

## Yapraktan Uygulanan Kaolinin Işık Sıcaklık ve Biyotik Strese Etkisi

Uğur SEVİLMİŞ<sup>1\*</sup>, M. Emin BİLGİLİ<sup>1</sup>, Hatun BARUT<sup>1</sup>, Seyithan SEYDOŞOĞLU<sup>2</sup>,  
Deniz SEVİLMİŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Doğan kent, Adana, Türkiye

<sup>2</sup> Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye

<sup>3</sup> Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü, Toprakkale, Osmaniye, Türkiye

\*Sorumlu yazar: [sevilmisugur@yahoo.com](mailto:sevilmisugur@yahoo.com)

### Özet

Bitkilerde, aşırı güneş ışını ve yüksek sıcaklıktan kaynaklanan abiyotik; zararlı ve hastalıklardan kaynaklanan biyotik stresi azaltabilmek, verim ve kaliteyi artırıcı etkiler yapmaktadır. Bir kil minerali olan kaolinin, uygulandığı yaprak yüzeyinden kızılötesi ve ultraviyole ışınlarını yansıtarak bitkilerde ışık ve ısı stresini azalttığı, net CO<sub>2</sub> asimilasyon oranını, stoma iletkenliğini ve su kullanım etkinliğini artırdığı, birçok zararlı ve hastalığın kontrolüne fayda sağladığı tespit edilmiştir.

Bu derleme, kaolin ile ilgili uluslararası alanda yapılmış çalışmaların detaylı ve geniş ölçekte taraması sonucu elde edilmiş bilgilerin sunumunu amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kaolin, abiyotik stres, biyotik stres, verim, kalite

### The Effect of Foliar Applied Kaolin on Light Temperature and Biotic Stress

In plants, reducing abiotic stress caused by high sunlight and heat, and reducing biotic stress caused by pests and diseases, have positive effects on yield and quality. Kaolin, which is a clay mineral, can be effective in crops to reduce heat and light stress by reflecting in frared and ultraviolet rays from the leaf surface; increase net CO<sub>2</sub> assimilation rate, stomatal conductivity and water use efficiency and improving the control of many pest and diseases.

This review aims to present their formation obtained from the extensive and comprehensive screening of international studies on foliar kaolin applications.

**Keywords:** Kaolin, abiotic stress, biotic stress, yield, quality

#### 1. Giriş

Gün ortasındaki yüksek sıcaklık ve aşırı güneş ışığı gibi çevresel stresler fotosentezin düşmesine neden olmaktadır (Chamchaiyaporn ve ark., 2013; Yamada ve ark., 1996; Goldschmidt, 1999). Fotosentezde öğle saatlerinde gerçekleşen düşüşten sorumlu olan temel fizyolojik faktör olan stoma kapanması, hücre içi boşluklardaki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu azaltmaktadır (Xu ve Shen, 2005). Stomaların kapanması, CO<sub>2</sub> alımını sınırlandırarak net fotosentetik oranda azalmaya neden olmaktadır (Chamchaiyaporn ve ark., 2013). UVb, yaprak alanını azaltarak bitkilerde kronik zararlara neden olabilir. Bu duruma karşı

bitkiler genel olarak UVb emici bileşiklerin sentezlenmesine ek olarak, kütikülün kalınlaştırılması şeklinde yanıt vermektedir (Tevini, 1999). Bitkiler üzerindeki zararlı ultraviyole radyasyonu (UV), DNA dimerlerinin oluşumunu, fotosistem II ve Rubisco aktivitesinin inhibisyonuna neden olmaktadır (Tevini, 1999).

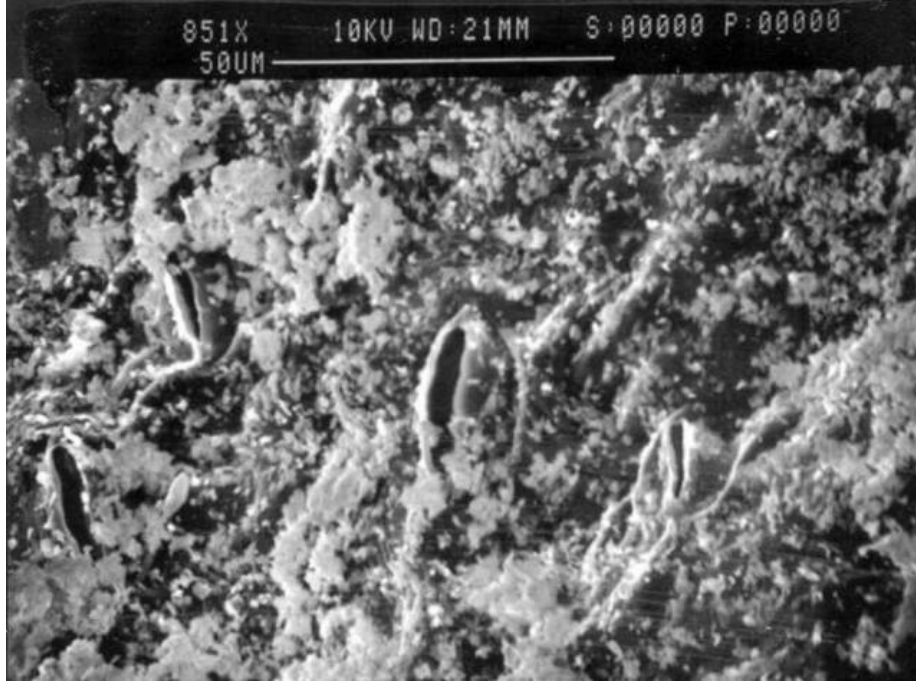
Bitkilerde yüksek ışınlama ve aşırı sıcaklıktan kaynaklanan olumsuz etkileri azaltmak için birçok inorganik ve organik ürün bitkisel yüzeylere uygulanabilmektedir (Song ve ark., 2012). Yansıtıcı bir parçacık filminin kullanılması, çevresel stresin azaltılmasında etkili ve tarımsal ürünlerde önemli ekonomik faydalara sahiptir (Glenn, 2012). Yapraklar, partikül filmi boyunca

fotosentetik olarak aktif radyasyonu yakalar; ultraviyole ve kızılötesi radyasyonu ise yansıtır (Glenn ve Puterka, 2005). Bir partikül filminin uygulanması yapay olarak yaprak kalınlığını artırır, böylece yaprak içindeki hedef hücrelere radyasyonun yol uzunluğu artar, ayrıca yapraktaki kütikül seviyesindeki UV radyasyon yükü azaltılır (Glenn ve Puterka, 2005).

En yaygın kullanılan bileşiklerden biri, yapraktan uygulanan, beyaz renkli bir kil minerali olan kaolindir (Alüminyum Silikat,  $Al_2O_3Si_2$ ) (Ou ve ark., 2010). Kaolin bazlı parçacık filmleri, UV ve kızıl ötesi dalga boylarındaki ışınları yüksek derecede yansıma özelliğine sahiptir (Shellie ve King, 2013). Kaolin UV radyasyonunu yansıtılabilmektedir ancak formülasyonu ve partikül büyüklüğü UV yansıma derecesini önemli ölçüde etkilemektedir. Yüksek düzeyde işlenerek partikül büyüklüğü azaltılmış kaolin, işlenmemiş

kaolin veya kalsiyum karbonattan daha büyük UV yansımaya sahiptir.

Yapraklara kaolin uygulanması, yaprak yüzeyinden kızılötesi (IR) ve ultraviyole ışınımı yansıtarak bitkilerde ısı ve ışık stresini azaltmaktadır (Dinis ve ark., 2016). Kaolin partikül filmi yaprak veya meyve yüzeyine uygulanmasının, ısı stresini gaz değişimini sınırlamadan azalttığı gösterilmiştir (Glenn ve ark., 2001). Kaolin bazlı parçacık filmlerinin hem yaprak sıcaklığını (Thomas ve ark., 2004, Steiman ve ark., 2007, Jifon ve Syvertsen, 2003) hem de kanopi sıcaklığını azalttığı (Glenn ve ark., 2003) gösterilmiştir. Kaolin, geleneksel püskürtme ekipmanları ile su süspansiyonu şeklinde uygulanır. Kaolin uygulandıktan ve bitki yüzeyindeki su buharlaştıktan sonra, kil mineralleri bitki üzerinde kuru, beyaz bir film oluşturur (Şekil 1).



Şekil 1. Elma ağacının yaprakları üzerindeki yansıtıcı partikül filmin ScanningElectronMicrograph (SEM) görüntüsü (Glenn ve Puterka, 2005)

Figure 1. Scanning Electron Micrograph (SEM) image of the reflective particle film on the leaves of an apple tree (Glenn and Puterka, 2005)

Parçacık filmlerin yansıtıcılığı, meyve ağacı yapraklarının ve meyvelerin sıcaklıklarını azaltıp yaprak karbon asimilasyonunun iyileşmesine yardımcı olmaktadır (Glenn ve ark., 2002). Kaolinin, domateste yaprak sıcaklığının düşürdüğü (Saavedra Del ve ark., 2004), çay bitkisinde bitki örtüsü sıcaklığını ve terlemeyi azalttığı (Anandacoomaraswamy ve ark., 2000) tespit edilmiştir. Turunçgillerde (*Citrus paradisi* L.) net CO<sub>2</sub> asimilasyon oranını,

stomaitkenliğini ve su kullanım etkinliğini arttırdığı bulunmuştur (Jifon ve Syvertsen, 2003). Pikan cevizinde terlemeyi, stoma iletkenliğini, net CO<sub>2</sub> asimilasyonunu veya verimi etkilemeden yaprak sıcaklığını düşürdüğü tespit edilmiştir (Lombardini ve ark., 2005). Ceviz ve bademde yaprak sıcaklığını düşürdüğü ve stomaitkenliğini etkilemediği gösterilmiştir (Rosati ve ark., 2006).

Soya fasulyesi, pamuk, enginar, kavun ve şeftali üzerinde yapılan çalışmalar, kaolin partikül filmlerinin yaprak uygulamalarının optimum bitki gelişimi, verim ve kalite üretimi için zararlı stresi azalttığını göstermiştir (Creamer ve ark., 2005). Kaolin parçacık filmi uygulanmış pamuk bitkilerinin daha az su kullandıkları (Stanhill ve ark., 1976) ve daha yüksek verime sahip oldukları gösterilmiştir (Makus, 2000).

Bitkilerde büyüme ve gelişme için sadece suyun %5'i kullanılırken, %95'i terleme yoluyla kaybedilir (Taiz ve Zeiger, 2002). Terleme önleyicilerin kullanımı, toprak nemini daha uzun süre korumada faydalı olmakta ve kuraklığın başlamasından sonra su kullanım verimliliğinin artmasına neden olmaktadır (Mikiciuk ve ark., 2015; Jifon ve Syvertsen, 2003; Boari ve ark., 2015). Kaolin uygulamasının bitkileri kuraklık stresine karşı koruduğu bildirilmiştir (Glenn, 2012, Tubajika ve ark., 2007, Cantore ve ark., 2009). Bazı çalışmalar, özellikle su stresi koşulları altında kaolin uygulamasından sonra farklı kültür bitkilerinin veriminde artış olduğunu göstermiştir (Lapointe ve ark., 2006; Saavedra Del ve ark., 2004; Steiman ve ark., 2007; Boari ve ark., 2014; Khaleghi ve ark., 2015; Lalancette ve ark., 2005; Shellie ve Glenn, 2008; Glenn ve ark., 2003; Cantore ve ark., 2009). Kaolin, çeşitli türlerde terlemeyi azaltarak su tasarrufu sağlamak için kullanılmıştır ki bunlara örnek; mandalina ve domates (Boari ve ark., 2015, Cantore ve ark., 2009) ve greyfurt (Jifon ve Syvertsen, 2003; Shellie, 2015) gösterilebilir. Parçacık filmlerinin, ısı stresi azaltılarak yarı-kurak ortamlarda meyve ağacı verimliliğini arttırdığı gösterilmiştir (Glenn ve ark., 2001). Kaolin parçacık filminin, su kısıtı altındaki üzümün yaprak ve meyve doku sıcaklığını düşürdüğü bildirilmiştir (Shellie ve Glenn, 2008). Javan ve ark., (2013), soya fasulyesinde sınırlı sulama altında verim ve verim bileşenlerini incelediği tarla koşullarında kaolini (%6'lık süspansiyon) ekimden 60 gün sonra (çiçeklenme aşamasında) ve tohum oluşumu aşamasında uygulamışlardır. Kaolin uygulaması bitki boyunu, boğum sayısını, kök çapını, bakla sayısını ve bitki başına tohum sayısını, bin tohum ağırlığını, tohum verimini, biyolojik verimi ve hasat indeksini önemli ölçüde arttırmıştır. Kaolin yaprak spreyinin su kullanım verimliliğini arttırdığı ve su açığının antepfıstığı ve nar ağaçları üzerindeki olumsuz etkilerini azalttığı Azizi ve ark., (2013) ve El-Khawaga ve Mansour, (2014) tarafından tespit edilmiştir.

Pek çok araştırma, kaolinin nar, elma, ceviz, turunçgiller ve domates gibi türlerde güneş

yanığını azaltma üzerindeki olumlu etkisini vurgulamaktadır (Boari ve ark., 2015; Cantore ve ark., 2009; Glenn, 2012; Pace ve ark., 2006; Saavedra Del ve ark., 2004; Weerakkody ve ark., 2010) (Şekil 2). Kaolin uygulamasıyla kanopi ısısında azalma, ortalama meyve ağırlığını artırabilmektedir (Cantore ve ark., 2009; Lalancette ve ark., 2005).

Kaolin ayrıca renk, toplam çözülebilir katı maddeler, C vitamini içeriği ve antosiyanin konsantrasyonu iyileştirebilir (Chamchaiyaporn ve ark., 2013; Glenn ve ark., 2001; Melgarejo ve ark., 2004; Shellie ve King, 2013; Wand ve ark., 2006; Yazici ve Kaynak, 2006). Kaolin uygulaması, domates meyvelerinin likopen içeriğini arttırmış ve kaliteyi iyileştirmiştir (Pace ve ark., 2006; Saavedra Del ve ark., 2004). Kaolin elma meyvesinin sıcaklığını düşürmekte, böylece güneş ışığını azaltmakta ve sıcaklıkların optimalden daha yüksek olduğu durumlarda kırmızı meyve renginin iyileşmesini sağlamaktadır (Stanley, 1998).

Kaolin parçacık filmleri, bitkilerin süper soğumalarına izin vererek soğuğa veya dona daha iyi tolerans göstermelerini de sağlayabilmektedir (Wisniewski ve ark., 2002). Ayrıca terleme oranını azaltan tekniklerin tuzluluk toleransı üzerinde olumlu bir etkisi olabilmektedir (Boari ve ark., 2014).

Bazı araştırmacılar net asimilasyon ve stoma iletkenliğinde artış bildirmişken (Rosati ve ark., 2006; Glenn ve ark., 2001), bazıları ise bir azalma gözlemlemişlerdir (Al-Humaid ve Moftah, 2005; Cantore ve ark., 2009).

Tek bir bitki türünde, kaolin parçacık filmi uygulamasına fotosentetik hız ve yaprak sıcaklığı gibi fizyolojik tepkilerin tutarsız bir şekilde değiştiği görülmektedir (Gindaba ve Wand, 2007). Bunun olası bir açıklaması, ürünün uygulanmasındaki yöntem farklılıkları olabilir (Steiman ve ark., 2007).

Kaolin başlangıçta haşere kontrolü için geliştirilmiştir (Ebeling, 1971). Kaolin partikül filmi ile bitkilerin kaplanması birçok zararlı ve hastalığın kontrolünü kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Glenn ve Puterka 2005). Kaolin tabakası, bitkilerin ve meyvelerin rengini gizler; bu da haşerenin bitkiyi tanınmasını azaltır (Saour ve Makee 2004, Villanueva ve Walgenbach 2007); ayrıca yumurtlama, besleme ve barınma ile ilgili böcek hareketliliğini değiştirir (Glenn ve ark., 1999, Saour ve Makee 2004). Bu nedenle, bitkinin tamamıyla kaplanması önemlidir ve tam kaplamanın elde edilmesi, aktif olarak büyüyen bitki dokusunun dahil edilmesi ve yağmur veya

rüzgârla yıkanan kaplamanın telafi edilmesi için birden fazla uygulamaya ihtiyaç duyulabilir (Lo Verde ve ark., 2011). Kaolin tabakası, çeşitli mekanizmalar yoluyla yumurtlamayı önler; özellikle, uygulama yapılmış yüzey sertleşir ve yumurtlama için daha az uygun hale gelir (Glenn

ve ark., 1999; Saour ve Makee, 2004). Kaolin, otçul böcekler için besinsel bir değere sahip değildir ve bitki dokusunun sindirilebilirliğini potansiyel olarak azaltabilir (Howe ve Westley, 1988).



Şekil 2. Kaolinin domates bitkisinde serinletici, domates meyvelerinde de güneş yanığını azaltıcı etkisini gösteren fotoğraf (soldaki resim kaolin uygulanmış bitkileri göstermektedir) (Antonakou ve ark., 2005)  
Figure 2. Photo showing the cooling effect of kaolin on tomato plants and sun burn reduction effect on tomato fruits (picture on left shows kaolin-treated plants) (Antonakou et al., 2005)

Kaolin partikül filmi teknolojisi, farklı kültür bitkileri üzerinde incelenmiş ve psillidler (Liu ve Trumble, 2005), çekirgeler (Knight ve ark., 2001), yaprak bitleri (Eigenbrode ve ark., 2006; Karagounis ve ark., 2006) heteropteralar (Knight ve ark., 2001; Lalancette ve ark., 2005), koleopterler (Thomas ve ark., 2004; Lapointe ve ark., 2006; Silva ve Ramalho, 2013), lepidopterler (Knight ve ark., 2001; Sackett ve ark., 2005; Barker ve ark., 2006;), dipteralar (Mazor ve Erez 2004; Saour ve Makee 2004; Pascual ve ark., 2010) ve Hemiptera (Daniel ve ark., 2005; Alavo ve Abagli, 2011; Martinou ve ark., 2014), gibi birçok zararlı grubunun popülasyonunun azaltılmasında etkili bir madde olduğu bildirilmiştir.

Örümceklerle ilgili olarak, Sackett ve ark. (2007), Marko ve ark., (2010) ve Pascual ve ark., (2010), kaolin uygulaması ile tarladaki bitkilerde örümcek yoğunluğunun azaldığını gözlemlemişlerdir. Kaolin, çeşitli sap-emici böcek türlerinin konakçı bitki seçimini değiştirebilmektedir ki buna örnek olarak armutta *Cacopsylla pyricola* (Puterka ve ark., 2000), domateste patates psyllidi (*Bactericera cockerelli*)

(Peng ve ark., 2011), kavunda tütün beyazsineği (*Bemisia argentifolii*) (Liang ve Liu, 2002), elmada elma gri yaprak biti (*Dysaphis plantaginea*) (Bürgel ve ark., 2005), zeytin ağaçlarında zeytin kara koşnili (*Saissetia oleae*) (Pascual ve ark., 2010), üzümde *Homalodisca coagulata* (Tubajika ve ark., 2007), üzümde *Empoas cavitis* ve *Zyginar hamni* (Tacoli ve ark., 2017). Narenciyede, Hall ve ark. (2007), %3 oranında aylık kaolin püskürtmenin *D. sitrinimfi* ve yetişkin popülasyonlarını sırasıyla %78 ve 69 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Knight ve ark. (2000) kaolinin, elma bahçelerinde uygulandığında, *C. rosaceana* larva popülasyonunu azalttığını; kaolinin larvaların kışlayan bölgelerinden yeni bitki örtüsüne geçişini etkilediğini tespit etmişlerdir. Zeytin bahçelerinde kaolin, zeytin sineği (*B. oleae*), zeytin kara koşnili (*Saissetia aoleae*) ve zeytin güvesi (*Prays oleae*) gibi zararlılara karşı koruyucu bir fiziksel bariyer olmakta, aynı zamanda kovucu ve antivipozyonel görev görmektedir (Benincasa ve ark., 2008; Pascual ve ark., 2010). Kaolin, farklı tipte meyve zararlıları için ümitvar bir kontrol yöntemidir ki bunlara örnek olarak elma iç kurdu

(*Cydia pomonella*) (Unruh ve ark., 2000); *Archipsar gyrospilla* (Knight ve ark., 2001); Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) (Mazor ve Erez, 2004), *Cacopsyll apyricola* ve *Epirimeruspyri* (Puterka ve ark., 2000) gösterilebilir. Kaolinin önemli ölçüde bir fiziksel engel veya tahriş edici olarak işlev gördüğü varsayılmaktadır (Glenn ve ark., 1999). Kaolinin kavunda tütün beyaz sineği (*Bemisia argentifolii*) (Liang ve Liu, 2002); biberde *Circulifertenellus* (Creamer ve ark., 2005) gibi zararlıları bastırıldığı da bildirilmiştir.

Kaolin bazlı emülsiyonların, yaban mersini bitkilerini çiçek tripslerinden ve diğer yaban mersini zararlılarından koruyabilen birçok etki moduna sahip olduğu gösterilmiştir (Lapointe, 2000; Unruh ve ark., 2000).

Buğdayda *S. Graminum* zararının azaltılmasında farklı konsantrasyonlarda ve zamanlarda kaolin püskürtme etkinliğini incelemek için Nateghi ve ark., (2013) bir deneme yürütmüştür. Başaklanma döneminde %3.75 konsantrasyonunda kaolin uygulanan parsellerde ve kontrolde sırasıyla 992 kg/da ve 628 kg/da tane verimi elde edilmiştir. Hamur olum döneminde %1.25 konsantrasyonunda kaolin ve kontrol uygulamasında sırasıyla 2266 kg/da ve 1646 kg/da biyolojik verim tespit edilmiştir. Bu çalışma kaolinin buğday yaprak biti hasarını azaltabildiğini ve tane ve biyolojik verimi olumlu etkilediği göstermiştir. %5'lik dozda kaolinin haftalık uygulamalarının, börülcede (*Vigna unguiculata*) afid (*Aphis craccivora*) popülasyonlarını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (Alavo ve ark., 2010). %3 ve %6 konsantrasyonlarını karşılaştıran çalışmalar, laboratuvar ve tarla koşullarında önemli farklılık göstermemiş, çok sayıda (7-13) uygulama yapılan programlarda %3 konsantrasyonunun böcek yoğunluğunun kontrolü için yeterli olduğu tespit edilmiştir (Puterka ve ark., 2000). Ancak, %6'lık çözeltinin, %3'lüğe kıyasla, ilkbaharda sık yağışların yaşandığı doğu ABD'de elma ve armut ağaçları üzerine daha iyi film ürettiği gözlemlenmiştir (Glenn, 2005).

Kaolin tabakası, çeşitli mekanizmalar yoluyla yumurtlamayı azaltır. İlk olarak, yaprakların, sapların ve meyvelerin rengini maskeleyerek uzun mesafeli konukçu tanıma işlemini zorlaştırır (Saour ve Makee, 2004). Beyaz renk, akdeniz meyve sineğinin (*C. capitata*) yumurtlayan dişileri için en az çekici renktir (Katsoyannos, 1989). Kaolinin, eklembacaklı zararlılara karşı çeşitli etki mekanizmaları arasında en önemlileri şunlardır: (i) caydırıcılık (temastan sonra böcekleri parçacık

filminden uzağa yönlendirmek); (ii) gelişimsel sürenin ve ölüm oranının artması ve vücut kitlesinin azalması; (iii) çiftleşme başarısının azalması; (iv) hareket ve konukçu bulma yeteneğinin engellenmesi; (v) kaolin ile kaplanmış bitkileri konakçıların tanıma yeteneğinin azalması; (vi) böceğin bitkiye tutunma kabiliyetinin engellenmesi (Puterka ve ark., 2000; Wyss ve Daniel 2004; Sackett ve ark., 2005; Barker ve ark., 2006). Mineral parçacık filmlerinin teknolojisi, farklı haşerelerin kontrolündeki bazı böcek ilaçlarına potansiyel bir alternatiftir (Alavo ve Abagli 2011). Aşındırıcı mineral partikülleri, kütüküllerinin bozulması ve sindirim sistemlerinin tıkanmasıyla da etki eder (Showler, 2002).

Bazı çalışmalar ise kaolinin böcek istilası oranını artırabileceğini göstermektedir (Showler ve Armstrong, 2007; Marko ve ark., 2008). *Phyllonorycter mespilella*, *Dysaphis plantaginea* ve *Quadraspidiotus perniciosus* gibi bir dizi eklem bacaklı zararlıların, kaolin uygulanmış elma bahçelerinde daha yüksek popülasyon yoğunluklarına sahip oldukları bildirilmiştir (Knight ve ark., 2001). Bu nedenle, kaolin parçacıklarının eklembacaklıları uzaklaştırma kabiliyeti haşere türlerine bağlı görünmektedir.

Kaolinin faydalı eklembacaklı böcekler üzerindeki yan etkileri genellikle düşük olarak kabul edilir (Lapointe, 2000, Showler ve Se'tamou, 2005, Glenn ve Puterka, 2005), ancak bazı durumlarda olumsuz etkileri olduğu gösterilmiştir (Lapointe, 2000, Lalancette ve ark., 2005). Yararlı eklembacaklılar üzerindeki etki daha az çalışılmıştır ki Pascual ve ark., (2010) Coccinellidae ve parazitoid olan Aphelinidae ve Pteromalidae için yan etkiler bildirilmiştir. Ayrıca, Bengochea ve ark., (2013) tarafından, *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera), *Chilocorus nigritus* (Coleoptera), *Chelonus inanitus* (Hymenoptera) ve *Scutellus tacyanea* (Hymenoptera) üzerindeki yan etkiler rapor edilmiştir.

Kaolin ayrıca bazı hastalıkların daha yüksek seviyede kontrol altına alınmasına yardımcı olabilmektedir (Puterka ve ark., 2000; Lalancette ve ark., 2005). Hidrofobik kaolin partikülleri, bitki yüzeyindeki serbest suyun azaltılması veya ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır ki bu durum birçok bitki patojeninin enfeksiyonu için önemli bir gerekliliktir (Lalancette ve ark., 2005). Hidrofobik kaolin kullanılan elmada yapılan çalışmalar, elma kara lekesinin (*Venturiaina equalis*) kontrolünde yaklaşık % 50 oranında ve ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) kontrolünde

ise % 42–74 oranında başarı sağlanabildiğini göstermiştir (Glenn ve ark., 1999). Armut üzerine yapılan çalışmalar, hem hidrofobik hem de hidrofilik kaolin formülasyonlarının, *Fabrae amaculata*'nın neden olduğu yaprak lekesini sırasıyla %73 ve % 79 azalttığını göstermiştir (Puterka ve ark., 2000). Kaolin parçacık filmleri, elma üzerinde *Gloeodes pomigena* ve *Schizothyrium pomi*'yi geleneksel mantar öldürücü ilaçlara eşdeğer seviyelerde kontrol altına almada başarılı bulunmuştur (Glenn ve ark., 2001). Kaolin parçacık filmi yaprak biti patojeni bir mantar olan *Pandora neophidis*'in çimlenmesini ve yaprak bitini enfeksiyonunu arttırabilmektedir (Eigenbrode ve ark., 2006).

Kaolinin, organik tarım ve IPM programlarında kullanımına 2009/128 sayılı Avrupa IPM direktifine göre izin verilmektedir (Karise ve ark., 2016). Türkiye piyasasında, Surround® WP (BASF) adıyla satılan, geleneksel sprey ekipmanları ile tatbik edilen, ıslanabilen toz olarak formüle edilmiş bir kaolin ürünü mevcuttur.

## Sonuç

Yapraktan kaolin uygulamalarının, meyve ağaçları, tarla bitkileri ve sebzelerden birçok türde, öğlen saatlerinde bitkiye etki eden zararlı seviyedeki ışığı filtrelediği, yaprak ve kanopi sıcaklığını düşürdüğü, bitkilerin su kaybını azalttığı, CO<sub>2</sub> fiksasyonunu artırdığı, verim ve kaliteyi iyileştirdiği, dünya çapında birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir. Ayrıca kaolinin zararlı ve hastalık mücadelesinin iyileştirilmesinde de birçok türde birçok olumlu çalışma mevcuttur. Organik tarımda kullanıma da uygun bu kil mineralini ülkemizin birçok bölgesinde kullanılabileceği ve bu sayede verim ve kalite artışları sağlanabileceği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

Alavo, T. B., 2010. Effet de l'application de kaolin contre les populations d'*Aphis craccivora* (Homoptera: Aphididae) sur le niébé (*Vigna unguiculata*). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 4(2).

Alavo, T. B. C., Abaglı, A. Z., 2011. Effect of kaolin particle film formulation against populations of the aphid *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) in cabbage. Open Entomology Journal, 5, 49-53.

Al-Humaid, A. I., Moftah, A. E., 2005. Effects of Kaolin and Pinolene Film-forming Polymers on

Stomatal Behavior, Water Relations, Photosynthetic Rate, and Water Use Efficiency of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) Plants Grown under Water Deficit Conditions. J. King Saud Univ. Agric. Sci, 18(1), 35-49.

Anandacoomaraswamy, A., De Costa, W. A. J. M., Shyamalie, H. W., Campbell, G. S., 2000. Factors controlling transpiration of mature field-grown tea and its relationship with yield. Agricultural and Forest Meteorology, 103(4), 375-386.

Antonakou, M., Arapogiannis, T. H., Roussos, P., 2005. Surround® (kaolin 95% w/w) wp crop protectant: a new broad spectrum crop protectant against insects, sun burn and heat stress on man crops. In International symposium on: organic agriculture in mediterranean problems and perspectives. China, crete, Greece (pp. 9-11).

Azizi, A., Hokmabadi, H., Piri, S., Rabiei, V., 2013. Effect of kaolin application on water stress in pistachio cv. 'Ohadi'.

Barker, J. E., Fulton, A., Evans, K. A., Powell, G., 2006. The effects of kaolin particle film on *Plutella xylostella* behaviour and development. Pest Management Science: formerly Pesticide Science, 62(6), 498-504.

Bengochea, P., Amor, F., Saelices, R., Hernando, S., Budia, F., Adán, A., Medina, P., 2013. Kaolin and copper-based products applications: Ecotoxicology on four natural enemies. Chemosphere, 91(8), 1189-1195.

Benincasa, C., Bati, C. B., Iannotta, N., Pellegrino, M., Pennino, G., Rizzuti, B., Romano, E., 2008. Efficacy of kaolin and copper based products on olive-fruitfly (*B. alioea* Gmelin) and effects on nutritional and sensory parameters of olive oils. Riv. Sci. Alim., 4, 21-31.

Boari, F., Cucci, G., Donadio, A., Schiattone, M. I., Cantore, V., 2014. Kaolin influence stomato response to salinity: physiological aspects. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science, 64(7), 559-571.

Boari, F., Donadio, A., Schiattone, M. I., Cantore, V., 2015. Particle film technology: A supplemental tool to save water. Agricultural water management, 147, 154-162.

Bürgel, K., Daniel, C., Wyss, E., 2005. Effects of autumn kaolin treatments on therosy apple aphid, *Dysaphis splantaginea* (Pass.) and possible modes of action. Journal of Applied Entomology, 129(6), 311-314.

Cantore, V., Pace, B., Albrizio, R., 2009. Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. Environmental and Experimental Botany, 66(2), 279-288.

Chamchaiyaporn, T., Jutamane, K., Kasemsap, P., Vaithanomsat, P., Henpitak, C., 2013. Effects of kaolin clay coating on mango leaf gas exchange, fruit yield and quality. Kasetsart Journal-Natural Science, 47, 479-491.

- Creamer, R., Sanogo, S., El-Sebai, O. A., Carpenter, J., Sanderson, R., 2005. Kaolin-based foliar reflectant affects physiology and incidence of beet curly top virus but not yield of chile pepper. *Hort Science*, 40(3), 574-576.
- Daniel, C., Pfammatter, W., Kehrli, P., Wyss, E., 2005. Processed kaolin as an alternative insecticide against the European pear sucker, *Cacopsyllapyri* (L.). *Journal of applied entomology*, 129(7), 363-367.
- Dinis, L. T., Ferreira, H., Pinto, G., Bernardo, S., Correia, C. M., Moutinho-Pereira, J., 2016. Kaolin-based, foliar reflective film protects photosystem II structure and function in grape vine leaf sex posed to heat and high solar radiation. *Photosynthetica*, 54(1), 47-55.
- Ebeling, W., 1971. Sorptive dusts for pest control. *Annual review of entomology*, 16(1), 123-158.
- Eigenbrode, S. D., Ding, H., Neufeld, J., Duetting, P., 2006. Effects of hydrophilic and hydrophobic kaolin-based particle films on pea aphid (Homoptera: Aphididae) and its entomopathogen *Pandora neoaphidis* (Entomophthorales: Entomophthoraceae). *Journal of economic entomology*, 99(1), 23-31.
- El-Khawaga, A. S., Mansour, A. E. M., 2014. Enhancing the efficiency of irrigation water use by using some antitranspirants in Wonderful pomegranate orchards. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3(3), 694-700.
- Gindaba, J., Wand, S. J. E., 2007. Climate-ameliorating measures influence photosynthetic gas exchange of apple leaves. *Annals of applied biology*, 150(1), 75-80.
- Glenn, D. M., 2005. Use of Particle Film Technology, "Surround", in Horticulture. *Mew England Vegetable and Fruit Growers*. Manchester, 13.
- Glenn, D. M., 2012. The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops. *Hort Science*, 47(6), 710-711.
- Glenn, D. M., Erez, A., Puterka, G. J., Gundrum, P., 2003. Particle films affect carbon assimilation and yield in Empire apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(3), 356-362.
- Glenn, D. M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J., Puterka, G. J., 2002. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(2), 188-193.
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Drake, S. R., Unruh, T. R., Knight, A. L., Baherle, P., Baugher, T. A., 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(2), 175-181.
- 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. *Journal of Economic Entomology*, 92(4), 759-771.
- Glenn, D. M., van der Zwet, T., Puterka, G. J., Gundrum, P., Brown, E., 2001. Efficacy of kaolin-based particle films to control apple diseases. *Plant Health Prog*, 23.
- Glenn, D.M. G.J. Puterka, 2005. Particle films: A new technology for agriculture. *HortRev*.31:1-44.
- Glenn, D.M.; G.J. Puterka; S.R. Drake; T.R. Unruh; L.A. Knight; P. Baherle; E. Prado T.A. Baugher, 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield and fruit quality. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 126: 175-181.
- Goldschmidt, E. E., 1999. Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity. *Hort Science*, 34(6), 1020-1024.
- Hall, D. G., Lapointe, S. L., Wenninger, E. J., 2007. Effects of a particle film on biology and behavior of *Diaphorinacitri* (Hemiptera: Psyllidae) and its infestations in citrus. *Journal of Economic Entomology*, 100(3), 847-854.
- Howe, H. F., Westley, L. C., 1988. *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford University Press.
- Javan, M., Tajbakhsh, M., Mandoulakani, B. A., 2013. Effect of antitranspirants application on yield and yield components in soybean (*Glycine max* L.) under limited irrigation. *Journal of Applied Biological Sciences*, (1), 70-74.
- Jifon, J. L., Syvertsen, J. P., 2003. Kaolin Particle Film Applications Can Increase Photosynthesis and Water Use Efficiency of Ruby Red Grapefruit Leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(1), 107-112.
- 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. *Journal of Applied Entomology*, 130(3), 150-154.
- Karise, R., Muljar, R., Smaghe, G., Kaart, T., Kuusik, A., Dreyersdorff, G., Mänd, M., 2016. Sublethal effects of kaolin and the biopesticides Prestop-Mix and Botani Gard on metabolic rate, water loss and longevity in bumblebees (*Bombus terrestris*). *Journal of pest science*, 89(1), 171-178.
- Katsoyannos, B. I., 1989. Response to shape, size and color. *Fruit flies: their biology, natural enemies and control*, 3, 307-324.
- Khaleghi, E., Arzani, K., Moallefi, N., & Barzegar, M., 2015. The efficacy of kaolin particle film on oil quality indices of olive trees (*Olea europaea* L.) cv 'Zard' grown under warm and semi-arid region of Iran. *Food chemistry*, 166, 35-41.
- 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. *The Canadian Entomologist*, 133(3), 413-428.
- Knight, A. L., Unruh, T. R., Christianson, B. A., Puterka, G. J., Glenn, D. M., 2000. Effects of a kaolin-based particle film on oblique banded leaf roller (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 744-749.
- Lalancette, N., Belding, R. D., Shearer, P. W., Frecon, J. L., Tietjen, W. H., 2005. Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(1), 25-39.
- Lapointe, S. L., 2000. Particle film deters oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of economic entomology*, 93(5), 1459-1463.
- Lapointe, S. L., McKenzie, C. L., Hall, D. G., 2006. Reduced oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) and growth enhancement of citrus by surround particle film. *Journal of economic entomology*, 99(1), 109-116.
- Liang, G., Liu, T. X., 2002. Repellency of a kaolin particle film, Surround, and a mineral oil, sun spray oil, to silver leaf white fly (Homoptera: Aleyrodidae) on melon in the laboratory. *Journal of economic entomology*, 95(2), 317-324.
- Liu, D., Trumble, J. T., 2005. Interactions of plant resistance and insecticides on the development and survival of *Bactericera cockerelli* [Sulc](Homoptera: Psyllidae). *Crop Protection*, 24(2), 111-117.
- Lo Verde, G., Caleca, V., Lo Verde, V., 2011. The use of kaolin to control *Ceratitidis capitata* in organic citrus groves. *Bulletin of Insectology*, 64(1), 127-134.
- Lombardini, L., Harris, M. K., Glenn, D. M., 2005. Effects of particle film application on leaf gas exchange, water relations, nut yield, and insect populations in mature pecan trees. *Hort Science*, 40(5), 1376-1380.
- Makus, D. J., 2000. Cotton performance as affected by particle film and mycorrhizae treatments. In 2000 Proceedings Beltwide Cotton Conferences, San Antonio, USA, 4-8 January, 2000: Volume 1. (pp. 703-706). National Cotton Council.
- 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. *Journal of Applied Entomology*, 132(1), 26-35.
- Marko, V., Bogya, S., Kondorosy, E., Blommers, L. H., 2010. Side effects of kaolin particle films on apple orchard bug, beetle and spider communities. *International journal of pest management*, 56(3), 189-199.
- Martinou, A. F., Seraphides, N., Stavrinides, M. C., 2014. Lethal and behavioral effects of pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*. *Chemosphere*, 96, 167-173.
- Mazor, M., Erez, A., 2004. Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Protection*, 23(1), 47-51.
- Melgarejo, P., Martinez, J. J., Hernández, F. C. A., Martinez-Font, R., Barrows, P., Erez, A., 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sun burn. *Scientia Horticulturae*, 100(1-4), 349-353.
- Mikiciuk, G., Mikiciuk, M., Ptak, P., 2015. The effects of Anitranspirant di-1-p-menthene on Some Physiological Traits of Strawberry. *Journal of Ecological Engineering*, 16(4).
- Nateghi, M., Paknejad, F., Moarefi, M., 2013. Effect of concentrations and time of kaolin spraying on wheat aphid. *Journal of Biological Environmental Science*, 7, 163-168.
- Ou, C., Du, X., Shellie, K., Ross, C., Qian, M. C., 2010. Volatile compounds and sensory attributes of wine from cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.) grown under differential levels of water deficit with or without a kaolin-based, foliar reflectant particle film. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(24), 12890-12898.
- Pace, B., Boari, F., Cantore, V., Leo, L., Vanadia, S., De Palma, E., & Phillips, N., 2006. Effect of particle film technology on temperature, yield and quality of processing tomato. In X International Symposium on the Processing Tomato 758 (pp. 287-294).
- Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., González-Núñez, M., 2010. Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of pest science*, 83(2), 121-133.
- Peng, L., Trumble, J. T., Munyaneza, J. E., Liu, T. X., 2011. Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. *Pest management science*, 67(7), 815-824.
- 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. *Environmental Entomology*, 29(2), 329-339.
- Rosati, A., Metcalf, S. G., Buchner, R. P., Fulton, A. E., Lampinen, B. D., 2006. Effects of kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. *Annals of botany*, 99(2), 255-263.
- Saavedra Del R, G., Escaff G, M., Hernández V, J., 2004. Kaolin effects in processing tomato production in Chile. In IX International Symposium on the Processing Tomato 724 (pp. 191-198).
- Sackett, T. E., Buddle, C. M., Vincent, C., 2005. Effect of kaolin on fitness and behavior of *Choristoneurarusaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae. *Journal of economic entomology*, 98(5), 1648-1653.



- 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. *Journal of applied entomology*, 131(7), 478-485.
- 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. *Journal of Applied Entomology*, 128(1), 28-31.
- Shellie, K., 2015. Foliar reflective film and water deficit increase anthocyanin to soluble solids ratio during berry ripening in Merlot. *American Journal of Enology and Viticulture*, ajev-2015.
- Shellie, K. C., King, B. A., 2013. Kaolin particle film and water deficit influence red wine grape color under high solar radiation in an arid climate. *American journal of enology and viticulture*, ajev-2013.
- Shellie, K., Glenn, D. M., 2008. Wine grape response to foliar particle film under differing levels of preveraison water stress. *Hort Science*, 43(5), 1392-1397.
- Showler, A. T., 2002. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. *Journal of Economic Entomology*, 95(4), 754-762.
- Showler, A. T., Armstrong, J. S., 2007. Kaolin particle film associated with increased cotton aphid infestations in cotton. *Entomologia experimentalis et applicata*, 124(1), 55-60.
- Showler, A. T., Setamou, M., 2005. Effects of kaolin particle film on selected arthropod populations in cotton in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Southwestern Entomologist*, 29(2), 137-146.
- Silva, C. D., Ramalho, F. D. S., 2013. Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 86(3), 563-569.
- Song, J., Shellie, K. C., Wang, H., Qian, M. C., 2012. Influence of deficit irrigation and kaolin particle film on grape composition and volatile compounds in Merlot grape (*Vitis vinifera* L.). *Food chemistry*, 134(2), 841-850.
- Stanhill, G., Moreschet, S., Fuchs, M., 1976. Effect of increasing foliage and soil reflectivity on the yield and water use efficiency of grain sorghum. *Agronomy Journal*, 68(2), 329-332.
- Stanley, D., 1998. Particle films... a new kind of plant protectant. *Agricultural Research*, 46(11), 16.
- Steiman, S. R., Bittenbender, H. C., Idol, T. W., 2007. Analysis of kaolin particle film use and its application on coffee. *Hort Science*, 42(7), 1605-1608.
- Tacoli, F., Pavan, F., Cargnus, E., Tilatti, E., Pozzebon, A., Zandigiacomo, P., 2017. Efficacy and mode of action of kaolin in the control of *Empoasca vitis* and *Zyginarhamni* (Hemiptera: Cicadellidae) in vine yards. *Journal of economic entomology*, 110(3), 1164-1178.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2002. *Plant Physiology* third ed. Sinauer Associates Inc. Sunderland, MA, USA.
- Tevini, M., 1999. UV-effects on plants. p. 588-613. In: G. S. Singhal, G. Renger, S. K. Sopory, K-D. Irrgang, and Govindjee (eds.), *Concepts in photobiology. Photosynthesis and photomorphogenesis*. Kluwer Academic Publ., Boston, MA.
- Thomas, A. L., Muller, M. E., Dodson, B. R., Ellersieck, M. R., Kaps, M., 2004. A kaolin-based particle film suppresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples. *Journal of the American Pomological Society*, 58(1), 42.
- Tubajika, K. M., Civerolo, E. L., Puterka, G. J., Hashim, J. M., Luvisi, D. A., 2007. The effects of kaolin, harpin, and imidacloprid on development of Pierce's disease in grape. *Crop protection*, 26(2), 92-99.
- Unruh, T. R., Knight, A. L., Upton, J., Glenn, D. M., Puterka, G. J., 2000. Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 737-743.
- Villanueva, R. T., Walgenbach, J. F., 2007. Phenology, management and effects of Surround on behavior of the apple maggot (Diptera: Tephritidae) in North Carolina. *Crop protection*, 26(9), 1404-1411.
- Wand, S. J., Theron, K. I., Ackerman, J., Marais, S. J., 2006. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae*, 107(3), 271-276.
- Weerakkody, P., Jobling, J., Infante, M. M. V., Rogers, G., 2010. The effect of maturity, sun burn and the application of sun screens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. *Scientia horticulturae*, 124(1), 57-61.
- Wisniewski, M., Glenn, D. M., Fuller, M. P., 2002. Use of a hydrophobic particle film as a barrier to extrinsic nucleation in tomato plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(3), 358-364.
- Wyss, E., Daniel, C., 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. *Journal of Applied Entomology*, 128(2), 147-149.
- Xu, D. Q., Shen, Y. K., 2005. External and internal factors responsible for midday depression of photosynthesis. *Handbook of photosynthesis*, 2, 287-297.
- Yamada, M., Fukumachi, H., Hidaka, T., 1996. Photosynthesis in longan and mango as influenced by high temperature under high irradiance. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 64(4), 749-756.
- Yazici, K., & Kaynak, L., 2006. Effects of kaolin and shading treatments on sun burn on fruit of *Hicaznar*

cultivar of pomegranate (*Punicagranatum* L. cv. Hicaznar). In I International Symposium on

Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits 818 (pp. 167-174).