerin başarısız olduğu durumlarda zararlıların bolluğunu doğrudan azaltma avantajına sahiptir[40]. Kaolin bazı formülasyonlar, farklı bitki sistemlerinde çeşitli eklem bacaklı zararlılarının etkili bir şekilde kontrol edilmesini sağlar ve böylelikle başta organik tarım olmak üzere zararlı yönetiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yağış oranlarının daha az olduğu ve yıkanma riskinin daha düşük olduğu yerlerde, özellikle kuru bölgelerde organik tarımda kullanılan diğer böcek öldürücü maddelerden daha etkilidir[41,42,43].

Parçacık film teknolojisi ilk kullanıldığı dönemlerde ilk sentetik insektisitlerin gelişimine benzer etki gösterebilen geniş tabanlı böcek kontrol sistemini temsil ettiği bilinmektedir aynı zamanda çevre ve gıda zinciri karakteristikleri üzerine olumsuz etki göstermemiştir. Bu teknoloji, elma, armut, üzüm, böğürtlen, domates, şeftali ve nektarin içeren geniş bir ürün yelpazesinde kullanılan organofosfat ve karbamatlı insektisitlerinin bazılarının yerine kullanılmasında güvenli bir etkinlik sağladığı görülmüştür[41,44]. Düşük toksisite ve güvenli taşınma özelliklerinden dolayı üretilmesinden hemen sonra bu malzeme çok sayıda üretici tarafından kullanıldığından ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından izlemeye alındığı bilinmektedir. Formülasyonlar sadece gıda ve ilaç yönetiminin güvenli olarak tanımlanan listesinde mevcut olan bileşikleri içermektedir[12].

Kaolin film teknolojisi nispeten yeni olmasına rağmen bazı bahçe bitkilerinde böcek zararlısı hasarını azaltmak için umut verici bir seçenek sunmaktadır. Bu

teknolojide böcek zararlısına karşı koruyucu bir bariyer görevi yapan ve bitkiyi kaplayacak bir film oluşturan, aşındırıcı olmayan, kimyasal olarak inert olan alumina silikat mineral partikülleri, bitkilere püskürtme işlemi ile uygulanmaktadır[37].Kaolin filmlerin kullanımı, birçok meyve ve sebze için istilaya uğratan psillalar, yaprak biti, Elma içkurdu, Akdeniz meyve sineği, Armut psillası ve diğer birçok zararlı gibi böcek zararlılarının geniş bir

kısmına karşı etkili olmaktadır (Tablo 2). Partikül film teknolojisi aynı zamanda doğal kaynaklı bir pestisit özelliği taşıması[45], adsorpsiyon özelliğinin olması[46] gibi avantajlarından dolayı organik tarımda kullanılmasına izin verilmektedir ve zeytin sineği *Bactrocera oleae* zararını kontrol etmek için organik zeytin yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır[12].

Tablo 2. Partikül Filmlerin Farklı Meyve ve Sebzelerde Bulunan Böcek Zararlıları Üzerine Etkisi[12]

| Mahsul | Kültür Bitkisi | Hedef böcek-zararlı | Uygulanan partikül film | Etki şekli | Yorum |
|----------------|---------------------|--|--|--|--|
| Elma | Smoothie | <i>Aphis spiraecola</i> , <i>Tetranychus urticae</i> , <i>Empoasca fabae</i> | M96-018 toz | Mortaliteye etkisi | Elma kabuğu üzerine konmaları azalmıştır. |
| | Golden Delicious | Elma kurdu (<i>Rhagoletis pomonella</i>) | Surround® | Konak bitkiyi farkedilemez hale getirme | Kurtçuk istilasının neden olduğu zararda azalma gözlemlenmiştir. |
| | Delicious | Eğri şeritli yaprakbükten (<i>Choristoneura rosaceana</i>) | Kaolin+sentetik insektisitler | Kaolinin tek başına herhangi bir etkisi yoktur. | Kaolin partikülleri, azinofosmetil ve indoksakarb'ın toksikliğini arttırmıştır |
| Armut | Bartlett | Armut psillası (<i>Cacopsylla pyricola</i>) | M96-018 toz | Repellent ve yumurtlamayı azaltıcı etkisi | Güneş ışığının yansımalarıyla ısı stresinin azalması. |
| | Abbe Fétel | Armut psillası (<i>Cacopsylla pyri</i>) | Surround® WP. Mineral oil | Konak bitki olarak kabul edilmeme ve yaprak yüzeyine tutunmasını engelleme | Uygulanmış bitkiler üzerinde ne yumurta ne de nimfler gözlemlenmemiştir. |
| | Koshia | Armut psillası (<i>Cacopsylla pyri</i>) | Surround® (Kaolin) Envidor® (Spirodiklofen Akarisit) Vitazyme® (Org. Biyolojik uyarıcı) Messenger® (Harpin proteini) | Nimf yoğunluğunu etkin bir şekilde bastırmıştır. | Uygulanmış bitkilerde meyve yükünde artış gözlemlenmiştir. |
| Limon | Limoneira 8A Lisbon | Trips (<i>Scirtothrips citri</i>) | M96-015 + MeOH | Meyve ve renk istilasında azalma | Trips kontrolü ve artan meyve büyüklüğü |
| | - | Geniş burunlu bitler (<i>Diaprepes abbreviatus</i>) | Kaolin partikülleri (Kil minerali) | Beslenmesinde caydırıcılık, yumurtlamada azaltıcı etki | Yaprak yüzeyine yumurtaların yapışmasını önlemiştir. |
| Turunçgil | Makrofill | Turunçgil Kök kurdu (<i>Diaprepes abbreviatus</i>) | Surround® WP | Beslenmesinde caydırıcılık, yumurtlamada azaltıcı etki, azaltılmış doğurganlık | Partikül film kullanılan konsantrasyonlarla orantılı olarak yumurtlamayı azaltmıştır ve beslenmede caydırıcılık etkisi. |
| Tatlı portakal | Midsweet | Turunçgil kök kurdu (<i>Diaprepes abbreviatus</i>) | Surround® WP | Yumurtlamada azaltıcı etki, | Tedavi edilen ağaçlar üzerindeki yumurta kitlelerinin sayısını azaltmıştır ancak larva popülasyonunun kontrol grubundan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. |
| Mandarin | Satsuma | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitis capitata</i>) | Surround® WP | Repellent etkisi | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Nektarin | Flamekist | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitis capitata</i>) | Surround® WP (6%) | Kamuflej ve repellent etkisi | Kaolin partikül film uygulaması ile kontrol grubuna göre hemen hemen daha lekesiz meyveler elde edilmiştir. |

Tablo 2.(devam) Partikül Filmlerin Farklı Meyve ve Sebzelelerde Bulunan Böcek Zararlıları Üzerine Etkisi[12]

| Mahsul | Kültür Bitkisi | Hedef böcek-zararlı | Uygulanan partikül film | Etki şekli | Yorum |
|-----------------|---|--|---|--|---|
| | Fairline ve Ventüs | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitıs capitata</i>) | Surround ® WP | Repellent etkisi | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Ceviz ağacı | Curtis | Siyah ceviz afidi (<i>Melanocallis caryaefoliae</i>) | Surround + M03 | Kısıtlı hareketlilik | Ergin ölümlerinde artış ve nimf sayısında azalma gözlemlenmiştir. |
| Şeftali | 'Fairtime' ve 'Regina di Londa' | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitıs capitata</i>) | Surround ® WP | Repellent etkisi | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Tatlı Kiraz | Royal Anne, Bing, Black Republican, Red Sweet | Batı kirazı meyve sineği | Surround (95% kaolin) Cocoon (100% hidroz kaolin), Eclipse (N75%),kireçtaşı Purshade (62.5% kireçtaşı) | Yumurtlama ve konmalarda azalma | Uygulanan meyveler üzerine konmaları ve delmeleri azalmıştır. |
| Zeytin | Ziety, Djlt | Meyve sineği (<i>Bactrocera oleae</i>) | M-99-099 | Populasyonda baskılanma, istilada azalma | Popülasyon bastırıldı ve mevsimlik böcek kontrolü sağlanmıştır. |
| | Carolea | Zeytin meyve sineği (<i>Bactrocera oleae</i>) | Surround WP | İstilada azalma | Beslenme ve algılama kalitesini etkilemeksizin istila düzeylerinde belirgin azalma |
| Trabzon hurması | Triumph | Akdeniz meyve sineği (<i>Ceratitıs capitata</i>) | Surround ®WP (6%) | Kamuflej ve repellent etkisi | Kaolin partikül film uygulaması ile kontrol grubuna göre hemen hemen daha lekesiz meyveler elde edilmiştir. |
| Üzüm | Flame Seedless Chardonnay Thompson Seedless | Shooter (<i>Homalodisca coagulate</i>) GWSS-Glassy Winged Sharp | Surround WP | Kamuflej ve repellent etkisi | Yetişkinlerin sayısında ve yumurtlamalarında azalma . Pierce hastalığına neden olan X. fastidiosus'un kontrollü taşınımı. |
| Domates | HLV 19 hp (yüksek pigmentli) | Farklı Emici Böcekler | Surround WP | Repellent etkisi | Böcek hasarında % 79 azalma |
| Lahana | Fiesta | Polifag afit (<i>Myzus persicae</i>) | F-01-KV-6 | Genel etkisi | Hayatta kalma, üreme büyüme hızı üzerinde anlamlı bir etki görülmemiştir. |
| Kavun | ImPac | Gümüş kanatlı beyaz sinek (<i>Bemisia argentifolii</i>) | Surround® WP Güneş sprey yağı (Mineral yağ) | Repellent etkisi | Yumurta ve ergin sayısını önemli ölçüde azaltmıştır. |

3.3 Partikül Film Uygulamalarının Bitki Hastalıklarını Kontrolde Kullanımı

Birçok fungal ve bakteriyel bitki patojeni, gelişimleri için yaprak yüzeyi ile direkt temas etmeyi spor veya conidia çimlenmesi için su ile sıvı bir film oluşturmayı gerektirmektedir. Parçacık filmleri; yaprak yüzeyine su ve sporların direkt temasını önleyerek yaprağı kaplar ve böylece enfeksiyonu baskılar. Bu tür filmler aynı

zamanda mantar sporlarının yaprak yüzeyine yapışmasını önleyerek enfeksiyon ve lezyon (doku bozukluğu) gelişim şansını azaltmaktadır[47]. Örneğin alüminyum, silika ve titanyum dioksitten oluşan bir kombinasyon, elmadaki yara kabuğu oluşumunu[48] ve üzümlerdeki külleme ve yumuşamayı[49] kontrol etmede etkilidir. Etki mekanizması aşağıdaki şekilde olmaktadır.

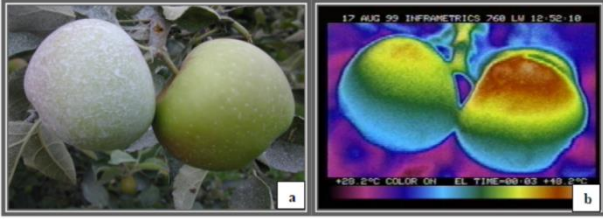
I. Hif (uzun, dallanma gösteren ipliksi bir mantar yapısı) üzerine direkt etki,

II.Bitki yüzeyinin tanınmasına müdahale etme,

III.Bitkinin fizyolojik savunmalarını uyarma.

3.4 Partikül Film Uygulamalarının Bitkilerde Güneş Yanmalarını Karşı Kullanım Olanakları

Meyvelerdeki güneş hasarı, yüksek sıcaklık ve güneş radyasyonu ile oluşmaktadır. Parçacık filmleri meyvelere uygulandığında, meyve yüzeyi üzerinde yeterli kalıntı bırakılmaktadır. Bu kalıntı meyve sıcaklığını ve dolayısıyla güneş hasarını azaltmaktadır[15,16]. Ayrıca uygulama yapılan bitkilerin yüzeyinde suyun tutunmasını da azaltarak hastalık yapmak için suya ihtiyaç duyan birçok fungal ve bakteriyel patojenin gelişmesini engellediği tespit edilmiştir[50]. Kaolin uygulamaları sonucu stomalar kapanmamaktadır.



Şekil 3. Termal Kamera ile Çekilmiş Isı Değişikliği. a) Kaolin uygulanan ve uygulanmayan meyve. b) Kaolin uygulanan meyve yüzey sıcaklığı 28.2 °C, kaolin uygulanmayan meyve yüzey sıcaklığı 48.2 °C [39].

3.5 Partikül Film Uygulamalarının Donma Zararına Karşı Etkinliği

Partikül filmlerin meyve bitkilerini don hasarından koruduğu tespit edilmiştir. Bitki yüzeyi üzerinde uygulanan parçacık filmleri, suyu bitki yüzeyinden ayıran fiziksel bir bariyer görevi görmektedir. Hidrofobik filmlerin (M96-018), çiy veya donu fiziksel olarak bitki yüzeyinden ayırarak dondurma hasarını önleyebileceği tespit edilmiştir[51]. Hidrofobik partikül filmlerin don hasarı ve buz çekirdeği hasarını önlemesi üzerindeki benzer etkisi tüm domates bitkilerinde de saptanmıştır[52,53].

3.6 Meyve Rengine Etkisi

Meyve rengi; kalite algısındaki önemli etmenlerden biridir[54]. Partikül film teknolojisi infrared ve UV ışığını azaltmanın yanı sıra fotosentetik olarak aktif radyasyonun yeniden dağılımını sağlayarak elmadaki renk gelişimine yardımcı olmaktadır. Renklenmedeki bu gelişme; yapraklar üzerinde birikmiş olan partikül filmlerden yansıma ile gölgelik kısımlardaki ışık saçılmasının artması ile sonuçlanmaktadır. Elma üzerindeki kırmızılık (antosyaninler); Surround WP uygulamaları ile zaman zaman azalmıştır[55,56]. Surround WP ile artan yansıma özelliği, muhtemelen renk gelişiminden sorumlu olan foto koruyucu bileşikleri azalmıştır[39,57]. Kaolin uygulamaları domates meyvelerinin trans-likopen içeriğini ortalama %14 oranında arttırırken, gözlenen diğer nitel parametreler üzerinde bir etkisi olmamıştır[58]. Siyah çatı altında

kaolin bazı yansıtıcıların kullanılmasıyla iyi renkli I. sınıf elma meyve oranını arttırmıştır[59].

3.7 Partikül Film Uygulamalarının Faydalı Böcekler Etkileri

Zararlıyı kontrol etme yöntemlerine alternatif olan partikül film uygulaması, aynı zamanda biyolojik kontrole müdahale edilmemesi gereken yöntemler ile birlikte kullanılmaktadır. Bu anlamda; kaolin tedavili bitkiler üzerindeki faydalı böcek ve/veya eklembacaklıların yokluğu ya da varlığına bağlı olarak, arazi çalışmalarında kaolinin etkileri üzerine çalışılmaktadır[43,60,61,62]. Bugüne kadar, yararlı böcekler için kaolin filmlerinin neden olduğu zararlı etkilerin tam olarak bilinmemesi ve predatörlerle ilgili de davranışsal özelliklerin ne boyutta olduğu ile ilgili bilinen bilgiler oldukça azdır[12].

Partikül filmlerin yararlı böcekler üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmalarda, gelen böceklerinin kaolin partikül filmleri ile muamele edilmiş bitki yüzeyleri üzerindeki yaprak bitlerine karşı iyi bir performans gösterdiğini ortaya koymaktadır[12].

Parazitlenme deki bazı azalmaların, av sayısının az olması nedeniyle olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca partikül filmlerin çiçek tozlarına uygulanmadığı sürece bal arılarına ve diğer polinatörlere (tozlayıcıları) zararlı etkilerinin olmadığı ortaya konulmuştur. Benzer şekilde kaolin uygulamaları, kırmızı kadife akarı *Allothrombium fuliginosum* (Hermann), örümcekler ve kulağakaçanlar (*Forficula auricularia* L.) gibi omurgasızların predatörlük özelliklerinde azalmalara yol açtığı[61,63,64] ve elma testere sineği ve bazı yaprak güvelerinin parazitlenme oranlarında azalmalar[63,64] oluşturduğu bilinmektedir. Kaolin partikül filmlerinin, doğal düşmanların aktivitesinde bir azalmaya neden olabileceği belirtilmektedir ancak onların konakçı/av türleri üzerindeki kaolin tedavilerinin negatif etkisi bir dereceye kadar telafi edilebildiği ortaya konulmuştur[63,64].

Zeytin bahçelerindeki Chrysopidler, zeytin güvesinin (*Prays oleae*) en önemli predatörlerinden kabul edilmektedir ve bu zararlıın ekonomik etkisinin azaltılmasında yardımcı olmaktadır[6,66,67]. Aynı zamanda, siyah kabuklu bitler ve zeytin psyllası gibi daha az bilinen zararlı böcekler üzerinden beslenmektedirler[68]. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda, kaolin etkisiyle ilişkili olarak polifag predatör topluluklarında azalmış bir değişiklik ve bazen de artışlar tespit edilmiştir[60,61,62,69]. Benzer şekilde; Marko ve ark., (2010), hidrofobik partikül film uygulamalarının, Hollanda'da elma bahçelerinde bulunan örümcek bolluğunu muhafaza ettiğini ve böceklerin görülme sıklığında önemli derecede bir azalma sağladığını bildirmişlerdir[12].

4 Sonuç ve Tartışma

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar değerlendirilecek olursa; S.D'Aquino ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada turuncgil ve zeytinsi(çekirdekli) meyvelerde hasat sonrası çürümeyi

ve akdeniz meyve sineği istilalarını kontrol etmede sentetik insektisitlere karşı bir alternatif olarak kaolin bazlı partikül film olan Surround WP'nin etkinliği çalışılmıştır. Turunçgiller, şeftali ve nektarinler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarında kaolin uygulanan meyvelere akdeniz meyve sineğinin daha az yumurta bıraktığı belirlenmiştir. Surround WP ile uygulanmış turunçgil ve çekirdekli meyvelerin hasat sonrasında diğer uygulamalara göre daha düşük çürüme gösterdiği tespit edilmiştir. Armut meyvesinde kaolin partikül filmlerinin güneş sıcaklığı ve hasarı üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmada kaolin filminin armutlardaki güneş yanığının azaltılmasında, onların kalitesinin artırılması ve tüm ağacın yararlandığı etkili bir tedavi olabileceği öngörülmüştür[70].

Kırmızı renkli elma afidinin *Dysaphis plantaginea* (Pass.) sonbahar formları üzerinde etki şeklini belirlemek amacıyla 2003'ün sonbaharında açık alanlarda uygulamalar yapılmıştır. Alan kafeslerindeki denemeler uygulama yapılmayan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kaolin uygulanmış dallar üzerinde yaprak biti sayısında azalmalar görülmüş ve kaolin uygulamalarının yaprakbitlerini ekonomik eşik değerinin altında azaltmadığı tespit edilmiş fakat *Dysaphis plantaginea* 'nin sonbahar formlarını kontrol etmede olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu çalışma sonunda bu uygulamalar ile farklı iklimsel şartlarda daha etkili ve daha kesin sonuçların elde edilebileceği öngörülmüştür[71]. Doğal düşmanlara zarar veren ve tüylü elma afidinin gelişimini destekleyen birçok elma zararlısının kaolin partiküllerinin etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada; hidrofobik kaolin partikül filminin çeşitli uygulamaları, bahar böceği (*Anthonomus pomorum*), kahverengi yaprak biti (*Phyllobius oblongus*), atelabit biti (*Caenorhinus pauxillus*), yaprak zararlıları (*Empoasca vitis* ve *Zygina flammigera*) ve yeşil elma afidi kolonilerinin sayılarını azalttığı tespit edilmiştir. Kaolin uygulamaları ile meyve zararına neden olduğu bilinen kabuklu bitleri (*Quadraspidiotus astreaeformis*), virgül kabuklu bitleri (*Lepidosaphes ulmi*), Tortricidler, elma testere sineği (*Hoplocampa testudinea*) ve elma içkurdunun popülasyonlarının azaltıldığı tespit edilmiştir. Kulağakaçanın (*Forficula auricularia*) ve kıvrık kanatlı afidinin (*Dysaphis devectora*) koloni sayılarında etkisi olduğu görülmemiştir. Kaolin uygulanmış bahçelerde; kırmızı elma afidi *Dysaphis plantaginea*, yaprak galeri güveleri (*Phyllanorycter blancardella*, *Lyonetia clerkella*) ve agromyzid sineklerin popülasyonlarında azalmalar görülmüştür. Kaolin uygulamaları, *F. auricularia* gibi polifag predatörler, Heteroptera ve Coleoptera takımına ait avcı bireyler, örümcekler ve yaygın bulunan siyah karıncalar gibi polifag predatörlerin bolluğunu azaltırken şiddetli bir şekilde tüylü elma afitlerinin popülasyonlarını arttırmıştır[60].

Sonuç olarak Gerek IPM ve gerekse organik tarım çalışmaları için kil minerallerinin gerek meyve yetiştiriciliği ve gerekse zararlı kontrolündeki çalışmaların çoğaltılması ve makro ve mikro fauna üzerindeki etkilerinin daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Malayoğlu, U., Akar, A., 1995. Killerin Sınıflandırmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranılan Kriterlerin İrdelenmesi. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. Köse ve Kızıl (eds), 125-142.
- [2] Grim, R.E. 1962. Applied Clay Mineralogy, McGraw-Hill, New York.
- [3] Kingery, W.D., Bowen, H.K. and Uhlmann, D.R. 1976. Introduction to Ceramics, Second Edition, John Wiley and Sons, p.1032, New York.
- [4] Sarıkaya, Y. 1987. Killerin önemi ve özellikleri. III. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri: 13-32 (eds. A.G. Türkmenoğlu ve O. Akıman) ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- [5] Loughnan, F.C. 1969. Chemical weathering on the silica minerals, Elsevier, New York.
- [6] Hancıoğlu, Ç., 2015. Kaolin Ve Bentonit Türü Killerde Bulunan Silikaların Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara.
- [7] Murray, H.H. 1991. Overview-clay mineral applications. Applied Clay Science, 5, 379- 395.
- [8] Murray, H.H., 1999. Applied clay mineralogy today and tomorrow. Clay Minerals, 34, 39-49.
- [9] Law, P.F. and Morgheim, J.F. 1979. The swelling of clay; I. Basic concepts and empirical equations. Soil Science Society of America Journal, 43, 473-480.
- [10] Luckham, P.F. and Rossi, S. 1999. The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions. Advanced colloid and interface science, 82; 43-92.
- [11] Önal, M. and Sarıkaya, Y. 2007. Thermal behavior of a bentonite. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 90(1), 167-172.
- [12] Sharma, R.R., S. Vijay Rakesh Reddy, S., Datta, S.S., 2015. Particle films and their applications in horticultural crops. Applied Clay Science 116–117, 54–68.
- [13] Murray, H.H., 2000. Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite: A general overview. Applied Clay Science, 17, 207-221.
- [14] Stanley, D., 1998. Particle film: a new kind of plant protectant. Agric. Res. 46 (11), 16–19.
- [15] Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2004. Particle film technology: an overview of history, concepts and impact in horticulture. Acta Hort. 636, 509–511.
- [16] Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2005. Particle films: a new technology for agriculture. Hortic. Rev. 31, 1–44.
- [17] Ebling, W., 1971. Sorptive dusts for pest control. Annu. Rev. Entomol. 16, 123–158.
- [18] Smith, A.E., Secoy, D.M., 1975. Fore-runners of pesticides in classical Greece and Rome. Agric. Food Chem. 23, 1050–1055.
- [19] Allen, F., 1972. A natural earth that controls insects. Org. Gard. Farm. 19, 50–56.

- [20] Casida, J.E., Quistad, G.B., 1998. Golden age of insecticide research: past, present or future? *Annu. Rev. Entomol.* 43, 1–16.
- [21] Watkins, T.C., Norton, L.B., 1947. A classification of insecticide dust diluents and carriers. *J. Econ. Entomol.* 40, 211–214.
- [22] Giddings, N.J., 1921. Orchard dusting versus spraying. *J. Econ. Entomol.* 14, 225–234.
- [23] Headly, T.J., 1921. Dusting as a means of controlling injurious insects. *J. Econ. Entomol.* 14, 214–220.
- [24] Shafer, G.D., 1915. III. How contact insecticides kill. *Mich. Agric. Exp. Station Technol. Bull.* 21, 51–55.
- [25] Mote, D.C., Wilcox, J., Davis, E.G., 1926. The natural cleaning up habit of insects. *J. Econ. Entomol.* 19, 745–748.
- [26] Boyce, A.M., 1932. Mortality of *Rhagoletis completa* (Cress.) through the ingestion of certain solid materials. *J. Econ. Entomol.* 25, 1053–1059.
- [27] Richardson, C.H., Glover, L.H., 1932. Some effects of certain “inert” and toxic substances upon the 12-spotted cucumber beetle, *D. duodecimpunctata* (Fab.). *J. Econ. Entomol.* 25, 1176–1181.
- [28] Smith, F.F., Boswell, A.L., Webb, R.E., 1972. Repellent mulches for control of gladiolus thrips. *Environ. Entomol.* 1, 672–678.
- [29] Adlerz, W.C., Everett, P.H., 1968. Aluminum foil and white polyethylene mulches to repel aphids and control water melon mosaic. *J. Econ. Entomol.* 61, 1276–1279.
- [30] Studdert, J.P., Kaya, H.K., Duniway, J.M., 1990. Effect of water potential, temperature, and clay-coating on survival of *Beauveria bassiana* conidia in a loam and peat soil. *J. Invertebr. Pathol.* 55, 417–427.
- [31] Tapp, H., Stotzky, G., 1995. Insecticidal activity of the toxins from *Bacillus thuringiensis* subspecies *kurstaki* and *tenebrionis* adsorbed and bound on pure and soil clays. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 1786–1790.
- [32] Kirkpatrick, R.L., Gillenwater, H.B., 1981. Toxicity of selected insecticidal aerosols, dusts and sprays to two species of stored-product insects. *J. Georgia Entomol. Soc.* 16, 175–180.
- [33] Margulies, L., Stern, T., Rubin, B., Ruzo, L.O., 1992. Photostabilization of trifluralin adsorbed on a clay matrix. *J. Agric. Food Chem.* 40, 152–155.
- [34] Nawrocka, B.Z., Eckenrode, C.I., Uyemoto, I.K., Young, D.H., 1975. Reflective mulches and foliar sprays for suppression of aphid-borne viruses in lettuce. *J. Econ. Entomol.* 68, 694–698.
- [35] Bar-Joseph, M., Frenkel, H., 1983. Spraying citrus plants with kaolin suspensions reduces colonization by spiraea aphid (*Aphis citricola* van der Goot). *Crop. Prot.* 2, 371–374.
- [36] Glenn, D.M., Puterka, G.J., Vanderzwet, T., Byers, R.E., Feldhake, C., 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *J. Econ. Entomol.* 92, 759–771.
- [37] Glenn, D.M., 1999. Analysis of trickle and pulse micro sprinkler irrigation of processing apples. *J. Tree Fruit Prod.* 2, 11–17.
- [38] Puterka, G.J., Glenn, D.M., Sekutowski, D.G., Unruh, T.R., Jones, S.K., 2000. Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. *Environ. Entomol.* 29, 329–339.
- [39] Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J.R., Puterka, G.J., 2002. A reflective, processed kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127, 188–193.
- [40] Zehnder, G., Gurr, G.M., Kuhne, S., Wade, M.R., Wratten, S.D., Wyss, E., 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annu. Rev. Entomol.* 52, 57–80.
- [41] Mazor, M., Erez, A., 2004. Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop. Prot.* 23, 47–51.
- [42] Saour, G., Makee, H., 2004. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *J. Appl. Entomol.* 128, 28–31.
- [43] Karagounis, C., Kourdoumbalos, A.K., Margaritopoulos, J.T., Nanos, G.D., Tsitsipis, J.A., 2006. Organic farming compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. *J. Appl. Entomol.* 130, 150–154.
- [44] Unruh, T.R., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2000. Particle films for suppression of Codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *J. Econ. Entomol.* 93, 737–743.
- [45] Iannotta, N., Belfiore, T., Brandmayer, P., Noce, M.E., Scalercio, S., 2007. Evaluation of the impact on entomocoenosis of active agents allowed in organic olive farming against *Bactrocera oleae*. *J. Environ. Sci. Health* 42, 783–788.
- [46] Porcel, M., Ruano, F., Sanllorente, O., Caballero, J.A., Campos, M., 2009. Short communication. Incidence of the olive mass-trapping on olive non-target arthropods. *Span. J. Agric. Res.* 7, 660–664.
- [47] Walters, D.R., 2006. Disguising the leaf surface: the use of leaf coatings for plant disease control. *Eur. J. Plant Pathol.* 114, 255–260.
- [48] Prive, J.P., Russell, L., Braun, G., LeBlanc, A., 2007. ‘Bordeaux’/‘Kumulus’ regimes and ‘Surround’ in organic apple production in New Brunswick: impacts on apple scab, fruit russetting and leaf gas exchange. *Acta Hort.* 737, 95–104.
- [49] Mendgen, K., Schiewe, A., Falconi, C., 1992. Biological control of plant diseases. *Biological Crop Protection Symposium*, 24 May 1991. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 45/ 1992, p. 1.
- [50] Oliver, C., Halseth, E.E., Mizubuti, E.S.G., Loria, R. 1998. Postharvest Application of Organic and Inorganic Salts for Suppression of Silver Scurf on Potato Tubers. *Plant Dis.* 82: 213- 217.
- [51] Glenn, D.M., Wisniewski, M., Puterka, G.J., Sekutowski, D., 2001. Method for Enhanced Supercooling of Plants to Provide Frost Protection. U.S. Patent No. US06235683.
- [52] Wisniewski, M., Glenn, D.M., Fuller, M.P., 2002. The use of hydrophobic films as a barrier to ice nucleation in plants. *J. Am. Soc. Hortic.* 127, 358–364.

- [53] Fuller, M.P., Hamed, F., Wisniewski, M., Glenn, D.M., 2003. Protection of plants from frost using hydrophobic particle film and acrylic polymer. *Ann. Appl. Biol.* 143, 93–97.
- [54] Andris, H.L., Crisoto, C.H., 1996. Reflective material enhance Fuji apple color. *Calif. Agric.* 50, 27–30.
- [55] Schupp, J.R., Fallahi, E., Chun, I.J., 2002. Effect of particle film on fruit sunburn, maturity and quality of Fuji and Honeycrisp apples. *Hortic. Technol.* 12, 87–90.
- [56] Gindaba, J., Wand, S.J.E., 2005. Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film, and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortSci.* 40, 592–596.
- [57] Wunsche, J.N., Lombardini, L., Greer, D.H., 2004. Surround particle film applications effects on whole canopy physiology of apple. *Acta Hort.* 636, 565–571.
- [58] Pace, B., Boari, F., Cantore, V., Leo, L., Vanadia, S., De Palma, E., Phillips, N., 2007. Effect of particle film technology on temperature, yield and quality of processing tomato. *Acta Hort.* 758, 287–293.
- [59] Meinhold, T., Damerow, L., Blanke, M., 2011. Reflective materials under hail net improve orchard light utilization, fruit quality and particularly fruit colouration. *Sci. Hort.* 127, 447–451.
- [60] Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S., Helsen, H., 2007. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *J. Appl. Entomol.* 132, 26–35.
- [61] Sackett, T.E., Buddle, C.M., Vincent, C., 2007. Effects of kaolin on the composition of generalist predator assemblages and parasitism of *Choristoneura rosaceana* (Lep., Tortricidae) in apple orchards. *J. Appl. Entomol.* 131, 478–485.
- [62] Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., Gonzalez-Nunez, M., 2010. Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *J. Pest. Sci.* 83, 121–133.
- [63] Knight, A.L., Christianson, B.A., Unruh, T.R., Puterka, G., Glenn, D.M., 2001. Impacts of seasonal kaolin particle films on apple pest management. *Can. Entomol.* 133, 413–428.
- [64] Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S., Helsen, H., 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *J. Appl. Entomol.* 132, 26–35.
- [65] Tauber, M.J., Tauber, C.A., Daane, K.M., Hagen, K.S., 2000. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *Am. Entomol.* 46, 26–38.
- [66] Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L., Vinuela, E., 2003. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 32, 196–203.
- [67] Mandour, N.S., 2009. Influence of spinosad on immature and adult stages of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *BioControl* 54, 93–102.
- [68] Campos, M., 2001. Lacewings in Andalusian olive orchards. In: McEwen, P., New, T.R., Whittington, A.E. (Eds.), *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 492–497.
- [69] Porcel, M., Cotes, B., Campos, M., 2011. Biological and behavioral effects of a kaolin particle film on larvae and adults of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biol. Control* 59, 98–105.
- [70] Marko, V., Bogya, S., Kondorosy, E., Blommers, L.H.M., 2010. Side effects of kaolin particle films on apple orchard bug, beetle and spider communities. *Int. J. Pest Manag.* 56, 189–199.
- [71] K. Bürgel C. Daniel, E. Wyss. 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action Pages 311–314

Yazarların Adresleri

Buşra Akgül¹

Fırat Üniversitesi
Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik
Bölümü
akgulbus@gmail.com

İnanç Özgen² (Corresponding Author)

Fırat Üniversitesi
Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik
Bölümü
inancozgen@gmail.com