

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2020, 57 (2):267-275  
DOI: [10.20289/zfdergi.631635](https://doi.org/10.20289/zfdergi.631635)

Hasan BİLGİÇ<sup>1</sup>

Ali Kemal BİRGÜCÜ<sup>2a\*</sup>

İsmail KARACA<sup>2b</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Elmalı Meslek  
Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim  
Bölümü, 07700, Elmalı-Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260,  
İsparta, Türkiye

<sup>1</sup> Orcid No: 0000-0001-6742-6426

<sup>2a</sup> Orcid No: 0000-0001-9497-4700

<sup>2b</sup> Orcid No: 0000-0002-0975-789X

\*sorumlu yazar: [alibirgucu@isparta.edu.tr](mailto:alibirgucu@isparta.edu.tr)

**Anahtar Sözcükler:**

Domates, herbivor, konukçu bitki, uçucu  
yağ, yumurta bırakma

**Keywords:**

Tomato, herbivore, host plant, plant  
volatile, oviposition

***Trialeurodes vaporariorum* ve *Macrosiphum euphorbiae* ile  
Bulaşma Seviyesine Göre *Tuta absoluta*'nın Yumurta Bırakma  
Tercihi**

Oviposition Preference of *Tuta absoluta* in Response to Infestation Level of  
*Trialeurodes vaporariorum* and *Macrosiphum euphorbiae*

**Alınış** (Received): 16.10.2019

**Kabul Tarihi** (Accepted): 16.01.2020

**ÖZ**

**Amaç:** Bu çalışmada, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin yumurta bırakma tercihine, herbivor böcek zararı sonucu konukçu bitkiden salınan uçucu yağların etkisi araştırılmıştır.

**Materyal ve Metot:** *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) ve *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) ile bulaşık konukçu bitkilere, *T. absoluta*'nın bıraktığı yumurta sayıları karşılaştırılmıştır. Ayrıca *T. absoluta*'nın, bileşik yapraklarına mekanik olarak zarar verilmiş domates bitkilerine, bıraktığı yumurta sayıları da değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Kontrol grubu olarak kullanılan temiz bitkilere (15,05 yumurta/dişi), zararlılarla bulaşık olan bitkilere göre, bırakılan yumurta sayısı daha fazladır. Kontrol bitkilerinden sonra en fazla yumurta bırakılan bitki *M. euphorbiae*'nin bileşik yaprak başına 5 ergin bireyi ile bulaşık domates bitkileridir (7,48 yumurta/dişi). En az yumurta (3,79 yumurta/dişi) ise *T. vaporariorum*'un bileşik yaprak başına 40-50 ergin bireyi ile bulaşık domates bitkilerine bırakılmıştır. *M. euphorbiae* ile bulaşık bitkiler içerisinde ise en az yumurta bırakılanı (4,34 yumurta/dişi) bileşik yaprak başına 15 ergin bireyi ile bulaşık olan bitkiler olmuştur. Ayrıca, *M. euphorbiae* ile bulaşık bitkilere göre, *T. vaporariorum* ile bulaşık bitkilere daha az yumurta bırakıldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, bırakılan yumurta sayısının, domates bitkilerindeki bulaşıklık miktarının artışı ile ters orantılı olarak azaldığı görülmüştür. Ayrıca, mekanik zarar verilmiş bileşik yaprak sayısı arttıkça *T. absoluta* tarafından bırakılan yumurta sayısının azaldığı görülmüştür.

**Sonuç:** Sonuç olarak, herbivor böceklerin yapmış olduğu zarar sonucunda konukçu bitkilerden salınan uçucu yağların, *T. absoluta*'nın mücadelesinde kullanıma potansiyeli olduğu belirlenmiştir.

**ABSTRACT**

**Objective:** The study investigated the effect of the Herbivore-Induced Plant Volatiles (HIPVs) release from the host plant on the oviposition preference of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae).

**Material and Methods:** The numbers of eggs laid by *T. absoluta* to host plants contaminated with *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) and *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) was compared. Also, the numbers of eggs laid by *T. absoluta* on the plants of which compound leaves were damaged as mechanically were evaluated.

**Results:** The number of eggs (15.05 eggs/female) laid to noninfested plants used as control group was more than those to host plants contaminated with other pests. The control plants was followed by the plants contaminated with 5 *M. euphorbiae* adults per compound leaf in terms of the number of eggs (7.48 eggs/female) laid by female. The least eggs (3.79 eggs/female) also were deposited to the plants contaminated with 40-50 *T. vaporariorum* adults per compound leaf. As regards the plants contaminated with *M. euphorbiae*, the plants to which the least eggs (4.34 eggs/female) laid were the plants contaminated with 15 adults per compound leaf. Also, the number of eggs laid to tomato plants contaminated with *M. euphorbiae* was lesser than that to tomato plants contaminated with *T. vaporariorum*. Additionally, the number of eggs laid decreased inversely with increasing the contamination level of tomato plants with herbivore insects. Likewise, the number of eggs laid by *T. absoluta* decreased with increasing the number of compound leaf damaged as mechanically.

**Conclusion:** Consequently, based on the results of this study, it is possible to say that plant volatiles released by host plants as a result of herbivore insect damage have a potential to use in the controlling of *T. absoluta*.

## GİRİŞ

*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ülkemizde Domates güvesi olarak bilinmektedir ve orijini Güney Amerika'dır (Desneux et al., 2010). Türkiye'de 2009 yılında İzmir ilinde açık alanda yetiştiriciliği yapılan domates bitkileri üzerinde ilk olarak saptanmıştır (Kılıç, 2010). *T. absoluta* dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği yapılan en önemli sebzelerden biri olan domatesin günümüzde ana zararlısı konumundadır (Siqueira et al., 2000; Lietti et al., 2005; Pereyra and Sanchez, 2006). Ayrıca, *T. absoluta*'nın önemli bir konukçusu olan domateste, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) ve *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) türlerinin de bulunduğu 77 adet böcek türünün zararlı olduğu saptanmıştır (Uygun et al., 1998).

*T. absoluta* dünyada ve ülkemizde görüldüğü günden beri, bu zararlıya karşı ilk başvuru yöntem kimyasal mücadele olmuştur. Yaprak epidermisi altında galeriler açtığından dolayı *T. absoluta*'ya karşı kimyasal mücadele zordur (Cabello et al., 2009). *T. absoluta* uygun koşullar olduğunda yılda 10-12 döl vermektedir. Hızlı üremesi nedeniyle sık insektisit uygulamaları sonucunda da, zararlı insektisitlere karşı çabuk dayanıklılık geliştirmektedir (Siqueira et al., 2001; Lietti et al., 2005). Yalçın et al. (2015) tarafından en çok kullanılan beş insektisit olan indoxacarb, spinosad, azadirachtin, chlorantraniliprol ve metaflumizon'a karşı Türkiye'deki bazı *T. absoluta* popülasyonlarının dayanıklılığının araştırıldığı bir çalışmada, bitkisel kaynaklı azadirachtin hariç diğer aktif maddelere karşı *T. absoluta*'nın bazı popülasyonlarının direnç geliştirdiği belirlenmiştir. Pestisitlere karşı dayanıklılığın yanı sıra, insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri gibi birçok sebepten dolayı araştırmacılar alternatif mücadele yöntemlerine yönelmişlerdir (Lietti et al., 2005; Birgücü et al., 2014a; 2015a). Bitkisel ekstraktlar ve uçucu yağlar önemli birer alternatif yöntemlerdir. Bitkilerden salınan uçucu yağların içeriğinde bulunan monoterpenoidlerin, bitki savunma sistemini zararlılara karşı güçlendirdiği bilinmektedir (Groditzky and Coats, 2002; Kim et al., 2003). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, bitkisel ekstraktların ve uçucu yağ bileşenlerinin zararlılara karşı beslenme engelleyici, çekici, yumurta öldürücü, uzaklaştırıcı gibi etkilerinin olduğu saptanmıştır (Mansour and Putievsk, 1986; Singh et al., 1989; Shukla et al., 1989; Mwangi et al., 1992; Shaaya et al., 1993; Schmitt, 1994; Ndungu et al., 1995; Bayındır et al., 2015; Birgücü et al., 2014b, 2015b). Bununla birlikte, herbivor böcek zararı sonucunda da bitkilerden uçucu yağ salınımı gerçekleştiği ve bu uçucu yağların da diğer zararlı böceklerle karşı aynı etkileri

gösterdiği bildirilmiştir (De Moraes et al., 2001; Kessler and Baldwin, 2001; Dudareva et al., 2006; Arimura et al., 2009). Ayrıca, bitki uçucu yağların doğal düşmanlara karşı da cezbedici özellikte olduğu bilinmektedir (Turlings and Ton, 2006; Karban et al., 2000; Kessler and Baldwin, 2001; Heil, 2008; Karban, 2010).

Domateste bulunan uçucu yağlardan tanımlanmış olan toplam 35 bileşiğin, %76-86'sını  $\beta$ -phellandrene, 2-carene,  $\beta$ -caryophyllene,  $\alpha$ -pinene ve  $\alpha$ -phellandrene bileşikler oluşturmaktadır (De Backer et al., 2015). Bitkilerin neden ve nasıl uçucu yağ ürettiği kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte, uçucu yağların bitkilerde doğal bir artık ürün olduğu ve böceklerle karşı koruyucu veya cezbedici özelliklere sahip olabileceği belirtilmektedir (Proffit et al., 2011; Bawin et al., 2014).

Herbivor böcekler tarafından konukçu bitkide meydana getirilen zarar sonucunda bitkilerden bir takım uçucu yağ salımı olmaktadır. Bu uçucu yağlar bitki-böcek arasındaki birçok ilişkide çeşitli ve önemli roller oynamaktadır (Dicke, 1999; Anastasaki et al., 2015). Entegre zararlı yönetimi kapsamında, zararlılara karşı uçucu yağ kullanımı, biyolojik mücadele uygulamalarının da başarı şansını arttıracaktır. Bu çalışmada da farklı iki zararlının konukçu bitkide yapmış olduğu zararlar sonucunda açığa çıkan uçucu yağların *T. absoluta*'nın yumurta bırakma davranışı üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu şekilde, *T. absoluta*'ya karşı bu uçucu yağlar kullanılarak yapılacak mücadeleye yönelik daha ileri çalışmalarda kullanılmak üzere bazı veriler ortaya konmuştur.

## MATERYAL VE METOT

### Bitki üretimi

Laboratuvara viyollerde getirilen domates (*Solanum lycopersicum* L.) (var. Hünkar) fideleri içerisinde steril toprak:torf karışımı (1:1 oranında) bulunan 1,5 litrelik saksılara dikilmiştir. Bitkilerin günlük bakımları ve sulama işlemleri yapılmış, üretim süresince gübreleme ve herhangi bir hastalık ve zararlıya karşı kimyasal mücadele yapılmamıştır. İhtiyaç duyulduğunda, hastalık ve zararlı ile bulaşık kısımlar veya bitkiler ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

### Zararlı böceklerin kitle üretimi

Doğadan toplanan *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) ve *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)'un ergin ve ergin öncesi dönemlerine ait bireyler kültür kabı içerisinde bitki parçaları ile birlikte laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen *T. absoluta* ve *M.*

*euphorbiae* bireyleri 15-20 cm boylarına ulaşmış 5 adet tam bileşik yaprağa sahip domates bitkilerinin yapraklarına ince uçlu samur fırça yardımıyla bulaştırılmıştır. *T. vaporariorum*'un ergin bireyleri ise emgi tüpüne alınıp kafes içerisindeki temiz domates bitkileri üzerine salınarak bulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Zararlıların popülasyonlarını arttırmak ve kitle üretimlerinin devamlılığını sağlamak amacıyla, gerekli görüldüğünde, ortama yeni bitki ilavesi yapılmıştır. Ayrıca, zararlıların üretiminde kullanılan bu bitkilerin canlılığını koruyabilmesi için gerekli bakım ve sulama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

### Denemelerin kurulması

*T. vaporariorum* ve *M. euphorbiae* ile bulaşık domates bitkileri üzerine *T. absoluta*'nın ergin dişi bireylerinin yumurta bırakma tercihinin araştırıldığı bu çalışmada, kontrol grubunu oluşturması amacıyla herhangi bir bulaşmanın olmadığı temiz bitkinin yanı sıra, her bir zararlı ile üç farklı bulaşma düzeyindeki domates bitkileri kullanılmıştır (Çizelge 1). Bulaşma düzeylerinin belirlenmesinde zararlıların ekonomik zarar eşikleri dikkate alınmıştır. Ayrıca, kullanılan domates bitkilerinin 15-20 cm boylarına ulaşmış 5 adet tam bileşik yaprağa sahip olacak şekilde eşit büyüklükte olmalarına dikkat edilmiştir.

**Çizelge 1.** Denemede kullanılan domates bitkilerinin *Trialeurodes vaporariorum* ve *Macrosiphum euphorbiae* ile bulaşma düzeyleri (Ergin/Bileşik yaprak)

**Table 1.** Infestation levels of *Trialeurodes vaporariorum* and *Macrosiphum euphorbiae* of tomato plants used in experiment (Adult/Compound leaf)

	<i>T. vaporariorum</i> ile bulaşma düzeyleri	<i>M. euphorbiae</i> ile bulaşma düzeyleri
<b>Kontrol</b>	Bulaşma yok	Bulaşma yok
<b>I. bulaşma düzeyi</b>	10-20	5
<b>II. bulaşma düzeyi</b>	20-30	10
<b>III. bulaşma düzeyi</b>	40-50	15

Her bir zararlının domates bitkisindeki üç farklı bulaşma düzeyinin kontrol grubu ile karşılaştırarak etkisinin araştırıldığı bu çalışma, dört aşamalı olarak yürütülmüştür. Birinci aşamada, her bir zararlının her üç bulaşma düzeyinin etkisi ayrı ayrı olarak incelenmiştir. Bu amaçla, her bir zararlı ile her bir bulaşma düzeyindeki domates bitkileri ayrı ayrı olacak şekilde yanları ve üstü tülle kaplı, pleksiglas malzemenin yapılmış 30x50x60 cm boyutlarındaki kafesler içerisine konulmuştur. Daha sonra her bir kafes içerisine 10'ar adet *T. absoluta* ergini salınmıştır. Salım yapıldıktan 48 saat sonra ergin

bireyler kafes içerisinden uzaklaştırılmış ve bitki üzerine bıraktıkları yumurtalar sayılmıştır. Bu deneme, kontrol grubunu oluşturması amacıyla temiz domates bitkisi ve her bir zararlı ile her bir bulaşma düzeyindeki domates bitkileri için ayrı ayrı olmak üzere 20 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çalışmanın ikinci aşamasında, kontrol grubunu oluşturması amacıyla temiz domates bitkisi yanı sıra, *T. vaporariorum*'un bileşik yaprak başına 10-20 adet ergin bireyi ve *M. euphorbiae*'nin bileşik yaprak başına 15 adet ergin bireyi ile ayrı ayrı bulaştırılmış 5 tam bileşik yaprağa sahip domates bitkileri kullanılmıştır. Bu amaçla, temiz, *T. vaporariorum* ile bulaşık ve *M. euphorbiae* ile bulaşık domates bitkileri olmak üzere bu üç bitkinin ikili grupları yapılmıştır. Böylece üç farklı bitki grubu oluşturulmuştur. Sonra, bir grubu oluşturan iki bitki aynı kafes içerisine konulmuş ve 10 adet *T. absoluta* ergini kafes içerisine salınmıştır. Salım yapıldıktan 48 saat sonra ergin bireyler kafesten alınmıştır ve bitkilere bıraktıkları yumurtalar kaydedilmiştir. Her üç bitki grubu için ayrı ayrı olmak üzere deneme 20'şer tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, ikinci aşamada olduğu gibi kontrol grubunu oluşturması amacıyla temiz domates bitkisi yanı sıra, *T. vaporariorum*'un bileşik yaprak başına 10-20 adet ergin bireyi ile bulaşık 5 tam bileşik yaprağa sahip domates bitkileri ve *M. euphorbiae*'nin bileşik yaprak başına 15 adet ergin bireyi ile bulaşık 5 tam bileşik yaprağa sahip domates bitkileri kullanılmıştır. Bu amaçla, bu üç bitki aynı kafes içerisine üçgen oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir ve 10 adet *T. absoluta* ergini kafes içerisine salınmıştır. Salım yapıldıktan 48 saat sonra ergin bireyler kafesten alınmıştır ve bitkilere bıraktıkları yumurtalar kaydedilmiştir. Deneme, bitkiler kafes içerisine yerleştirilirken oluşturulan üçgenin her bir köşesine her bitki eşit sayıda denk gelecek şekilde 24 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çalışmanın son aşamasında, 5 tam bileşik yaprağından hiçbiri zarar görmemiş sağlıklı bitki ile 2'si ve 4'ü zarar görmüş yaralı bitkiler olmak üzere üç farklı yaralı düzeydeki domates bitkileri kullanılmıştır. Bu amaçla, domates bitkisinin yaprağının üst yüzeyi bir fırça yardımıyla hafifçe zedelenmiş ve böylelikle, buradan uçucu yağ çıkışı sağlanmıştır.

Bu şekilde, 5 tam birleşik yaprağından 2'sine ve 4'üne zarar verilmiş domates bitkileri, sağlıklı bir bitki ile beraber aynı kafes içerisine üçgen oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Sonra, 10 adet *T. absoluta* ergini kafes içerisine salınmıştır. Salım yapıldıktan 48 saat sonra ergin bireyler kafesten alınmıştır ve bitkilere bıraktıkları yumurtalar kaydedilmiştir. Deneme, bir

önceki aşamada olduğu gibi, bitkiler kafes içerisine yerleştirilirken oluşturulan üçgenin her bir köşesine her bitki eşit sayıda denk gelecek şekilde 24 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Bitki ve zararlı böceğin kitle üretimi ile çalışma boyunca yürütülen tüm denemeler  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık,  $60\pm 10\%$  orantılı nem ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ışıklandırma koşullarına sahip iklimlendirme kabinlerinde gerçekleştirilmiştir.

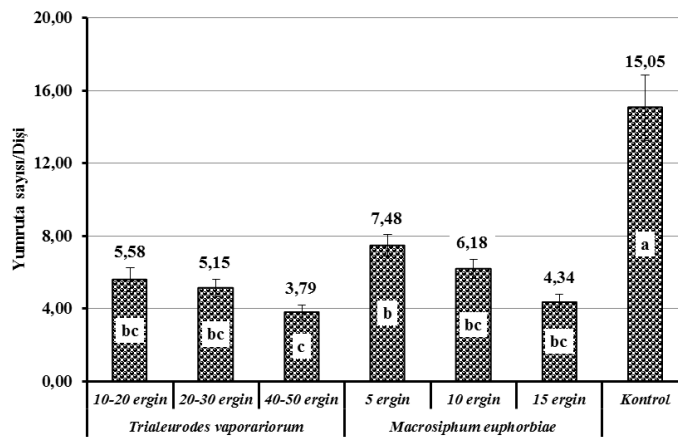
### Denemelerin değerlendirilmesi

Her bir zararlının her üç bulaşma düzeyinin etkisinin ayrı ayrı olarak incelendiği birinci aşama ile bulaşık ve temiz domates bitkilerinin ikili gruplarının etkisinin ayrı ayrı olarak incelendiği ikinci aşama 20'şer tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Domates bitkilerinin aynı kafes içerisinde üçgen oluşturacak şekilde kullanıldığı üçüncü ve dördüncü aşamalar ise 24'er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın her dört aşamasında da yumurta sayımları, ergin bireyler kafes içerisine saldıktan 48 saat sonra yapılmıştır. Ayrıca, böcek üretim kabininden tesadüfen seçilen 200 adet *T. absoluta* ergin bireyinin cinsiyet ayrımı yapılarak (Vargas, 1970; USDA, 2011) eşey faktörü belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, 0,75 olarak belirlenen eşey faktöründen yararlanılarak, dişi başına bırakılan yumurta sayıları hesaplanmıştır. Daha sonra çalışmanın birinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarından elde edilen verilere varyans analizi (ANOVA) yapıldıktan sonra Tukey's HSD çoklu

karşılaştırma testi ( $P\leq 0,05$ ) uygulanmıştır (Tukey, 1949). Çalışmanın ikinci aşamasından elde edilen veriler ise iki yönlü t testine (Paired-samples t test) tabi tutulmuştur ( $P\leq 0,05$ ). Ayrıca, bırakılan yumurta sayısı ile bulaşma düzeyi arasındaki ilişkiyi göstermek için regresyon analizi ( $P\leq 0,01$ ) yapılmıştır. İstatistiksel analizler IBM® SPSS® Statistics (Versiyon 20.0, Ağustos 2011, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

### ARAŞTIRMA BULGULARI

*Tuta absoluta*'nın kontrol grubu olarak kullanılan temiz bitkilere, *Trialeurodes vaporariorum* ve *Macrosiphum euphorbiae* ile bulaşık olan diğer domates bitkilerine göre, dişi başına bıraktığı yumurta sayısı daha fazladır. Ayrıca, bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinden sonra dişi başına en fazla yumurta bırakılan domates bitkisi *M. euphorbiae*'nin bileşik yaprak başına 5 ergin bireyi ile bulaşık olan domates bitkileridir. *T. absoluta* tarafından dişi birey başına en az yumurta bırakılan (3,79 yumurta/dişi) domates bitkileri ise *T. vaporariorum*'un bileşik yaprak başına 40-50 adet ergin bireyi ile bulaşık olan domates bitkileri olmuştur. Ayrıca, bu iki bitki grubu üzerine bırakılan yumurta sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diğer bulaşıklık düzeyindeki bitkiler üzerine *T. absoluta* tarafından bırakılan yumurta sayıları arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı anlaşılmıştır (Şekil 1).

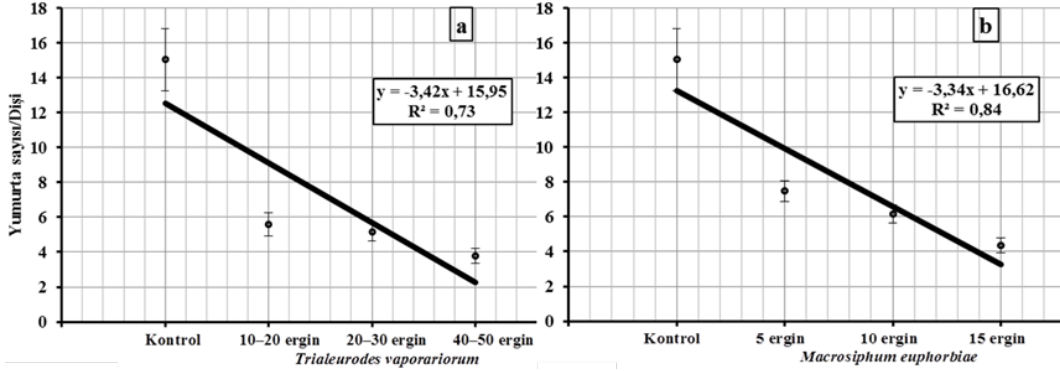


**Şekil 1.** *Tuta absoluta*'nın *Trialeurodes vaporariorum* ve *Macrosiphum euphorbiae* ile farklı bulaşma düzeyindeki domates bitkilerine dişi birey başına bıraktığı yumurta sayıları (Tukey's HSD testi  $P\leq 0,05$ ;  $F=21,040$ ;  $sd=6, 133$ ;  $P=0,00$ ).

**Figure 1.** The number of eggs per female individual laid by *Tuta absoluta* to tomato plants with different levels of infestation with *Trialeurodes vaporariorum* and *Macrosiphum euphorbiae* (Tukey's HSD test  $P\leq 0,05$ ;  $F=21,040$ ;  $df=6, 133$ ;  $P=0,00$ ).

*M. euphorbiae* ile bulaşık domates bitkileri içerisinde ise *T. absoluta* tarafından en az yumurta bırakılan (4,34 yumurta/dişi) *M. euphorbiae*'nin bileşik yaprak başına 15 adet ergin bireyi ile bulaşık olan domates bitkileri olmuştur. Ayrıca, *T. absoluta*'nın *M. euphorbiae* ile bulaşık domates bitkilerine göre, *T.*

*vaporariorum* ile bulaşık domates bitkilerine daha az yumurta bıraktığı belirlenmiştir (Şekil 1). Bununla birlikte, *T. absoluta* tarafından bırakılan yumurta sayısının, domates bitkilerindeki bulaşıklık miktarının artışı ile ters orantılı olarak azaldığı görülmüştür (Şekil 2).

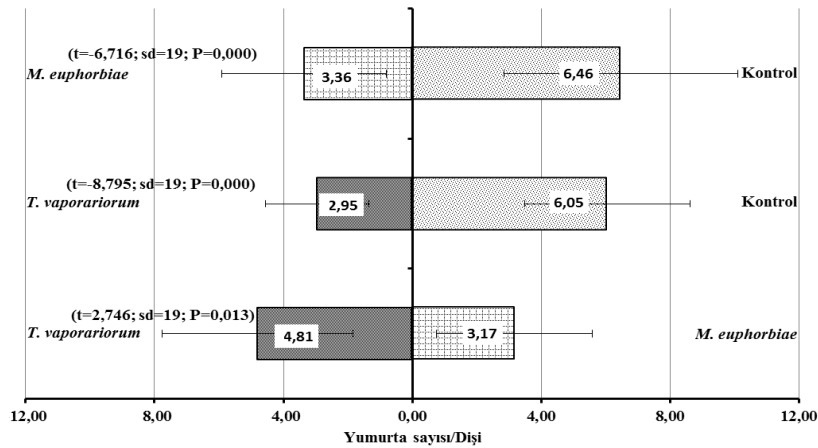


Şekil 2. *Tuta absoluta*'nın a) *Trialeurodes vaporariorum* ve b) *Macrosiphum euphorbiae* ile farklı bulaşma düzeyindeki domates bitkilerine dişi birey başına bıraktığı yumurta sayılarının regresyon analizi ( $P \leq 0,01$ ).

Figure 2. Regression analysis of the number of eggs per female individual laid by *Tuta absoluta* to tomato plants with different levels of infestation with a) *Trialeurodes vaporariorum* and b) *Macrosiphum euphorbiae* ( $P \leq 0,01$ ).

Çalışmanın ikinci aşamasında, kontrol grubu olarak kullanılan temiz domates bitkisi yanı sıra *T. vaporariorum*'un bileşik yaprak başına 10-20 adet ergin bireyi ve *M. euphorbiae*'nin bileşik yaprak başına 15 adet ergin bireyi ile ayrı ayrı bulaştırılmış 5 tam bileşik yaprağa sahip domates bitkilerinin ikili grupları oluşturulmuştur

(Şekil 3). Daha sonra, her bir grup içerisinde *T. absoluta*'nın dişi birey başına bitkiler üzerine bıraktığı yumurta sayıları karşılaştırılmıştır. Her üç grupta da yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda bitkiler üzerine bırakılan yumurta sayıları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3).

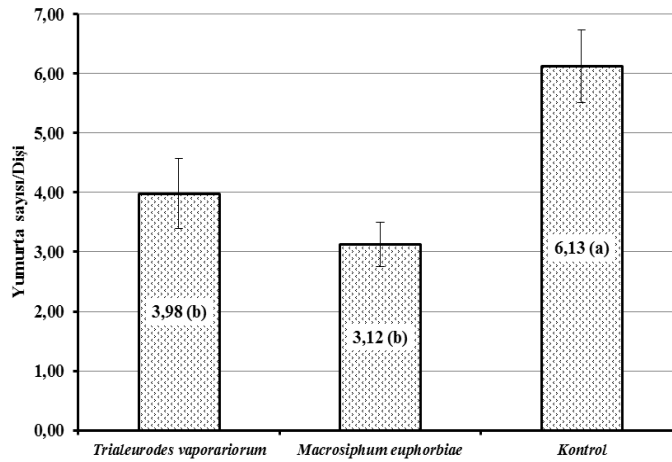


Şekil 3. *Tuta absoluta*'nın kontrol grubu, *Trialeurodes vaporariorum*'un 10-20 adet ergin bireyi ve *Macrosiphum euphorbiae*'nin 15 adet ergin bireyi ile bulaşık domates bitkilerinin ikili grupları arasında dişi birey başına bırakılan yumurta sayıları (Bağımlı örneklem t testi  $P \leq 0,05$ ).

Figure 3. The number of eggs per females laid by *Tuta absoluta* to the paired groups of tomato plants infested with 10-20 *Trialeurodes vaporariorum* adults, 15 *Macrosiphum euphorbiae* adults and the control group tomato plant (Paired samples t test  $P \leq 0,05$ ).

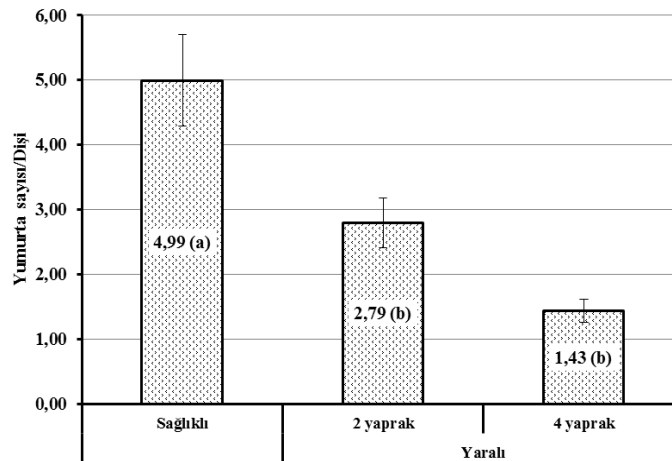
Tek bir kafes içerisinde bulunan kontrol bitkisi, *T. vaporariorum*'un 10-20 adet ergin bireyi ile bulaşık domates bitkisi ve *M. euphorbiae*'nin 15 adet ergin bireyi ile bulaşık domates bitkileri üzerine *T. absoluta* tarafından dişi birey başına bırakılan yumurta sayıları Şekil 4'te verilmiştir. Kontrol amaçlı kullanılan temiz domates bitkisi üzerine bırakılan yumurta sayısı, hem *T. vaporariorum* ile bulaşık domates bitkisi hem de *M. euphorbiae* ile bulaşık domates bitkisi üzerlerine bırakılan yumurta sayılarından daha fazla olmuştur. Ayrıca, bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır. Ancak, *T. vaporariorum* ile bulaşık domates bitkisi ve *M. euphorbiae* ile bulaşık domates bitkisi üzerlerine dişi birey başına bırakılan yumurta sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmüştür (Şekil 4).

Tek bir kafes içerisinde bulunan 5 tam bileşik yaprağından hiçbiri zarar görmemiş sağlıklı domates bitkisi ile 2'si ve 4'ü zarar görmüş yaralı domates bitkilerine *T. absoluta* tarafından dişi birey başına bırakılan yumurta sayıları Şekil 5'te verilmiştir. Sağlıklı bitkiye bırakılan yumurta sayısı, yaralı bitkilere bırakılan yumurta sayılarına göre daha fazla olmuştur ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır. Bileşik yapraklarından 2'si ve 4'ü yaralı olan domates bitkileri üzerine bırakılan yumurta sayıları arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, yaralı yaprak sayısı arttıkça *T. absoluta* tarafından bırakılan yumurta sayısının azaldığı görülmüştür (Şekil 5).



**Şekil 4.** *Tuta absoluta*'nın kontrol grubu, *Trialeurodes vaporariorum*'un 10-20 adet ergin bireyi ve *Macrosiphum euphorbiae*'nin 15 adet ergin bireyi ile bulaşık domates bitkilerine dişi birey başına bıraktığı yumurta sayıları (Tukey's HSD testi  $P \leq 0,05$ ;  $F = 8,359$ ;  $sd = 2, 69$ ;  $P = 0,01$ ).

**Figure 4.** The number of eggs per females laid by *Tuta absoluta* to tomato plants infested with 10-20 *Trialeurodes vaporariorum* adults, 15 *Macrosiphum euphorbiae* adults and the control group tomato plant (Tukey's HSD test  $P \leq 0.05$ ;  $F = 8.359$ ;  $df = 2, 69$ ;  $P = 0.01$ ).



**Şekil 5.** *Tuta absoluta*'nın 5 tam bileşik yaprağından hiçbiri zarar görmemiş sağlıklı bitki ile 2'si ve 4'ü zarar görmüş yaralı domates bitkilerine dişi birey başına bıraktığı yumurta sayıları (Tukey's HSD testi  $P \leq 0,05$ ;  $F = 14,074$ ;  $sd = 2, 69$ ;  $P = 0,00$ ).

**Figure 5.** The number of eggs per female laid by *Tuta absoluta* to healthy tomato plants, and wounded tomato plants of which 2 and 4 leaflets in a compound leaf were damaged (Tukey's HSD test  $P \leq 0.05$ ;  $F = 14.074$ ;  $df = 2, 69$ ;  $P = 0.00$ ).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitkilerden salınan uçucu yağlar bitki-böcek ilişkilerinde farklı roller oynamaktadır. Bu rollerin açıklamasına katkı sağlamak amacıyla yapılan bu çalışmada, *Tuta absoluta*'nın en az *Macrosiphum euphorbiae* ile bulaşık domates bitkilerine, en çok ise temiz domates bitkilerine yumurta bıraktığı belirlenmiştir. Ayrıca, domates bitkilerinin *Trialeurodes vaporariorum* ve *M. euphorbiae* ile bulaşıklık düzeyleri arttıkça *T. absoluta* tarafından bitki üzerine bırakılan yumurta sayılarında azalma olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin konukçu bitkide farklı türden bir zararlının popülasyonundaki artış olabileceği gibi, bu farklı türden zararlı böceklerin neden olduğu uçucu yağ salınımındaki artışın da etkili olduğu düşünülmüştür.

Konukçu bitkiden salınan uçucu yağların zararlı böceklerin özellikle parazitotleri olmak üzere doğal düşmanlarını cezbediği bilinmektedir (Dicke, 1999; Anastasaki et al., 2015). Ayrıca, Turlings and Ton (2006) uçucu yağların, bitkilerin doğal düşmanlara karşı çekiciliğini arttırmak için kullanılabileceğini ve herbivor böcek zararı sonucu salınan bitki uçucu yağların komşu bitkilerin savunma sistemini arttırdığını belirtmişlerdir. Zararlı böcekler tarafından yumurta bırakımı veya beslenmesi aşamalarında meydana gelen yaralar sonucunda, konukçu bitkiden salınan uçucu yağların doğal düşmanlar üzerine etkisi dışında diğer bir herbivor zararlı böcek üzerine de farklı etkileri olabilmektedir (Anastasaki et al., 2015). Örneğin, methyl salicylate gibi uçucu organik bileşiklerin birçok predatörleri cezbetmesinin yanı sıra *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae)'nin yumurta bırakımını da engellediği bilinmektedir (Ulland et al., 2008). Bu nedenle bu çalışmada, konukçu bitki üzerinde mekanik olarak meydana getirilen zarar sonucunda salınan uçucu yağların *T. absoluta*'nın yumurta bırakmasını nasıl etkilediği araştırılmıştır. *T. absoluta*'nın herhangi bir yara verilmeyen sağlıklı bitki üzerine daha çok yumurta bıraktığı ve mekanik zarar verilmiş olan yaralı bitkilerde zarar düzeyinin arttıkça *T. absoluta* tarafından bırakılan yumurta sayısının azaldığı görülmüştür. Bu durumda, konukçu bitkide bir zararlı böcek tarafından veya mekanik olarak meydana gelebilecek bir zarar sonucu açığa çıkan uçucu yağların *T. absoluta*'nın dişi bireylerinin yumurta bırakmasını engelleyici bir etki gösterdiği anlaşılmıştır. Nitekim López et al. (2012) de yaptığı bir çalışmada *T. vaporariorum* ile bulaşma düzeyi arttıkça, özellikle bulaşmadan 7 gün sonra, domates bitkisinden uçucu organik bileşik salınımında bir artış olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, Bawin et al. (2014) *T. absoluta*'nın ergin dişi bireylerinin yumurta

bırakma tercihi üzerine, domates bitkilerin *T. absoluta* larvaları ile bulaşıklık düzeyinin etkisini araştırmışlardır ve çalışma sonucunda, bulaşıklık düzeyi arttıkça ergin dişi bireyler tarafından bırakılan yumurta sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)'in ergin dişi bireylerinin, temiz tütün bitkisine göre, *H. virescens* larvaları tarafından zarar verilmiş tütün bitkisi üzerine bıraktıkları yumurta sayıları daha az bulunmuştur. Ayrıca, bulaşık tütün bitkisi yanındaki temiz tütün bitkilerini de tercih etmemişlerdir (De Moraes et al., 2001). Benzer şekilde, Zakir et al. (2013) *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae)'in ergin dişi bireylerinin, hem tarla hem de laboratuvar koşullarında, larva zararına uğramış pamuk bitkilerine göre herhangi bir zarara uğramamış temiz pamuk bitkilerine daha fazla yumurta bıraktıklarını ve bunun istatistiksel olarak önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, herbivor böcek zararı sonucunda komşu bitkilerden salınan uçucu yağların, konukçu bitki üzerindeki herbivor böceklerin sayısını da azalttığını ifade etmişlerdir. Kessler and Baldwin (2001) *Manduca quinquemaculata* (Haworth) (Lepidoptera: Sphingidae)'nin ergin dişi bireylerinin çeşitli uçucu bileşikler (methyl jasmonate, cis-3-hexenyl butyrate ve linalool) ile muamele edilmiş tütün bitkileri ve *M. quinquemaculata*'nın larvaları tarafından zarar verilmiş tütün bitkileri üzerine bıraktıkları yumurta sayılarını, temiz tütün bitkilerine bırakılan yumurta sayıları ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, zararlının en çok temiz tütün bitkisine yumurta bıraktığı belirlenirken, en az larvalar tarafından zarar verilmiş tütün bitkisini yumurta bırakmak için tercih ettiği anlaşılmıştır. Ayrıca, tütün bitkisinden salınan uçucu yağların bitki üzerindeki herbivor böceklerin sayısını %90'dan daha fazla oranda azalttığı belirlenmiştir. Caparros Megido et al. (2014) yaptıkları bir çalışmada, zararlının, MoneyMaker domates çeşidi ile Charlotte, Bintje ve Nicola patates çeşitleri içerisinde domates çeşidini daha çok tercih ettiğini bildirmişlerdir. Bu tercihin nedeninin de bitkiler tarafından salınan terpenlerin salınım miktarı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Sonuç olarak da, *T. absoluta*'nın konukçu bulma ve yumurta bırakma davranışlarının Solanaceae bitkilerinden salınan uçucu yağlardan etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Herbivor böceklerin yumurta bırakması sonucunda da konukçu bitkiden uçucu yağ salımı gerçekleşmekte ve bu salınan uçucu yağlar hem bırakılan yumurtaya hem de diğer zararlı böceklerin yumurta bırakma davranışına olumsuz etki gösterebilmektedir (Hilker and Meiners, 2011; Birgücü et al., 2014b; Hilker and

Fatouros, 2015). Bitkilerden salınan uçucu yağların birçok Lepidoptera takımının ergin bireylerine uzaklaştırıcı etkisinin olduğu bilinmektedir (De Moraes et al., 2001; Kessler and Baldwin, 2001; Dudareva et al., 2006; Arimura et al., 2009). Anastasaki et al. (2015) yaptığı bir çalışmada temiz domates bitkisi ve *T. absoluta*'nın yumurta bıraktığı domates bitkisi yapraklarından salınan uçucu yağları karşılaştırmışlardır ve yumurta bırakılmış domates bitkilerinden salınan uçucu yağ miktarında artış olduğunu belirlemişlerdir. Konukçu bitkiden salınan uçucu yağlar zararlı böceğin konukçu bitkisini bulması açısından önemli rol oynamaktadır (Proffit et al., 2011). Ancak, bir herbivor böcek tarafından yumurta bırakımı veya beslenme aşamasında konukçu bitkide açılan yara sonucunda salınan uçucu yağ bileşenleri, zararlı böcekler üzerine farklı etkiler gösterebilmektedir (Hilker and Meiners, 2002; Hilker and Meiners, 2011; Anastasaki et al., 2015; Hilker and Fatouros, 2015). *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) zararı sonucunda yüksek boylu maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) bitkisinden salınan linalool ve farnesenes gibi uçucu yağların birçok lepidopter larvasına uzaklaştırıcı etki gösterdiği bilinmektedir (Markovic et al., 1996). Ayrıca, yapraklardan salınan uçucu yağların artışı *L. dispar*

larvalarının ağırlığında %70 oranında azalmaya neden olmaktadır (Rodriguez-Saona et al., 2009).

Bu çalışmada, *T. vaporariorum* ve *M. euphorbiae* tarafından domates bitkisi üzerinde meydana getirilen yaralar sonucunda salınan uçucu yağların *T. absoluta*'nın ergin dişi bireylerinin yumurta bırakımını engellediği belirlenmiştir. Bu şekilde, herbivor böceklerin yapmış olduğu zarar sonucunda konukçu bitkilerden salınan uçucu yağların zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılma potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Zararlılara karşı bu uçucu yağlar kullanılarak yapılacak mücadeleye yönelik daha ileri çalışmalarda kullanılmak üzere bazı veriler ortaya konmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda hazırlanan birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür ve 05-08 Eylül 2016 tarihleri arasında Konya'da düzenlenen Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi'nde sunulmuştur. Bu çalışmaya, 4635-YL1-16 No'lu Proje ile finansal destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Anastasaki E, Balayannis G, Papanikolaou NE, Michaelakis AN, Milonas PG. 2015. Oviposition Induced Volatiles in Tomato Plants. *Phytochemistry Letters*, 13, 262-266.
- Arimura G, Matsui K, Takabayashi J. 2009. Chemical and Molecular Ecology of Herbivore-Induced Plant Volatiles: Proximate Factors and Their Ultimate Functions. *Plant Cell Physiol*, 50: 911-923.
- Bawin T, De Backer L, Dujeu D, Legrand P, Caparros Megido R, Francis F, Verheggen FJ. 2014. Infestation Level Influences Oviposition Site Selection in the Tomato Leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insects*, 5(4): 877-884.
- Bayındır A, Özger Ş, Karaca İ, Birgücü AK, Hassan E. 2015. Effects of Some Plant Extracts on *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) Under Laboratory Conditions. *Adv Food Sci*, 37(3): 132-137.
- Birgücü AK, Bayındır A, Çeliklepençe Y, Karaca İ. 2014a. Growth Inhibitory Effects of Bio- and Synthetic Insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Türk Entomol Derg*, 38(4): 389-400.
- Birgücü, A.K., Çeliklepençe, Y., Karaca, İ., 2014b. Böcek Yumurtası ve Konukçu Bitki Arasındaki Karşılıklı İlişkiler. *Türk Entomol Bül*, 4(2): 107-119.
- Birgücü AK, Satar S, Karaca İ. 2015b. Effects of some plant extracts on *Aphis gossypii* Glover. (Hemiptera: Aphididae) and *Bemisia tabaci* (Gennadius) Takahashi (Hemiptera: Aleyrodidae). *Asian J Agr Food Sci*, 3(2): 149-154.

- Birgücü AK, Turanlı F, Gümüş E, Güzel B, Karsavuran Y. 2015a. The Effect of Grape Cultivars on Oviposition Preference and Larval Survival of *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). *Fresen Environ Bull*, 24(1): 33-38.
- Cabello T, Gallego JR, Vila E, Soler A, Carnero A, Hernández Suárez E, Polaszek A. 2009. Biological Control of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), with Releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: Trichogrammatidae) in Tomato Greenhouse of Spain. *IOBC/WPRS Bulletin*, 49: 225-230.
- Caparros Megido R, De Backer L, Ettaib R, Brostaux Y, Fauconnier ML, Delaplace P, Lognay G, Belkadhi MS, Haubruge E, Francis F, Verheggen FJ. 2014. Role of Larval Host Plant Experience and Solanaceous Plant Volatile Emissions in *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Host Finding Behavior. *Arthropod Plant Interact*, 8(4): 293-304.
- De Backer L, Caparros Megido R, Fauconnier ML, Brostaux Y, Francis F, Verheggen F. 2015. *Tuta absoluta*-Induced Plant Volatiles: Attractiveness towards the Generalist Predator *Macrolophus pygmaeus*. *Arthropod Plant Interact*, 9(5): 465-476.
- De Moraes CM, Mescher MC, Tumlinson JH. 2001. Caterpillar-Induced Nocturnal Plant Volatiles Repel Conspecific Females. *Nature*, 410: 577-580.
- Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys KAG, Burgio G, Arpaia S, Vasques CAN, Cabrera JG, Ruescas DC, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Cabello T, Urbaneja A. 2010. Biological Invasion of European Tomato Crops by *Tuta absoluta*: Ecology, Geographic Expansion and Prospects for Biological Control. *J Pest Sci*, 83: 197-215.



- Dicke M. 1999. Are Herbivore-Induced Plant Volatiles Reliable Indicators of Herbivore Identity to Foraging Carnivorous Arthropods?. *Entomol Exp Appl*, 91: 131-142.
- Dudareva N, Negre F, Nagegovda DA. 2006. Orlova I. Plant Volatiles: Recent Advances and Future Perspectives. *CRC Crit Rev Plant Sci*, 25: 417-440.
- Groditzky JA, Coats JR. 2002. QSAR Evaluation of Monoterpenoids Insecticidal Activity. *J Agric Food Chem*, 50:, 4576-4580.
- Heil M. 2008. Indirect Defence via Tritrophic Interactions. *New Phytologist*, 178, 41-61.
- Hilker M, Fatouros NE. 2015. Plant Responses to Insect Egg Deposition. *Annu Rev Entomol*, 60: 493-515.
- Hilker M, Meiners T. 2002. Induction of Plant Responses to Oviposition and Feeding by Herbivorous Arthropods: A Comparison. *Entomol Exp Appl*, 104: 181-192.
- Hilker M, Meiners T. 2011. Plants and Insect Eggs: How Do They Affect Each Other? *Phytochemistry*, 72: 1612-1623.
- Karban R. 2010. Neighbors Affect Resistance to Herbivory-A New Mechanism. *New Phytol*, 186: 565-566.
- Karban R, Baldwin IT, Baxter KJ, Laue G, Felton GW. 2000. Communication Between Plants: Induced Resistance in Wild Tobacco Plants Following Clipping of Neighboring Sagebrush. *Oecologia*, 125: 6671.
- Kessler A, Baldwin IT. 2001. Defensive Function of Herbivore-Induced Plant Volatile Emissions in Nature. *Science*, 291: 2141-2144.
- Kılıç T. 2010. First Record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3): 243-244.
- Kim SI, Roh JY, Kim DH, Lee HS, Ahn YJ. 2003. Insecticidal Activities of Aromatic Plant Extracts and Essential Oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J Food Process Preserv*, 39: 293-303.
- Lietti MMM, Botto E, Alzogaray RA. 2005. Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop Entomol*, 34(1): 113-119.
- López YIÁ, Martínez-Gallardo NA, Ramírez-Romero R, López MG, Sánchez-Hernández C, Délano-Frier JP. 2012. Cross-Kingdom Effects of Plant-Plant Signaling via Volatile Organic Compounds Emitted by Tomato (*Solanum lycopersicum*) Plants Infested by the Greenhouse Whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). *J Chem Ecol*, 38: 1376-1386.
- Mansour FU, Putievsky E. 1986. Studies on The Effects of Essential Oils Isolated from 14 Species of Labiatae on The Carmine Spider Mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 14: 137-142.
- Markovic I, Norris DM, Phillips JK, Webster FX. 1996. Volatiles Involved in the Nonhost Rejection of *Fraxinus pennsylvanica* by *Lymantria dispar* Larvae. *J Agric Food Chem*, 44: 929-935.
- Mwangi JW, Muriuki G, Munavu R, Lwande W, Hassanali A. 1992. Essential Oils of Lippia Species in Kenya. IV: Maize weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellency and Larvicidal Activity. *Int J Pharmacognosy*, 30(1): 9-16.
- Ndungu M, Lwande W, Hassanali A, Moreka L, Chhabra SC. 1995. Cleome Monophylla Essential Oil and Its Constituents as Tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellents. *Entomol Exp Appl*, 76: 271-222.
- Pereyra PC, Sanchez NE. 2006. Effect of Two Solanaceous Plants on Developmental and Population Parameters of the Tomato Leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop Entomol*, 35(5): 671-676.
- Proffitt M, Birgersson G, Bengtsson M, Reis JR, Witzgall P, Lima E. 2011. Attraction and Oviposition of *Tuta absoluta* Females in Response to Tomato Leaf Volatiles. *J Chem Ecol*, 37: 565-574.
- Rodríguez-Saona CR, Rodríguez-Saona LE, Frost CJ. 2009. Herbivore-Induced Volatiles in the Perennial Shrub, *Vaccinium corymbosum*, and Their Role in Interbranch Signaling. *J Chem Ecol*, 35: 163-175.
- Schmitt A. 1994. Plant Extracts As Pest and Disease Control Agents. *Proceedings of the International Meeting*, 2-3 June 1994, Trento, 264-272.
- Shaaya E, Ravid U, Paster N, Kostjukovsky M, Menasherov M, Plotkin S. 1993. Essential Oils and Their Components as Active Fumigants against Several Species of Stored Product Insects and Fungi. *Acta Horticulturae, International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Maastricht*, 344: 131-137.
- Shukla HS, Upadhyay PD, Tripathi SC. 1989. Insect Repellent Property of Essential Oils of *Foeniculum vulgare*, *Pimpinella anisum* and *Anethole*. *Pesticides*, 23: 33-35.
- Singh D, Siddiqui MS, Sharma S. 1989. Reproduction Retardant and Fumigant Properties in Essential Oils against Rice Weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Wheat. *J Econ Entomol*, 82: 727-733.
- Siqueira HAA, Guedes RNC, Fragoso DB, Magalhães LC. 2001. Abamectin Resistance and Synergism in Brazilian Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Int J Pest Manage*, 47(4): 247-251.
- Siqueira HAA, Guedes RNC, Picanço MC. 2000. Insecticide Resistance in Populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agric For Entomol*, 2(2): 147-153.
- Tukey JW. 1949. Comparing Individual Means in The Analyses of Variance. *Biometrics*, 5: 99-114.
- Turlings TCJ, Ton J. 2006. Exploiting Scents of Distress: The Prospect of Manipulating Herbivore-Induced Plant Odours to Enhance the Control of Agricultural Pests. *Curr Opin Plant Biol*, 9: 421-427.
- Ulland S, Ian E, Mozuraitis R, Borg-Karlson AK, Meadow R, Mustaparta H. 2008. Methyl Salicylate, Identified as Primary Odorant of a Specific Receptor Neuron Type, Inhibits Oviposition by the Moth *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera, Noctuidae). *Chem Senses*, 33: 35-46.
- USDA. 2011. New Pest Response Guidelines: Tomato Leafminer (*Tuta absoluta*). The United States Department of Agriculture (USDA), Animal and Plant Health Inspection Service, Cooperating State Departments of Agriculture, 5/2011-01.
- Uygun N, Ulusoy MR, Başpınar H. 1998. Sebze Zararlıları, I. Baskı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 213. Ders Kitapları No: A 68, Adana, 168s.
- Vargas H. 1970. Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lep. Gelechiidae). Departamento de Agricultura, Universidad del Norte-Arica, 1: 75-110.
- Yalçın M, Mermer S, Kozacı LD, Turgut C. 2015. Insecticide Resistance in Two Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) from Turkey. *Turk Entomol Derg*, 39(2): 137-145.
- Zakir A, Sadek MM, Bengtsson M, Hansson BS, Witzgall P, Anderson P. 2013. Herbivore-Induced Plant Volatiles Provide Associational Resistance against an Ovipositing Herbivore. *J Ecol*, 101: 410-417.