

## Sentetik Metil Salisilat ve Doğal Zararlı Kaynaklı Bitki Uçucularının Fasulyede Yaprakbiti ve Predatörler Üzerine Etkisi\*

Faruk Gür<sup>1</sup>

Nimet Sema Gençler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İzmir Zirai Karantina Müdürlüğü, 35230 Alsancak/ İzmir.

<sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Görükle Kampüsü, 16059 Bursa.

Geliş Tarihi (Received):18.04.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 27.03.2018

Metil salisilat (MeSA), zararlıların bitkilerde beslenmeye başlamasından sonra bitkiler tarafından salgılanan, doğal düşmanlar üzerine çekici etkisi bulunan ve zararlı böceklerinde davranışlarını etkileyen bir bileşiktir. Bitkiler tarafından salgılanan bu bileşikler zararlı kaynaklı bitki uçucuları (HIPVs) olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada sentetik MeSA uygulanmış ve doğal olarak MeSA, linalool vb. uçucuların salgılanmasını teşvik etmek amacıyla kırmızıörümcek bulaştırılmış fasulyede yaprakbitleri ve predatörlerin popülasyon durumu araştırılmıştır. Çalışma 2011-2012 yıllarında arazi koşullarında yürütülmüştür. Denemeler kontrol, MeSA, kırmızıörümcek ve kırmızıörümcek+MeSA uygulamalarını içerecek şekilde 3 tekerrürden oluşmuştur. Uygulama parsellerinde içinde 2 ml MeSA bulunan 5 ml' lik cam şişeler kullanılmıştır ve her hafta yenilenmiştir. Her parselden tesadüfi olarak alınan 15 adet yaprak laboratuvarında mikroskop altında incelenmiş, yaprakbiti ve predatör sayımları yapılmıştır. Yapılan sayımlara göre, 2011 ve 2012 yıllarında kontrol ( $0.76 \pm 0.04$ ;  $2 \pm 0.2$ ) parsellerindeki ve kırmızıörümcek ( $0.67 \pm 0.08$ ;  $0.5 \pm 0.06$ ) parsellerinde yaprakbiti sayısı, MeSA ( $0.1 \pm 0.02$ ; 0) ve kırmızıörümcek+MeSA ( $0.1 \pm 0.02$ ;  $0.17 \pm 0.02$ ) bulunan parsellere göre daha fazla olmuştur. 2011 yılında coccinellidler MeSA bulunan parselde ( $3.33 \pm 0.09$ ), *Orius* sp. ve syrphid'ler ise kırmızıörümcek+MeSA bulunan parsellerde daha fazla görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışmada MeSA' ın kullanımı yaprakbitleri üzerine repellent etki gösterirken, doğal düşmanları deneme alanına çekmiş ve predatörlerin etkinliğini artırmıştır. İleriki yıllarda bitki koruma açısından MeSA'nın yaprakbitlerine karşı biyolojik mücadeleyi destekleme çalışmalarında kullanılabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Biyolojik mücadele, MeSA, Bitki uçucuları, Yaprakbiti, Predatör

\*İlk yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

### Effects of Synthetic Methyl Salicylate and Natural Herbivore Induced Plant Volatiles on Aphids and Predators in Bean Plants

Methyl salicylate (MeSA), which is released by plants after herbivore attack, not only attractant effect on natural enemies but also effect behaviour of pest arthropods. These compounds release by plants which is named herbivore induced plant volatiles (HIPVs). In this study, the population of aphids and predators in synthetic MeSA applied and mite infected bean plants in order to naturally stimulate MeSA, linalol etc. release were investigated. This study was conducted in field conditions with three replicates and following treatments MeSA alone, MeSA+mite release, mite release and untreated control in both year 2011 and 2012. Vials include 2 ml MeSA were used in every plot and renew every week. Randomly selected 15 bean leaves from each plot were examined under stereomicroscope and aphids and predators were counted. In 2011 and 2012, aphid abundance of Control ( $0.76 \pm 0.04$ ;  $2 \pm 0.2$ ) and mite release ( $0.67 \pm 0.08$ ;  $0.17 \pm 0.02$ ) plots were higher than MeSA ( $0.1 \pm 0.02$ ; 0) and mite release+MeSA ( $0.1 \pm 0.02$ ;  $0.17 \pm 0.02$ ) plots. In 2011 coccinellids were high in MeSA plots, *Orius* sp. and syrphids were high in mite release+MeSA plots. In this study MeSA is not only repellent effect on aphids but also attractant effect on predators and improve the effectiveness of natural enemies in field. In future, MeSA could be used for the support of biological control against aphids in plant protection.

**Key words:** Biological control, MeSA, Plant volatiles, Aphids, Predator

### Giriş

Türkiye' de taze fasulye [(*Phaseolus vulgaris* L.) (Fabaceae)] üretimi 2016 yılında yaklaşık olarak 640 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim,2016). Ülke genelinde yetiştirilebilen bir ürün olmasına karşın en çok fasulye üretimi Karadeniz bölgesinde

yapılmaktadır. Fasulyenin birçok hastalık ve zararlısı mevcuttur. Fasulyede bulunan zararlılara örnek olarak; yaprakbitlerinden *Aphis fabae* ve *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae), kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), thripslerden *Frankliniella occidentalis* ve *Thrips tabaci* (Thysanoptera:

Thripidae), yaprak galeri sineklerinden *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae), yaprak pirelerinden *Empoasca decipiens* (Homoptera: Cicadellidae), Toprak pirelerinden *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Crysomelidae), yeşil kurtlardan *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) ve pamuk yaprak kurdu *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) verilebilir (Aydemir, 2008). Bunlar arasında yaprakbitleri, kırmızıörümcekler ve thripsler virüs hastalıklarının vektörü olması bakımından ayrı bir öneme sahiptir. Sebzelelerde görülen yaprakbiti ve predatörlere ait çalışmalarda birçok tür tespit edilmiştir, yaprakbiti türlerinden *Aphis fabae* Scopoli, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis craccivora* Koch ve *Myzus persicae* (Sulzer), doğal düşmanlardan ise *Chrysoperla carnea* (Stephens), *Coccinella septempunctata* (L.), *Adonia variegata* (Goeze), *Scymnus frontalis* (Fabricius), *Psyllobora vigintiduopunctata* (L.) ve *Orius niger* (W.) diğer türlere göre daha yaygın türler olarak dikkat çekmiştir (Ayyıldız ve Atlıhan, 2006; Yaşarakıncı ve Hıncal, 1999).

Zararlı böceklerin bitkilerde beslenmesi ile bitkilerde bazı kimyasal değişiklikler meydana gelmekte ve bunun sonucunda da bitkiler tarafından organik uçucu bileşikler yayılmaktadır (Sabelis ve ark. 1999; Holapainen, 2004). Bu bileşiklere genel adlandırma olarak zararlıların teşvik ettiği bitki uçucuları (HIPVs) denilmektedir (Khan ve ark. 2008). Bu uçucu bileşikler doğal düşmanlar için çekici etki göstermekte ve burada besin varlığını işaret etmekte iken zararlılar için ise uzaklaştırıcı etki gösterebilmektedir. Son yıllarda bu konu üzerine pek çok laboratuvar (Llusia ve Penuelas, 2001; Pickett ve ark. 2006; Williams ve ark. 2008; Gençer ve ark. 2009) ve arazi çalışmaları (Takabayashi ve Dicke, 1992; Janssen ve ark. 1999; Maeda ve ark. 2001; James, 2003a,b; Ninkovic ve ark. 2003; James ve Price, 2004; James, 2005; Girling ve ark. 2006; Yu ve ark. 2008; Simpson ve ark. 2011; Woods ve ark. 2011) yapılmıştır. Zararlı kaynaklı bitki uçucuları arasında metil salisilat (MeSA) bitkiler tarafından yayılan en bilinen uçucudur. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda zararlılar tarafından saldırıya uğrayan fasulye, lima fasulyesi, domates, hıyar, lahana, şeftali, şerbetçi otu, kuş üzümü, patates, *Nicotiana attenuata* (Solanaceae), *Lotus japonicus* (Fabaceae) (James 2003a, Arimura ve ark. 2002), kidney fasulyesi (Maeda ve Lui, 2006), taze soğan (Tatemoto ve Shimoda, 2008), soya fasulyesi (Zhu ve Park, 2005), Norveç ladini (Kannaste ve ark. 2008), *Arabidopsis thaliana* (Chen ve ark. 2003) ve çilekte (Himanen

ve ark. 2005) metil salisilat yayılımı olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda MeSA'ın çok sayıda doğal düşman için çekici etki gösterdiği yapılan denemelerle ortaya konulmuştur (James, 2003a; James, 2003b; James ve Price, 2004; James, 2005). Bunun yanında yaprakbitleri için de uzaklaştırıcı etki gösterdiği bazı çalışmalarda (Hardie ve ark. 1994; Lösel ve ark. 1996; Ninkovic ve ark. 2003) belirtilmiştir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmanın amacı; arazi şartlarında sentetik MeSA uygulaması yapılan ve doğal olarak MeSA, linalool, vb. salımının teşvik edilmesi açısından iki noktalı kırmızıörümcek bulaştırılan ve ayrıca kırmızıörümcek+MeSA'nın birlikte uygulandığı fasulye bitkilerinde yaprakbiti ve doğal düşmanların popülasyon durumunun araştırılması ve elde edilen bulgular doğrultusunda bunların tarımsal zararlılarla mücadelede açısından değerlendirilmesidir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma, Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsündeki Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinin arazisinde 2011-2012 yıllarında Temmuz-Eylül ayları arasında yürütülmüştür. Yapılan bazı çalışmalarda domates ve fasulye bitkilerinde akar zararından dolayı MeSA, linalool, (E)-/β-ocimene, vb. zararlı kaynaklı bitki uçucularının kendiliğinden salındığı belirtilmektedir (Dicke ve ark. 1990 b; Ament ve ark., 2010). Bu nedenle çalışmada, sentetik olarak kullanılan MeSA'nın yanısıra fasulye bitkisinden zararlı kaynaklı bitki uçucularının (MeSA, linalool, vb) doğal olarak salımını teşvik etmek amacıyla arazide bulunan fasulye bitkilerine kırmızıörümcek bulaştırılmıştır. Bunun için *T. urticae* bireyleri 16 saat aydınlık (350 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> PAR; 27±1 °C ve %65±5 r.h.) 8 saat karanlık (18±1 °C ve %60±5 r.h.) koşulların oluşturulduğu iklim odasında *Phaseolus vulgaris* L. (Magnum) bitkileri üzerinde üretilmiştir. Bitkilere yetiştirme periyodu boyunca düzenli aralıklarla su verilmiş, gerekli görüldüğünde gübreleme yapılmıştır.

Sentetik MeSA [Acros Organics (Sentetik)] %99 saflıkta kullanılmıştır. Arazi çalışmasında kullanmak için 1:1 oranında Hekzan ile seyreltilmiştir (Webster ve ark. 2008).

Arazi çalışması oluşturulurken tesadüf parselleri deneme deseni esas alınmış, fasulye bitkileri için bütün koşullar eşit olacak şekilde planlama yapılmıştır. Kontrol, MeSA, kırmızıörümcek ve kırmızıörümcek+ MeSA olacak şekilde uygulama

parselleri oluşturulmuştur. Her parsel arasında 2m mesafe bırakılmıştır. Çalışma üç tekerrürlü olarak 12 parselden oluşmuştur. Her parsele 2 sıra olacak şekilde 40 adet fasulye tohumu ekilmiştir. Fasulyelerin yaklaşık 3-5 yapraklı döneme gelinceye kadar büyümesi beklenmiştir. Yaprak sayımlarına başlanmadan bir hafta önce arazideki fasulye bitkilerinin yapraklarına, iklim odasında üretilmiş olan *T.urticae* ergin dişilerinden bitki başına beş adet olmak üzere bulaştırma yapılmıştır. Öncelikle fasulye yaprağı üzerine beş adet ergin dişi *T.urticae* bireyi "0" numara samur fırça yardımıyla aktarılmış, daha sonra bu yapraklar arazideki fasulye bitkilerinin yapraklarına ataç yardımıyla tutturulmuş ve temiz olan bitkilere bu yapraklardan *T.urticae* bireylerinin geçmesi sağlanmıştır. İki noktalı kırmızıörümceğin fasulye bitkisinde beslenmesi sonucu zararlı kaynaklı bitki uçucularının (MeSA, linalool, vb.) fasulyeden doğal olarak salınacağı düşünülmüştür. Sentetik MeSA ise 1:1 oranında hekzan ile seyreltildikten sonra 5 ml' lik şeffaf cam şişelere 2 ml olacak şekilde doldurulmuş ve salınımın yavaş olması için şişelerin ağzı pamuk ile kapatılmıştır. Uçucu bir madde olmasından dolayı şişedeki sentetik madde zaman içinde azaldığı için her hafta yenisi ile değiştirilmiştir. Deneme süresince her hafta parsel

başına tesadüfi 15' er adet yaprak toplanmış ve laboratuvara getirilerek stereo mikroskop altında yararlı ve zararlı türler sayılarak not edilmiştir. Türlerin teşhisi Cins ve Familya düzeyinde laboratuvarında çeşitli kaynaklardan yararlanılarak yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi JMP 7 programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ANOVA (Two-way ANOVA) ile test edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar (0.05) student's t testine göre gruplandırılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Arazi koşullarında yürütülen çalışmada sentetik MeSA, kırmızıörümcek+MeSA ve kırmızıörümcek uygulamasının fasulye bitkisindeki yaprakbitleri ve doğal düşmanlar üzerine etkisi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda MeSA' ın yaprakbitleri üzerine çekici etkisinin bulunmadığı, sayımlarda elde edilen veriler incelendiğinde yaprakbiti sayısının tüm parsellerde az görüldüğü ve 2012 yılında MeSA uygulanmış parsellerde hiç gözlenmediği tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2011-2012 yıllarında fasulye yapraklarının sayımlarında tespit edilen yaprakbiti sayıları (Kontrol, MeSA, kırmızıörümcek, kırmızıörümcek+MeSA)(P<0.05).

Table 1. Number of aphids detected on bean leaves in 2011 and 2012 (Control, MeSA, mite, mite+MeSA)(P<0.05).

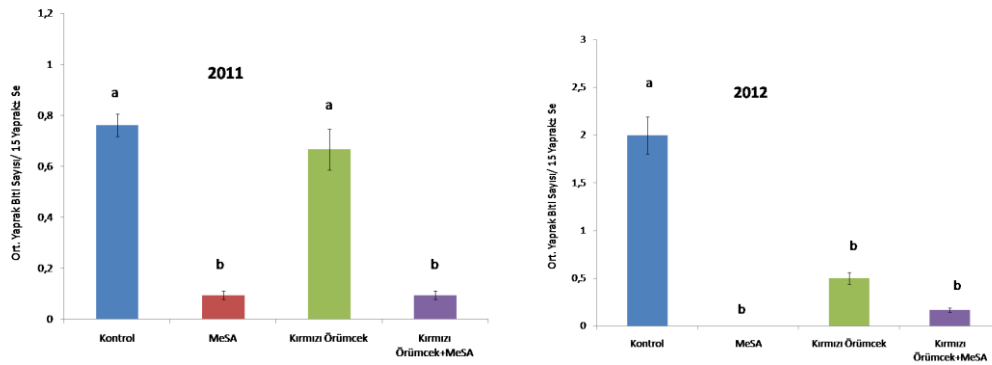
Familya ve Yıl	Ortalama± SE				P, df ve F Değerleri		
	Kontrol	MeSA	kırmızıörümcek	kırmızıörümcek + MeSA	P	df	F
Aphididae, 2011	0.76± 0.04 a	0.10± 0.02 b	0.67± 0.08 a	0.10± 0.02 b	0.0040	3, 56	4.9565
Aphididae, 2012	2.00± 0.2 a	0.00± 0.00 b	0.50± 0.06 b	0.17± 0.02 b	0.0036	3, 48	5.1675

Kontrol parsellerinde 2011 yılında yapılan sayımların sonucuna göre MeSA uygulanmış parsellere göre yaklaşık 7 kat, kırmızıörümcek bulaştırılmış parsellere göre ise yaklaşık olarak %12 daha fazla yaprakbiti bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1; Şekil 1, 2). 2012 yılındaki değerlendirmelerde ise kontrol parsellerindeki yaprakbiti sayısının kırmızıörümcek+MeSA parsellerine göre yaklaşık 10 kat, kırmızıörümcek bulaştırılmış parsellere göre ise 4 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 2012 yılında yapılan

yaprak incelemelerinde MeSA parsellerinde yaprakbitine rastlanılmamıştır (Çizelge 1; Şekil 1, 2). Uygulamalar arasındaki haftalık farklılıklar incelendiğinde ise 2011 yılında ortalama 3±0.45 ile kırmızıörümcek bulaştırılmış parsellerde en yüksek yaprakbiti sayısının olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). 2012 yılında ise çalışmanın başlamasından sonraki 4. hafta sayımlarında 5± 0.91 ile kontrol parsellerinde en yüksek yaprakbiti sayısı elde edilmiştir (Şekil 2). Çalışma sonucunda elde ettiğimiz bu veriler değerlendirildiğinde MeSA

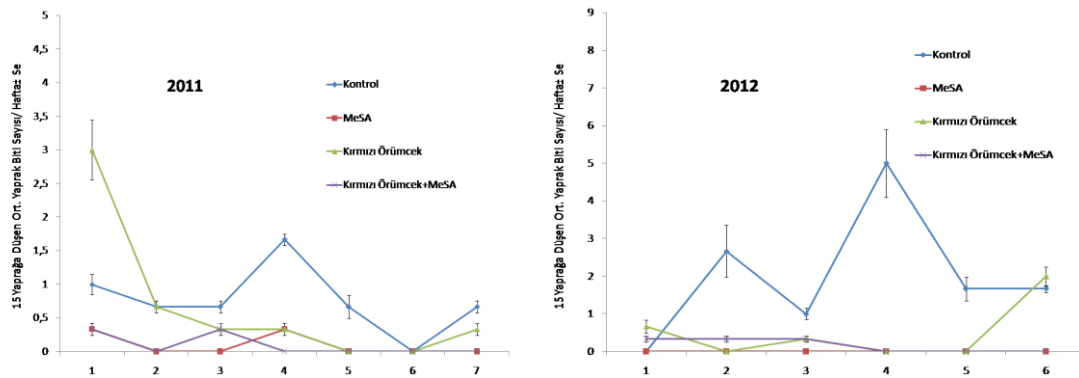
uygulanmış parseller ile kırmızıörümcek bulaştırılmış parsellerde yaprakbiti sayısının kontrole göre çok az olduğu hatta 2012 yılında yapılan çalışmada sadece MeSA uygulanmış parsellerde hiç gözlenmediği tespit edilmiştir. Fasulye bitkisinde arazi koşullarında yapmış olduğumuz bu çalışma, Hardie ve ark. (1994)'nin metil salisilat ve (~)-(1R,5S)-myrtenal bileşiklerinin *A.fabae* için uzaklaştırıcı etki gösterdiğini tespit ettikleri çalışma, Glinwood ve Petterson (2000)'un *Rhopalosiphum padi* L.(Homoptera: Aphididae)'nin MeSA uygulanmış yulaflara negatif tepki gösterdiğini buldukları çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Ninkovic ve ark. (2003), sentetik MeSA kullanarak arpa bitkisi ile yaptıkları

çalışmada MeSA'ın yaprakbitlerinin bahar kolonilerinin oluşumunu engellediği ve bu sayede yaprakbiti sayısının önemli ölçüde azalmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Blande ve ark. (2010) ise MeSA'ın yaprakbitleri üzerinde repellent etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmalar ile de benzerlik göstermektedir. Ayrıca kırmızıörümcek bulaştırılmış parsellerde yaprakbitinin çok az sayıda olması, kırmızıörümcek zararından dolayı bitkiden yayıldığı düşünülen MeSA, linalool vb uçucuların yaprakbitleri üzerinde uzaklaştırıcı etkisinin olabileceğini de göstermektedir.



Şekil 1. 2011 ve 2012 yılında yaprakbiti sayılarının ortalama değerlerinin tüm uygulamalarda karşılaştırılması (P=0.0040 f: 4.9565 df: 3, 56)(P<0.05), (P=0.0036 f: 5.1675 df: 3, 48)(P<0.05).

Figure 1. Comparing the mean values of aphid numbers in all treatments in 2011 and 2012.



Şekil 2. 2011 ve 2012 yılında ortalama yaprakbiti sayılarının tüm uygulamalarda haftalık değişimleri (P= 0.0096 f: 3.1667 df: 6, 56), (P= 0.7108 f: 0.5856 df: 5, 48).

Figure 2. Weekly changes of the average values of aphid numbers in all treatments in 2011 and 2012.

Deneme süresince yapılan predatör sayımlarının sonucuna göre fasulye yapraklarında Coccinellidae familyasına ait türlerin larvalarına ve bazen *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) gibi türlerin erginlerine, *Orius* sp. (Heteroptera: Anthocoridae)' nin ergin ve nimflerine, syrphid türlerinin larvalarına ve deneme süresince az miktarda da olsa chrysopid türlerinin larvalarına rastlanılmıştır.

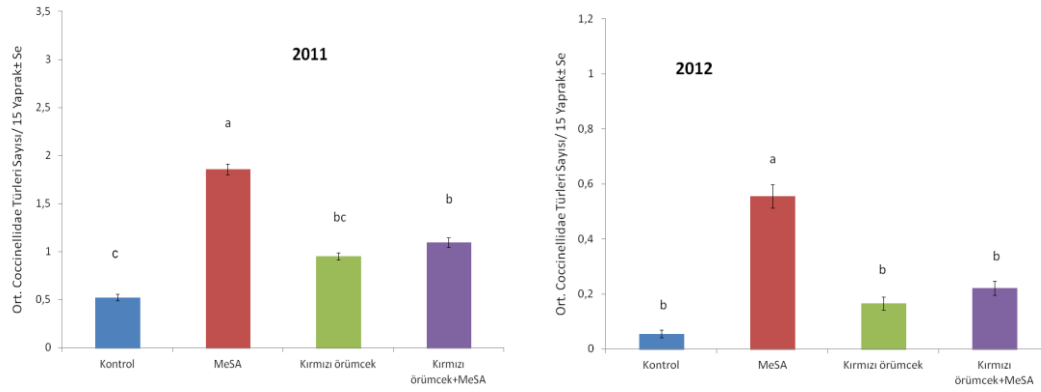
2011 yılındaki veriler incelendiğinde Kontrol parsellerine göre MeSA parsellerinde yaklaşık 3 kat, kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde yaklaşık 2 kat ve kırmızıörümcek parsellerinde yaklaşık 2 kat daha fazla coccinellid türleri tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 3, 4). 2012 yılında elde edilen veriler de benzer şekilde ortaya çıkmış kontrole göre MeSA parsellerinde 10 kat, kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde yaklaşık 4 kat ve kırmızıörümcek parsellerinde ise yaklaşık 3 kat daha fazla coccinellid türü tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 3, 4). 2011 yılında en yüksek birey sayısı  $3.33 \pm 0.09$  ortalama ile 3. haftada MeSA

parsellerinde tespit edilmiştir (Şekil 3). 2012 yılında ise 4.hafta sayımlarında yine MeSA parsellerinde  $1.67 \pm 0.09$  ortalama birey tespit edilmiştir (Şekil 3). Genel predatörlerden coccinellid türlerinin sentetik MeSA uygulanmış parselde belirgin şekilde yüksek sayıda görülmesi bu türlerin MeSA yayılımının olduğu alanları tercih ettiğini göstermektedir. Dicke ve ark. (1990a), kırmızıörümcekler tarafından zarar gören fasulye bitkisinden linalool, (E)-/  $\beta$ -ocimene, 4,8-dimethyl-1,3(E),7-nonatriene ve methyl salicylate gibi uçucuların çıktığını ve bunların akar predatörleri üzerinde çekici etki yaptığını belirtmektedir. Gençler ve ark. (2017), laboratuvarında Y-tüp olfaktometrede yaptıkları çalışmada coccinellid tür *Hippodamia variegata*'nın MeSA'a önemli ölçüde yöneldiğini belirtmektedir. Benzer olarak, Zhu ve Park (2005), MeSA uygulanan tuzaklarda Yedi noktalı gelin böceği *Coccinella septempunctata* L.'nin daha çok yakalandığını belirtmektedir. Yaptığımız bu çalışmada da benzer sonuçlar görülmektedir.

Çizelge 2. 2011-2012 yıllarında fasulye yapraklarının sayımlarında tespit edilen doğal düşman sayıları (Kontrol, MeSA, kırmızıörümcek, kırmızıörümcek+MeSA)(P<0.05)

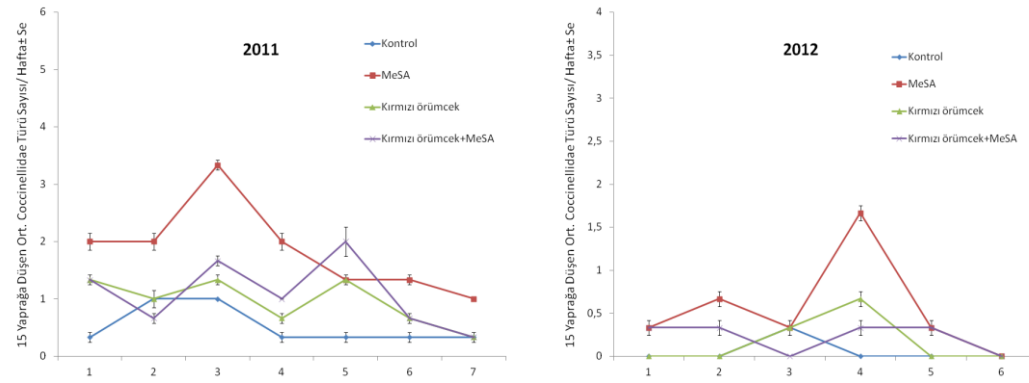
Table 2. Number of natural enemies detected on bean leaves in 2011 and 2012 ( Control, MeSA, Mite, Mite+MeSA)(P<0.05)

Familyası ve Yılı	Ortalama $\pm$ SE				P, df ve F Değerleri		
	Kontrol	MeSA	kırmızıörümcek	kırmızı örümcek+ MeSA	P	df	F
Coccinellidae, 2011	0.52 $\pm$ 0.04 c	1.86 $\pm$ 0.05 a	0.95 $\pm$ 0.04 bc	1.10 $\pm$ 0.05 b	0.0001	3, 56	12.6744
Coccinellidae, 2012	0.06 $\pm$ 0.01 b	0.60 $\pm$ 0.04 a	0.17 $\pm$ 0.02 b	0.22 $\pm$ 0.03 b	0.0043	3, 48	5.0000
<i>Orius</i> sp., 2011	0.24 $\pm$ 0.03 b	0.91 $\pm$ 0.04 a	0.33 $\pm$ 0.03 b	0.95 $\pm$ 0.05 a	0.0001	3, 56	9.1235
<i>Orius</i> sp., 2012	0.06 $\pm$ 0.01 b	0.22 $\pm$ 0.03 ab	0.06 $\pm$ 0.01 b	0.33 $\pm$ 0.04 a	0.1023	3, 48	2.1818
Syrphidae, 2011	0.14 $\pm$ 0.02 b	0.62 $\pm$ 0.04 ab	0.29 $\pm$ 0.03 b	0.86 $\pm$ 0.08 a	0.0236	3, 56	3.4074
Syrphidae, 2012	0.0 $\pm$ 0.0 b	0.28 $\pm$ 0.04 b	0.17 $\pm$ 0.03 b	0.83 $\pm$ 0.09 a	0.0068	3, 48	4.5676



Şekil 3. 2011 ve 2012 yılında coccinellid sayılarının ortalama değerlerinin tüm uygulamalarda karşılaştırılması ( $P < 0.0001$  f: 12.6744 df: 3, 56), ( $P = 0.0043$  f: 5.0000 df: 3, 48).

Figure 3. Comparing the mean values of coccinellid in all treatments in 2011 and 2012.

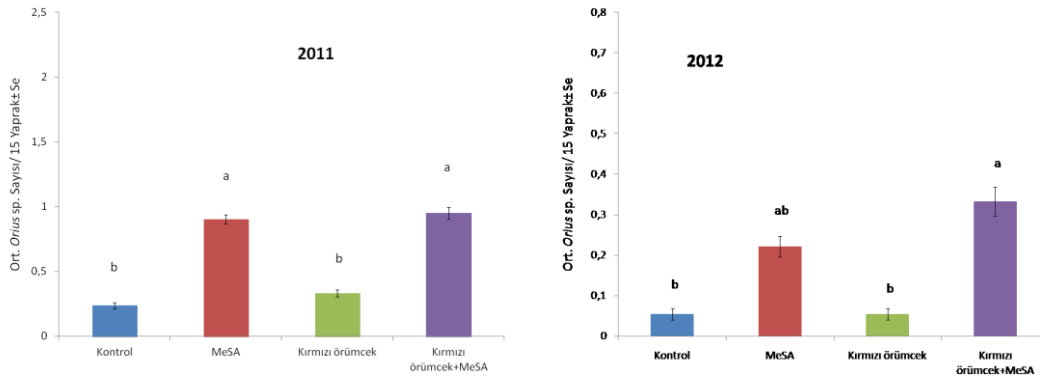


Şekil 4. 2011 yılında ortalama coccinellid sayılarının tüm uygulamalarda haftalık değişimleri ( $P = 0.0014$  f: 4.2171 df: 6, 56), ( $P = 0.0076$  f: 3.6000 df: 5, 48).

Figure 4. Weekly changes of the average values of coccinellid numbers in all treatments in 2011 and 2012.

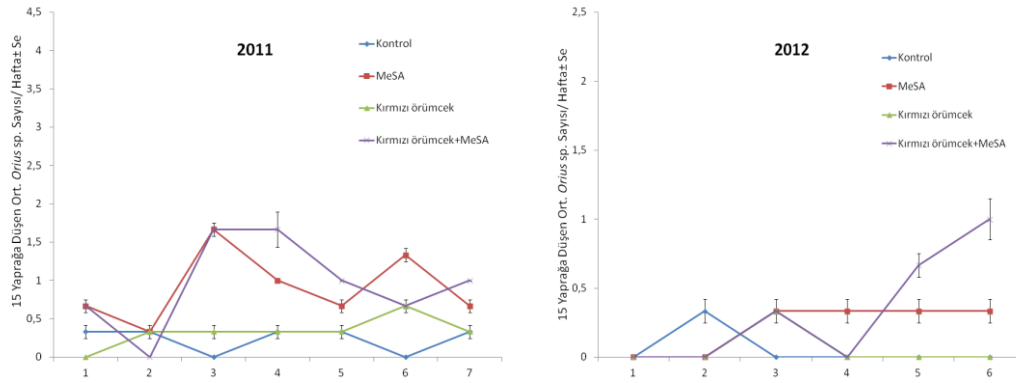
2011 yılındaki verilerde Kontrol parsellerine göre MeSA parsellerinde yaklaşık 4 kat, kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde yaklaşık 4 kat ve kırmızıörümcek parsellerinde yaklaşık 1,5 kat daha fazla *Orius* sp. tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 5, 6). 2012 yılında ise kontrole göre MeSA parsellerinde 4 kat, kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde yaklaşık 5,5 kat *Orius* sp. tespit edilmiştir. Kırmızıörümcek parsellerinde ise kontrole bir farklılık olmamıştır (Çizelge 2; Şekil 5, 6). 2011 yılı sayımlarında 4.haftada  $1.67 \pm 0.23$  ortalama birey sayısı kırmızıörümcek + MeSA parsellerinde görülmüş (Şekil 6), 2012 de yine 1.

$0.0 \pm 0.15$  ortalama ile 6. hafta sayımlarında kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde en yüksek birey sayısı tespit edilmiştir (Şekil 5). *Orius* sp. nin kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde daha fazla görülmesinin nedenleri arasında sentetik olarak uygulanan MeSA'nın yanında ayrıca kırmızıörümcek zararından dolayı ortaya çıkan MeSA vd. uçucuların bu türleri çektiği düşünülmektedir. Ayrıca polifag predatör olan *Orius* türlerinin kırmızıörümceklerin de predatörleri arasında yer alması diğer bir faktör olabilir.



Şekil 5. 2011 ve 2012 yılında *Orius* sp. sayılarının ortalama değerlerinin tüm uygulamalarda karşılaştırılması ( $P < 0.0001$  f: 9.1235 df: 3, 56), ( $P = 0.1023$  f: 2.1818 df: 3, 48).

Figure 5. Comparing the mean values of *Orius* sp. numbers in all treatments in 2011 and 2012.

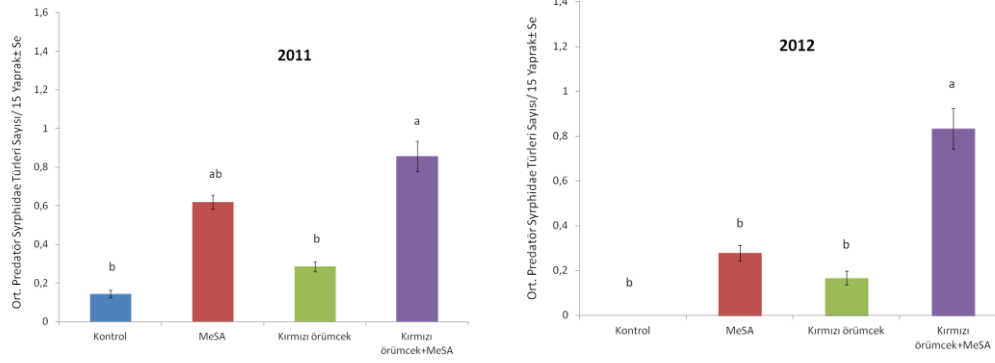


Şekil 6. 2011 ve 2012 yılında ortalama *Orius* sp. sayılarının tüm uygulamalarda haftalık değişimleri ( $P = 0.0865$  f:1.9630 df: 6, 56), ( $P = 0.2760$  f: 1.3091 df: 5, 48).

Figure 6. Weekly changes of the average values of *Orius* sp. numbers in all treatments in 2011 and 2012.

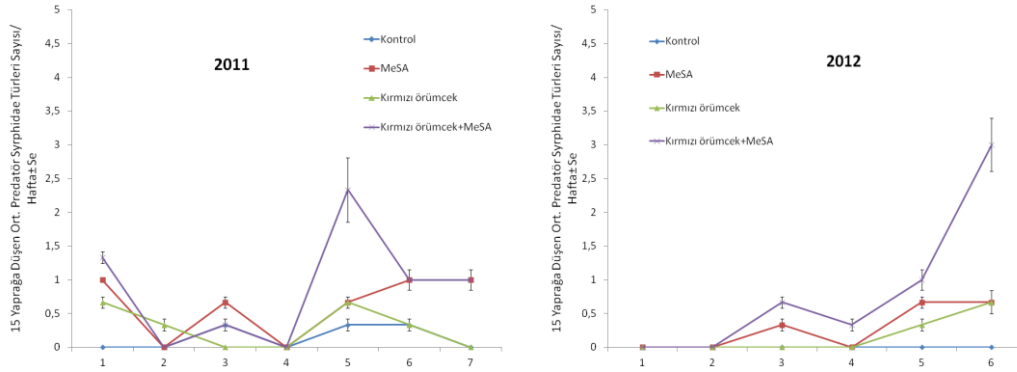
2011 yılındaki verilerde kontrol parsellerine göre MeSA parsellerinde yaklaşık 4 kat, kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde yaklaşık 6 kat ve kırmızıörümcek parsellerinde yaklaşık 2 kat daha fazla Syrphidae familyasına ait predatörler tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 7, 8). 2012 yılında ise kontrol parsellerinde syrphid türlerine rastlanılmamıştır. MeSA uygulanmış parseller değerlendirildiğinde kırmızıörümcek+MeSA parselleri bir önceki yılda olduğu gibi sadece MeSA uygulanmış parsellere göre syrphid türlerini daha fazla çekmiştir (Çizelge 2; Şekil 7, 8). 2011 yılında  $2.33 \pm 0.48$  ortalama birey ile 5. haftada

kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde (Şekil 8), 2012 yılında ise yine  $3.00 \pm 0.39$  ortalama ile kırmızıörümcek+MeSA parsellerinde en yüksek birey sayısı elde edilmiştir (Şekil 8). *Orius* türlerinde olduğu gibi syrphid türleride daha çok kırmızıörümcek+MeSA uygulanan parsellere yönelmiştir. Bunun nedeni ise aynı şekilde bu parselde MeSA'nın yanısıra kırmızıörümceklerin fasulyedeki zararından dolayı ortaya çıkan zararlı kaynaklı bitki uçucularının bu türlerin yönelimlerinde de artı etki yapmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 7. 2011 ve 2012 yılında syrphid sayılarının ortalama değerlerinin tüm uygulamalarda karşılaştırılması ( $P=0.0236$  f: 3, 56), ( $P=0.0068$  f: 4.5676 df: 3, 48).

Figure 7. Comparing the mean values of syrphid numbers in all treatments in 2011 and 2012.



Şekil 8. 2011 ve 2012 yılında ortalama syrphid sayılarının tüm uygulamalarda haftalık değişimleri ( $P= 0.0356$  f: 2.4506 df: 6, 56), ( $P= 0.0034$  f: 4.1135 df: 5, 48).

Figure 8. Weekly changes of the average values of syrphid numbers in all treatments in 2011 and 2012.

Yaptığımız çalışmada yaprak sayımlarında tespit ettiğimiz bazı predatör türlerin MeSA uygulanmış alanlarda yoğunlaştığı görülmüştür. Zhu ve Park (2005), *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae) ile bulaşık olan soya fasulyesi bitkilerinden yüksek oranda MeSA yayıldığını, soya fasulyelerinden yayılan bu MeSA'ın *A.glycines'* in doğal düşmanlarını çektiğini belirtmektedirler. Ayrıca Mallinger ve ark. (2011), ise yaprakbitleri üzerine MeSA'ın doğrudan etki etmediğini aksine MeSA'ın

yaprakbitlerinin doğal düşmanlarını soya fasulyesine çekerek yaprakbiti popülasyonlarını azalttığını belirtmektedirler. Dolayısıyla MeSA'ın yaprakbitleri üzerine repellent etkisinin yanında dolaylı olarak predatör türler üzerine cezbedici etkisinin de olduğu ve bu alanda predatörlerin bulunmasını sağlayarak yaprakbitlerinin popülasyonunu da baskılayabileceği anlaşılmaktadır. Nitekim, bazı sayımlarda özellikle coccinellid, syrphid ve chrysopid larvalarının



fasulyede bulunan yaprakbitleriyle beslendiği gözlemlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada sentetik MeSA ve kırmızıörümcek+MeSA uygulanan parsellerde çoğunlukla Coccinellidae ve Syrphidae' ye ait türler ile *Orius* sp. türleri ve az sayıda chrysopid tespit edilmiş olup bunlar genel predatörler arasında yer almaktadır. James ve Price (2004), bağlarda ve şerbetçiotu üretim alanlarında yaptıkları çalışmada *Chrysopa nigricornis* (Leach) (Neu: Chrysopidae), *Stethorus punctum picipes* (Casey) (Col: Coccinellidae), *Orius tristicolor* (Het: Anthocoridae)' un çok sayıda yakalandığını gözlemlenmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada 4 familyaya (Syrphidae, Braconidae, Empididae, Sarcophagidae) ait türler MeSA uygulanan yerlerdeki yapışkan tuzaklarda daha fazla görülmüştür. Lee (2010), arazi koşullarında yaptığı çalışmada Chrysopidae türlerinin Temmuz-Ağustos, *O. tristicolor*' un ise Mayıs-Haziran aylarında MeSA bulunan tuzaklara yönelim gösterdiğini, ayrıca Coccinellidae türlerinin ise 0-3 gün aralığında yapışkan tuzaklarda yakalandığını ve 28. günde MeSA bulunan parsellerde coccinellid türlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da benzer türler tespit edilmiş, coccinellid türlerin denemenin sonlarına doğru popülasyonunun azaldığı görülmüştür.

## Sonuç ve Öneriler

Doğada birbiriyle sürekli etkileşim halinde olan bitkiler, böcekler ve doğal düşmanlar arasında bir iletişim söz konusudur. Bu iletişimin kurulmasında kimyasal bazı uçucu bileşiklerin şüphesiz rolü büyüktür. Bitkiler doğal sistemler içerisinde kendilerini zararlı türlere karşı korumak için bir takım savunma stratejileri geliştirmişlerdir. Bu savunmaların bazıları doğrudan savunma stratejileri olarak karşımıza çıkmakta bazıları ise birtakım kimyasalları bünyelerinde sentezleyip uçucu bileşikler şeklinde etrafa yaymaları ile dolaylı savunma olarak gerçekleşmektedir. Son yıllarda dolaylı savunmanın yönetilerek tarımsal üretimde zararlılarla mücadelede kullanılabileceği görüşü üzerine çok sayıda çalışma yapılmış ve birçoğunda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadeleyi destekleyen bir yöntem olması açısından tarımsal üretimde önem arz etmektedir.

Bu konuda yaptığımız arazi çalışmamızda elde ettiğimiz veriler değerlendirildiğinde, sentetik MeSA uygulanan alanlar yaprakbitleri için uygun

olmayan konukçu alanı olduğu sinyalini vermiş olabileceği gibi, predatörler üzerine de çekici etki gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu sayede doğal düşmanların bu alanlara çekilmesi ile biyolojik mücadele teşvik edilmiş olmaktadır. İleriki yıllarda MeSA' ın biyolojik mücadele çalışmalarını desteklemek amacıyla, üretim alanındaki doğal düşman faaliyetlerini artırmak ve yaprakbitlerini üretim alanından uzak tutmak açısından kullanılabileceği düşünülmektedir. Ek olarak çalışmalarda, farklı bitki grupları ve bitkiler tarafından etrafa yayılan diğer uçucu bileşikler ile de çalışmalar yapılabilir. Ayrıca zararlı kaynaklı bitki uçucularının çiftçiler tarafından tarımsal üretimde zararlılarla mücadelede kullanılmasını sağlamak açısından birçok çalışmanın yapılabileceği düşünülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma Uludağ Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından HDP(Z) 2012/17 no' lu proje ile desteklenen yüksek lisans tezinin bir bölümüdür. Ayrıca bu çalışma Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde yürütülmüştür. Her iki birime de teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Ament, K., V. Krasikov, S. Allmann, M. Rep, F.L.W. Takken and R.C. Schuurink, 2010. Methyl salicylate production in tomato affects biotic interactions. *The Plant Journal*, 62: 124–134.
- Anonim, 2016. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001)
- Arimura, G., R. Ozawa, T. Nishioka, W. Boland, T. Koch and F. Kühnemann, 2002. Herbivore-induced volatiles induce the emission of ethylene in neighboring lima bean plants. *Plant J.* 2002;29:87–98.
- Aydemir, M. 2008. Sebze Zararlıları Bölümü. Sebze Hastalıkları, Sebze Zararlıları ve Depolanmış Soğan ve Patateslerdeki Filizlenmeler. İç: (ed). Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara. Cilt 3: 171-312.
- Ayyıldız, Y. ve R. Atlıhan, 2006. Balıkesir İli Sebze Alanlarında Görülen Yaprakbiti Türleri ve Doğal Düşmanları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 16(1): 1-5.
- Blande, J. D., M. Korjus and J. K. Holopainen, 2010. Foliar methyl salicylate emissions indicate prolonged aphid infestation on silver birch and black alder. *Tree Phys.* 30: 404-416.
- Chen, F., J.C. D'Auria, D. Tholl, J.R. Ross, J. Gershenzon and J.P. Noel, 2003. An *Arabidopsis thaliana* gene for methylsalicylate biosynthesis, identified by a biochemical genomics approach, has a role in defense. *Plant J.* 36:577–88.

- Dicke, M., V. Beek, T., M.A. Posthumus, N. Ben Dom, H. Van Bokhoven and E. De Groot, 1990a. Isolation and identification of volatile kairomone that affects acarine predator-prey interactions: Involvement of host plant in its production. *J. Chem. Ecol.* 16:381-396.
- Dicke, M., L. Maurice, W. Sabelis, J. Takabayashi, J. Bruin and M. A. Posthumus, 1990 b. Plant strategies of manipulating predator-prey interactions through allelochemicals: prospects for application in pest control, *J. Chem. Ecol.* 16, 3091-3118.
- Gençer, N.S., N.A. Kumral, H.O. Sivritepe, M. Seidi, H. Susurluk and B. Senturk, 2009. Olfactory response of the ladybird beetle *Stethorus gilvifrons* to two preys and herbivore-induced plant volatiles. *Phytoparasitica* 37: 217-224.
- Gençer, N.S., N.A. Kumral, M. Seidi and B. Pehlevan, 2017. Attraction responses of ladybird beetle *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae) to single and binary mixture of synthetic herbivore-induced plant volatiles in laboratory tests. *Türk. Entomol. Derg.*, 41 (1): 17-26.
- Girling, R.D., M. Hassall, J.G. Turner and G.M. Poppy, 2006. Behavioural responses of the aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* to volatiles from *Arabidopsis thaliana* induced by *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 120: 1–9.
- Glinwood, R.T. and J. Pettersson, 2000. Change in response of *Rhopalosiphum padi* spring migrants to the repellent winter host component methyl salicylate. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 94, 325–330.
- Hardie J., R. Isaacs, J.A. Pickett, L.J. Wadhams and C.M. Woodcock, 1994. Methyl salicylate and (~)-(1R,5S)-Myrtenal are plant-derived repellents for black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae). *J. Chem. Ecol.* 20: 2847-2855.
- Himanen, S., T. Vuorinen, T. Tuovinen and J. K. Holopainen, 2005. Effects of cyclamen mite (*Phytonemus pallidus*) and leaf beetle (*Galerucella tenella*) damage on volatile emission from strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) plants and orientation of predatory mites (*Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus*, and *Euseius finlandicus*). *J. Agric. Food Chem.* 53: 8624-8630.
- Holopainen J. K. 2004. Multiple functions of inducible plant volatiles. *Trends in Plant Science* 9: 529-533.
- James, D.G. 2003a. Field evaluation of herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects: Methyl Salicylate and the green lacewing, *Chrysopa nigricornis*. *Journal of Chemical Ecology*, 29 (7): 1601-1609.
- James, D.G., 2003b. Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. *Environmental Entomology*, 32(5): 977-982.
- James, D.G. and T. Price, 2004. *Field-testing of Methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects grapes and hops*. *Journal of Chemical Ecology*, 30(8): 1613-1628.
- James, D.G., 2005. Further field evaluation of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. *Journal of Chemical Ecology*, 31(3): 481- 495.
- Janssen, A., A. Pallini, M. Venzon and M.W. Sabelis, 1999. Absence of odour-mediated avoidance of heterospecific competitors by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92: 73–82.
- Kannaste, A., N. Vongvanich and A. K. Borg-Karlson, 2008. Infestation by a *Nalepella* species induces emissions of  $\alpha$ - and  $\beta$ -farnesenes, (-)-linalool and aromatic compounds in Norway spruce clones of different susceptibility to the large pineweed. *Arthropod-Plant Interactions*, 2:31-41.
- Khan, Z.R., D.G. James, C.A.O. Midega and J.A. Pickett, 2008. Chemical ecology and conservation biological control. *Biological Control*, 45: 210–224.
- Lee, J.C. 2010. Effect of methyl salicylate-based lures on beneficial and pest arthropods in strawberry. *Environmental Entomology*, 39(2):653-660.
- Lusia, J. and J. Peñuelas, 2001. Emission of volatile organic compounds by apple trees under spider mite attack and attraction of predatory mites. *Experimental and Applied Acarology*, 25: 65-77.
- Lösel, P. M., M. Lindemann, J. Scherckenbeck, J. Maier, B. Engelhard, C. A. Campbell, J. Hardie, J. A. Pickett, L. J. Wadhams, A. Elbert, and G. Thielking. 1996. The potential of semiochemicals for control of *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae). *Pestic. Sci.* 48: 293-303.
- Maeda, T., J. Takabayashi, S. Yano and A. Takafuji, 2001. Variation in the olfactory response of 13 populations of the predatory mite *Amblyseius womersleyi* to *Tetranychus urticae*-infested plant volatiles (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25: 55- 64.
- Maeda, T. and Y. N. Liu, 2006. Intraspecific variation in the olfactory response of the predatory mite *Neoseiulus womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae) to different amount of spider mite-infested plant volatiles. *Appl. Entomol. Zool.* 41: 209-215.
- Mallinger R. E., D.B. Hogg and C. Gratton, 2011. Methyl Salicylate Attracts Natural Enemies and Reduces Populations of Soybean Aphids (Hemiptera: Aphididae) in Soybean Agroecosystems. *Journal of Economic Entomology*, 104(1):115-124.
- Ninkovic, V., E. Ahmed, R. Glinwood and J. Pettersson, 2003. Effects of two types of semiochemical on population development of the bird cherry oat aphid *Rhopalosiphum padi* in a barley crop. *Agric. Forest Entomol.* 5: 27-33.
- Pickett, J.A., T.J.A. Bruce, K. Chamberlain, A. Hassanali, Z.R. Khan, M.C. Matthes, J.A. Napier, L.E. Smart, I.J. Wadhams and C.M. Woodcock, 2006. Plant volatiles yielding new ways to exploit plant defence. In: Dicke, M., Takken, W. (Eds.), *Chemical Ecology: From Gene to Ecosystem*. Springer, Netherlands, pp: 161–173.
- Sabelis, M.W., M. Van Baalen, F.M. Bakker, J. Bruin, B. Drukker, M. Egas, A.R.M. Janssen, I.K. Lesna, B. Pels, P.C.N. Van Rijn and P. Scutareanu, 1999. *The evaluation of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropods: Herbivores: between plants and predators*, Ed.: Olff, H., Brown, V.K., Drent, R.H., *The 38th Symposium of British Ecological Society, Blackwell Science*, pp: 109-166.

- Simpson M., G.M. Gurr, A.T. Simmons, S.D. Wratten, D.G. James, G. Leeson, H.I. Nicoll and G.U.S. Orre-Gordon, 2011. Attract and reward: combining chemical ecology and habitat manipulation to enhance biological control in field crops. *Journal of Applied Ecology*, 48, 580–590.
- Takabayashi, J. and M. Dicke, 1992. Response of predatory mites with different rearing histories to volatiles of uninfested plants. *Entomol. Exp. Appl.* 64: 187-193.
- Tatemoto, S. and T. Shimoda, 2008. Olfactory responses of the predatory mites (*Neoseiulus cucumeris*) and insects (*Orius strigicollis*) to two different plant species infested with onion thrips (*Thrips tabaci*). *J. Chem. Ecol.* 34: 605–613.
- Webster, B., T. Bruce, S. Dufour, C. Birkemeyer, M. Birkett, J. Hardie and J. Pickett, 2008. Identification of volatiles compounds used in host location by the black bean aphid, *Aphis fabae*. *J. Chem. Ecol.* 34: 1153-1161.
- Williams III, L., C. Rodriguez-Saona, S.C. Castle and S. Zhu, 2008. EAG-active herbivore-induced plant volatiles modify behavioral responses and host attack by An egg parasitoid. *J. Chem. Ecol.* 34: 1190–1201.
- Woods J. L., D.G. James, J.C. Lee and D.H. Gent, 2011. Evaluation of airborne methyl salicylate for improved conservation biological control of two-spotted spider mite and hop aphid in Oregon hop yards. *Exp. Appl. Acarol.* 55:401–416.
- Yaşarakıncı, N. ve P. Hıncal, 1999. İzmir ilinde örtü altı fasulye yetiştiriciliğinde bulunan zararlılar ile doğal düşmanları ve popülasyon gelişmeleri üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 39(3-4):137-150.
- Yu, H., Y. Zhang, K. Wu, X.W. Gao and Y.Y. Guo, 2008. Field-testing of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. *Environmental Entomology*, 37(6): 1410-1415.
- Zhu, J. and K. Park, 2005. Methyl salicylate, a soybean aphid-induced plant volatile attractive to the predator, *Coccinella septempunctata*. *Journal of Chemical Ecology*, 31 (8): 1733-1746.