

## Elma iç kurdu püskürtülebilir feromonunun laboratuvar koşullarında *Coccinella septempunctata* (L.) erginlerine karşı toksik etkisi<sup>1</sup>

Bilgi PEHLEVAN<sup>2,3</sup>, Orkun Barış KOVANCI<sup>2</sup>

**The toxicity of the sprayable pheromone for codling moth to *Coccinella septempunctata* (L.) adults under laboratory conditions**

**Abstract:** Laboratory studies were conducted to determine the potential toxic effects of the sprayable pheromone for the codling moth (*Cydia pomonella* (L.)) on adults of the lady beetle, *Coccinella septempunctata* Linnaeus. No lady beetle mortality was observed at doses up to 0.72 ml/l. A slight mortality effect was observed at the higher doses of 1.44 ml/l (3.3%) and 2.88 ml/l (6.7%) at 24 h after treatment. After 48 h, the mortality rates were more than twice those for 24 h, namely 1.44 ml/l (6.9%) and 2.88 ml/l (13.8%). Increased mortality rates were recorded at 1.44 ml/l (17.2%) and 2.88 ml/l (20.7%) at 72 h after treatment. Labelled doses of 0.18 ml/l and 0.36 ml/l showed very low (3.5%) or no toxicity (0.0%) to adult lady beetles, respectively, at 48 h. At 72 h, doses of 0.18 ml/l and 0.36 ml/l yielded the same results as those obtained at 48 h. These results show that the microencapsulated sprayable pheromone can be safely used for integrated control of *C. pomonella*.

**Keywords:** *Cydia pomonella*, lady beetle, pheromone, toxic effect

**Öz:** Elma iç kurdu (*Cydia pomonella*) püskürtülebilir feromonunun *Coccinella septempunctata* (L.) erginlerine karşı potansiyel toksik etkisini belirlemek için laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Püskürtülebilir feromon uygulamasının 0.72 ml/l dozuna kadar toksik etki gözlenmezken, en yüksek dozlar olan 1.44 (%3.3 ölüm) ve 2.88 ml/l (%6.7 ölüm)'de uygulamadan 24 saat sonra oldukça düşük etki gözlemlenmiştir. Ergin gelin böceklerinde 1.44 (%6.9) ve 2.88 (%13.8) ml/l dozlarında 48 saat sonraki ölüm oranı, 24 saatteki ölüm oranının iki katından fazla olmuştur ancak 0.18 ve 0.36 ml/l etiket dozları sırasıyla düşük (%3.5) veya hiç (%0.0) toksik etki göstermemişlerdir. Benzer olarak uygulamadan 72 saat sonrada yüksek dozlar olan 1.44 (%17.2) ve 2.88 ml/l (20.7)'de yükselen oranda toksik etki kayıt edilmiştir. Buna karşın, 0.18 ve 0.36 ml/l uygulamaları 48 saat uygulaması ile tamamen aynı sonuçları vermiştir. Bu sonuçlar mikrokapsülenmiş

<sup>1</sup> Çalışmanın özet bölümü ABD'nin Orlando şehrinde 2016 yılında düzenlenen "XXV. International Congress of Entomology" bildiri kitabında yayınlanmıştır.

<sup>2</sup> Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 16059 Nilüfer, BURSA

<sup>3</sup> Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: bpehlevan@uludag.edu.tr

Alınış tarihi (Received): 31.01.2017

Kabul edilmiş tarihi (Accepted): 06.06.2017

püskürtülebilir feromonların *C. pomonella* ile entegre mücadelede güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Cydia pomonella*, gelin böceği, feromon, toksik etki

## Giriş

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de pestisitler gerek ekonomik gerekse hızlı etkili olmalarından dolayı zararlılar ile mücadelede yoğun bir şekilde kullanılmaktadırlar. Ancak pestisitlerin aşırı, uygunsuz ve yanlış zamanda kullanımı faydalı böceklerin hedef dışı canlıların ölümüne, sekonder zararlıların ortaya çıkmasına ve zararlıların pestisitlere direnç kazanmasına yol açmaktadır (Solangi et al. 2005; Nikolova 2016). Ayrıca, pestisitler çevre ve insan sağlığı açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadırlar. Bu nedenle pestisitlere alternatif yeni yöntemler ve bitki koruma ürünleri geliştirilmektedir. Örneğin entegre zararlı yönetiminde biyoteknik mücadele amacıyla kullanılan sentetik eşey feromonları hem zararlı popülasyonlarının izlenmesi hem de mücadelesi için çevre dostu bir alternatif olarak son yıllarda ön plana çıkmıştır.

Eşey feromonları içeren cezbedici tuzaklar hedef zararlının yıl içindeki popülasyon değişimini izleyerek mücadele zamanına karar verilmesinin yanı sıra bu zararlının toplu halde yakalanmasında kullanılmaktadırlar. Eşey feromonlarının diğer bir kullanım şekli ise arazide veya bahçelerde elle asılabilir feromon yayıcılar veya püskürtülebilir mikrokapsül feromon formülasyonu uygulanarak böceklerin birbirleri ile olan kimyasal iletişimini engellemektir (Kovancı et al. 2004; Kovancı & Pehlevan 2013). Bu amaçla çeşitli feromon yayıcı sistemleri zararlılarda çiftleşmeyi engellemek amacıyla geliştirilmiştir (Weatherston 1990).

Entegre mücadele içerisinde eşey feromonları kullanarak çiftleşmeyi engelleme tekniği özellikle Tortricidae familyasına bağlı lepidopter zararlılarına karşı önemli bir yere sahiptir (Carde & Minks 1995; Stelinski et al. 2007). Bu tekniğin önemli meyve zararlılarından Elma içkurdu *Cydia pomonella* L. ve Doğu meyve güvesi *Grapholita molesta* Busck ile mücadele için uygulanan toplam insektisit sayısını azalttığı kanıtlanmıştır (Rice & Kirsch 1990; Gut & Brunner 1998; Walker & Welter 2001). Bunun yanı sıra feromonların kullanımı doğal düşmanların korunmasında da önemli bir yere sahiptir (Thomson et al. 2001).

Gelin böcekleri (Coleoptera: Coccinellidae) serbest yaşayan ve ömürleri boyunca yüksek miktarda av tüketen predatörlerdir. Yedi noktalı gelin böceği (*Coccinella septempunctata* L.) özellikle yaprak bitleri ile beslenme potansiyeli yüksek olduğundan biyolojik mücadelede başarı ile kullanılmaktadır (Milevoj 1997; Amin Sarmad et al. 2015; Nikolova 2016). *C. septempunctata* en yaygın ve en çok görülen doğal düşmanlardan birisi olup larva ve erginleri yaprakbitlerinin nimf ve erginleriyle beslenmek suretiyle zararlarının azalmasını sağlar (Samal & Misra 1982; Muştu & Kılınçer 2006). Bu avcı böceğin dördüncü larva dönemi diğer larva dönemlerinden çok daha oburdur (Rizvi et al. 1994).

*Coccinella septempunctata* ömrü boyunca (yaklaşık bir yılda) 5,000'den fazla yaprak biti tüketir (Sarwar 2016). *C. septempunctata* polifag bir avcı böcek olduğundan yaprak bitleri dışında Psylloidea, Coccoidea üstfamilyalarına ait türler ve akarlar ile de beslenmektedir (Dolling 1991). Bu sayede tarımsal üretimde beslendikleri zararlı böcek popülasyonlarının dengelenmesinde önemli rol oynarlar (Liu & Stansly 1996). Entegre zararlı yönetimi kapsamında gelin böcekleri tercih edilen doğal düşmanlardandır.

Fungisit, akarisit ve insektisitlerin gelin böceklerinin ergin ve larva dönemlerine karşı direkt olarak kontakt veya residüel toksik etkisi konusunda yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur (DeBach & Rosen 1991, Obrycki & Kring 1998). Ayrıca, Coccinellidae türlerinde ölümcül dozda pestisite maruz kalan avın tüketimi sonucu olumsuz etkilerin görüldüğü kaydedilmektedir. Ancak son yıllarda Elma içkurdu ile biyoteknik mücadelede elle asılabilir feromon yayıcıların ve püskürtülebilir feromonların kullanımı yaygınlaşmasına rağmen bu uygulamaların doğal düşmanlar üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir (Kovancı & Pehlevan, 2015).

Atanassov et al. (2003), şeftali bahçelerinde çiftleşmeyi engelleme yöntemi ile birlikte azaltılmış insektisit uygulamasını takiben faydalı arthropod faunasının sadece kimyasal mücadele yapılan bahçelere göre daha yoğun olduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte, Elma içkurdu ile mücadelede feromon uygulaması yapılan bahçelerde üç sene sonunda bile sekonder zararlıların baskı altına alınmasını sağlayan doğal düşmanların popülasyonlarında önemli bir artış gözlenmemiştir (Knight 1995). İnsektisitlere benzer şekilde atövizör ile atılan püskürtülebilir feromonların doğal düşmanlara olumsuz etkileri hususunda ise bildiğimiz kadarıyla yapılmış herhangi bir çalışma yoktur.

Bu çalışmada laboratuvar ortamında püskürtülebilir elma iç kurdu (*C. pomonella*) feromonu (codlemone)'nun, *C. septempunctata* erginleri üzerine farklı dozlarda uygulanarak toksik etkisi araştırılmıştır.

## Materyal ve yöntem

Bu çalışma 2014-2015 yıllarında Uludağ Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarında yapılmıştır.

### Feromon formülasyonu

Çalışmada püskürtülebilir formülasyonda elma iç kurdu *C. pomonella* eşey feromonu [E,E- 8,10-dodecadien-1-ol (Codlemone)] kullanılmıştır (Şekil 1). CheckMate® CM-F ticari isimli bu akışkan sıvı formülasyon Sutterra LLC (ABD) firmasından temin edilmiştir. Formülasyonda %14.4 aktif madde feromon ve %85.6 diğer dolgu maddeleri bulunmaktadır. Önerilen uygulama dozu dekara 18 ml (2.5 g aktif madde) ile 36 ml (5 g aktif madde) arasındadır.

### ***Coccinella septempunctata* erginlerinin toplanması**

Gelin böceği erginleri, Bursa ili İnegöl ilçesine bağlı Çeltikçi Mahallesi'nden hem 2014 hem de 2015 yılının mayıs ayında insektisit uygulaması yapılmamış elma bahçesinden toplanmıştır. Böceklerin toplanmasında yardımcı bir toplama aparatı kullanılmamış ve erginler el ile böceğe zarar vermeden, üzerinde yaprak biti olan yapraklar içeren plastik kaplara konulmuştur. Kabın üzeri böceklerin hava alması için delinerek tül ile kaplanmıştır. Gelin böceği toplama esnasında erkek-dişi ayrımı yapılmadan, pupadan yeni çıkmış ergin gelin böcekleri tercih edilmiştir. Gelin böcekleri ile birlikte denemede kullanılacak insektisit uygulaması yapılmamış ve üzerinde elma yeşil yaprak biti (*Aphis pomi* Deg.) olan elma sürgünleri de aynı gün içerisinde laboratuvara getirilmiş ve aynı gün içerisinde birlikte denemeye alınmıştır.

### **Feromon Uygulaması**

Araziden getirilen ve üzerinde yaprak biti olan yapraklı sürgünler, alt kısmından kesilerek 20 cm uzunluğuna getirilmiş ve su içeren plastik bardağa konulmuştur. Böceğin bardağın içerisine düşmemesi için üzeri kapatılmıştır. Sonrasında sürgün içeren bardaklar 30 cm boyu ve 8 cm çapı olan silindirik şeffaf plastik şişelere yerleştirilmiştir. Her bir şişe içerisine 10 adet ergin gelin böceği salınmıştır. *C. pomonella* erginlerinde çiftleşmeyi engellemek için püskürtülebilir feromon formülasyonunun arazide önerilen en düşük etiket dozu olan 0.18 ml/l ve en yüksek etiket dozu olan 0.36 ml/l'nin yanısıra 0.72 ml/l, 1.44 ml/l, 2.88 ml/l dozları basınçlı el tipi ilaçlama pompası ile üzerinde ergin *C. septempunctata* bulunan sürgünlere uygulanmıştır. Sürgün başına ortalama 10 ml feromonlu su uygulaması yapılmıştır. Kontrol için ise sürgünlere spreylenmiş su uygulanmıştır. Şişelerin ağızları böceklerin kaçmaması için tül ile kapatılmıştır. Şişeler 23-24 °C'de %60±5 nisbi nemde iklim odasında 16A:8K fotoperiyotta bekletilmiştir. Uygulamadan 24, 48, 72 saat sonra ölü-canlı böcek sayımı yapılmıştır. Her doz ile 3 tekerrür yapılmış ve deneme yılda bir defa olmak üzere toplam iki defa tekrar edilmiştir.

### **İstatistiksel analiz**

Feromon dozlarının *C. septempunctata*'ya karşı göstermiş olduğu toksik etki verileri Abbott'un ölüm doğrulama formülü kullanılarak değiştirilmiştir (Abbott 1925). Doğrulanmış ölüm verileri üzerine tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Feromon dozları ve su uygulamasında elde edilen ortalama ölüm oranları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde  $p= 0.05$  düzeyinde LSD (Least Significant Differences) testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler JMP® v7.0 programı kullanılarak yapılmıştır (Schlotzhauer 2007).



**Şekil 1.** Elma içkurdu (*Cydia pomonella*)'nun püskürtülebilir eşey feromon formülasyonu  
**Figure 1.** Formulation of sprayable sex pheromone for codling moth (*Cydia pomonella*)

## Bulgular ve tartışma

### Püskürtülebilir feromon formülasyonunun toksik etkisi

Farklı feromon dozlarının laboratuvarında uygulanmasından sonra elde edilen ölümcül ergin *C. septempunctate* sayıları değerlendirilmiştir.

Gelin böceği erginlerinin ölüm verilerinin yıllara göre dağılımı karşılaştırılmış ve istatistiki açıdan yıllar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ( $F_{1,106} = 0.128$ ,  $P = 0.721$ ).

Uygulamalardan 24 saat sonra elde edilen ölüm verileri değerlendirildiğinde uygulama dozları arasında istatistiki açıdan önemli bir farka rastlanmamıştır ( $F_{5,30} = 1.62$ ,  $P = 0.186$ ). Su (kontrol) uygulamasında ve 0.18 ml/l, 0.36 ml/l, 0.72 ml/l feromon dozlarında ölüm gerçekleşmemiştir. Ancak 1.44 ml/l ve 2.88 ml/l feromon dozlarında sırasıyla %3.3 ve %6.7 ölüm oranı tespit edilmiştir (Şekil 1).

Uygulamalardan 48 saat sonra ölüm verileri incelendiğinde uygulama dozları arasında istatistiki açıdan fark önemli düzeyde bulunmuştur ( $F_{5,30} = 2.65$ ,  $P = 0.042$ ). En fazla ölüm %13.8 oranı ile en yüksek doz olan 2.88 ml/l'de gerçekleşmiştir. Su uygulaması ve 0.18 ml/l, 1.44 ml/l, feromon dozlarında sırasıyla %3.3, % 3.5, %6.9 ölüm oranı tespit edilmiştir. Bu dozlardaki tespit edilen ölüm oranlarının, 24 saat sonrasındaki ölüm oranlarından daha fazla olduğu görülmektedir. Buna karşın 0.36 ml/l ve 0.72 ml/l feromon dozlarında 24 saat sonunda olduğu gibi 48 saat sonrasında da ölüm gerçekleşmemiştir (Tablo 1).

Feromon dozlarının uygulamadan 72 saat sonra neden olduğu ölüm oranları değerlendirildiğinde, uygulama dozları arasında istatistiki açıdan fark önemli bulunmuştur ( $F_{5,30} = 5.95$ ,  $P = 0.001$ ). En fazla ölüm 1.44 ml/l ve 2.88 ml/l feromon dozlarında sırasıyla %17.2 ve %20.7 oranında tespit edilmiştir. Su uygulaması ve

0.18 ml/l feromon dozunda ölüm oranı değişmezken, 0.72 ml/l feromon dozunda ölüm oranı %3.5'e yükselmiştir. En yüksek dozlar olan 1.44 ml/l ve 2.88 ml/l feromon dozları haricindeki diğer dozların su uygulaması ile benzer etki göstererek *C. septempunctata* erginlerin ölümünde etkisiz olduğu görülmüştür (Tablo 1).

Genel olarak ölüm oranları değerlendirildiğinde arazide önerilen en düşük feromon dozu olan 0.18 ml/l'de, en yüksek feromon dozu olan 0.36 ml/l'de ve 0.72 ml/l feromon dozunda 24, 48 ve 72 saat sonunda yapılan sayımlarda önemli düzeyde ergin ölümü tespit edilmemiştir. Hatta arazide önerilen en yüksek feromon dozunun dört katı olan 1.44 ml/l feromon dozunda 24 ve 48 saat sonrasında ve önerilen dozun 8 katı olan 2.88ml/l feromon dozunun 24 saat sonrasında da önemli bir ölümüne rastlanmamıştır. Sadece 1.44 ml/l ve 2.88 ml/l feromon dozlarında 72 saat sonrası sayımlarında ve 2.88 ml/l dozun 48 saat sonundaki sayımlarında su (kontrol) uygulamasından istatistiki açıdan önemli seviyede farklı ölüm oranları saptanmıştır.

Elde ettiğimiz sonuçlar *C. pomonella*'ya karşı kullanılan püskürtülebilir feromonun önerilen etiket dozlarının faydalı *C. septempunctata* erginleri üzerine toksik etkisi olmadığını ve ancak çok yüksek dozlar kullanıldığında bir miktar ölümün olduğunu göstermektedir. Koul et al. (2004), feromonların biyolojik mücadelede kullanılan faydalı böceklere karşı etkisinin çok az veya hiç olmadığını ve birçok böcek feromonunun entegre mücadele içerisinde kullanıldığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamız bu görüşü destekler niteliktedir.

**Çizelge 1.** Elma içkurdu püskürtülebilir feromon dozlarının *Coccinella septempunctata* erginlerine karşı toksik etkisi. Uygulamadan 24, 48 ve 72 saat sonundaki ölüm oranları kendi içinde LSD testine göre karşılaştırılmıştır. Farklı harfler istatistiksel önemi göstermektedir (p= 0.05).

**Table 1.** The toxicity of the sprayable pheromone for codling moth to *Coccinella septempunctata* adults. Mortality rates were compared individually for 24, 48 and 72 hours after application using by LSD test. The different letters indicate the statistical significance (p= 0.05).

Feromon dozları (ml/l)	Ölüm Oranları (%±SH)*					
	24 saat		48 saat		72 saat	
0.18	0.0±0.0	a	3.5±0.2	b	3.5±0.2	b
0.36	0.0±0.0	a	0.0±0.0	b	0.0±0.0	b
0.72	0.0±0.0	a	0.0±0.0	b	3.5±0.7	b
1.44	3.3± 1.4	a	6.9±1.4	ab	17.2±1.4	a
2.88	6.7± 2.9	a	13.8±2.9	a	20.7±2.9	a
Kontrol (su)	0.0±0.0	a	3.3±0.2	b	3.3±0.2	b

\*Gelin böceği erginlerinin ölüm verileri yıllara göre istatistiki açıdan farklılık göstermediğinden iki yılın verileri birleştirilerek analiz edilmiştir.

Benzer şekilde Welter et al. (2005), elle asılabilir feromon yayıcıların, tabanca ile uygulanan macun formülasyonların veya püskürtülebilir feromonların direkt

olarak mücadele amacıyla kullanılmasına dayanan entegre zararlı yönetimi programlarının yüksek derecede seçici olduğunu kaydetmiştir. Kaliforniya’da elma bahçelerinde püskürtülen feromonun gerek uygulama yapılan alanda gerekse bunun dışında bulunan doğal düşmanlara karşı olumsuz bir etkisi olmamıştır. Feromon uygulamalarının sonucunda yapılan analizlerde neredeyse hiç kalıntı tespit edilememiş ve yer altı sularında ya da doğada kimyasal birikim bulunamamıştır.

Laboratuvarda feromon uygulamasının önerilen etiket dozunda *C. septempunctata* erginlerine hiç toksik etki göstermemesi ileride yapılacak arazi çalışmaları açısından umut verici olup biyolojik mücadeleye katkı sağlama potansiyeli yüksektir. Örneğin Witzgall et al. (2010), çiftleşmeyi engelleme tekniğinin uygulandığı elma bahçelerinde bulunan avcı Carabidae tür sayısının sadece kimyasal mücadele yapılan bahçelere göre çok daha fazla olduğunu belirlemiştir. Özellikle *Pterostichus* spp.’nin gözlemlenen Carabidae türlerinin %75’inden fazlasını oluşturduğuna ve bazı türlerin Elma içkurdu’nun avcısı olduğuna dikkat çekilmektedir (Epstein et al. 2001). Knight et al. (1997) ise feromon uygulaması yapılan bahçelerde biyolojik mücadele etmenlerinin yoğunluğunun artması için belirli bir süreye ihtiyaç duyulduğunu tespit etmiştir. Elma içkurdu yumurtalarında avlanmanın ancak geç mevsimde erken mevsime göre kimyasal mücadele yapılan bahçelerden fazla olduğu kaydedilmiştir.

Boguslawski & Basedow (2001), Mısır’da pamukların ana zararlısı pembe kurda (*Pectinophora gossypiella* Saund.) karşı feromon uygulaması yapılan parsellerde doğal düşman popülasyonu açısından kimyasal mücadele yapılan parsellere göre istatistiki yönden önemli bir farklılık bulamamışlardır. Buna karşın, araştırmacılar sekonder Heteropter zararlıların kimyasal mücadele uygulanan tarlalarda çok daha yoğun olduğunu tespit etmişlerdir. Böylece, çiftleşmeyi engelleme tekniğinin sekonder zararlıların ortaya çıkmasına neden olmadığı gibi mevcut sekonder zararlılar ile biyolojik mücadeleyi teşvik ederek entegre mücadelenin etkinliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Çoğu pestisidin aksine çalışmamızda kullanılan püskürtülebilir *C. pomonella* feromonunun gelin böceği erginlerine toksik etkisinin çok az veya hiç olmadığı tespit edilmiştir. Liu & Stansly (1996), *C. septempunctata* popülasyonlarının korunması için insektisit, fungusit ve herbisit uygulamalarından kaçınılmasını önermektedir. Nitekim farklı pestisit gruplarının *C. septempunctata* erginleri üzerinde farklı düzeyde toksik etkileri olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, Nikolova (2016), botaniksel kökenli insektisitler olan azadirachtin ve piretrum’un *C. septempunctata* erginlerine karşı toksik etkisinin bulunmadığını saptamıştır. Bu nedenle, entegre mücadele programlarında özellikle ana zararlıların yüksek popülasyonları ile karşılaşılması durumunda feromon uygulamaları ile birlikte uyumlu bir şekilde kullanılacak biyopestisitler olduğu unutulmamalıdır.

Bu çalışma esnasında gözlemlenen diğer önemli bir nokta ise püskürtülebilir feromon uygulaması yapıldıktan hemen sonra *C. septempunctata* erginlerinin

yaprağın uç bölümüne yönelip orada bir süre beklemesidir. Ancak birkaç saat sonra erginlerin uygulama yapılan ortamdan sakınma davranışının yerini normal davranışlara bıraktığı görülmüştür. Bunun aksine, bazı pestisitler gelin böcekleri üzerinde sadece toksik etki yapmayıp aynı zamanda buldukları alandan uzaklaşmalarına yol açmaktadır. Wiles & Jepson (1994), deltamethrin'in *C. septempunctata*'ya karşı uzaklaştırıcı etki gösterdiğini ve bu insektisit uygulandığı ağaçlara böceğin uzun bir süre gitmediğini gözlemlemişlerdir. Hatta gelin böcekleri insektisit uygulanmamış bitkilere yönelmiş ve habitatını bile değiştirmişlerdir. Yine Singh et al. (2001), dimethoate uygulanmış bitkilerde *C. septempunctata*'nın daha az zaman geçirdiğini kaydetmişlerdir.

Sonuç olarak, bu çalışmada mikrokapsüllenmiş püskürtülebilir *C. pomonella* feromonu yaprakbitlerine özelleşmiş avcı *C. septempunctata* erginlerine karşı çok az ya da hiç toksik etki göstermediğinden elma entegre mücadele programları kapsamında Elma içkurdu ile mücadelede güvenle kullanılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, püskürtülebilir feromon uygulamalarının diğer doğal düşmanlara etkisinin belirlenmesi gerekli olup bu konuda başka çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

## Kaynaklar

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Amin Sarmad S., M. Afzal, A. Muhammad Raza, M.S. Khalil, H. Khalil, M. Anjum Aqueel & M. Mudassir Mansoor 2015. Feeding efficacy of *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata* against *Macrosiphum rosae*. *Scientia Agriculturae*, 12 (2): 105-108.
- Atanassov A., P.W. Shearer & G.C. Hamilton 2003. Peach pest management programs impact beneficial fauna abundance and *Grapholita molesta* (Lepidoptera, Tortricidae) egg parasitism and predation. *Environmental Entomology*, 32 (4): 780-788.
- Boguslawski C. von & T. Basedow 2001. Studies in cotton fields in Egypt on the effects of pheromone mating disruption on *Pectinophora gossypiella* on the occurrence of other arthropods and on yields. *Journal of Applied Entomology*, 125:327-331.
- Carde R.T., & A.K. Minks 1995. Control of moths by mating disruption: successes and constraints. *Annual Review of Entomology*. 40: 559-585.
- DeBach P. & D. Rosen 1991. Biological Control by Natural Enemies. *Cambridge University Press, Cambridge* 440 pp.
- Dolling W.R. 1991. The Hemiptera. *Oxford University Press, London*. 274 pp.
- Epstein D.L., R.S. Zack, J.F. Brunner, L. Gut & J.J. Brown 2001. Ground beetle activity in apple orchards under reduced pesticide management regimes. *BioControl*, 21: 97-104.
- Gut, L.J. & J.F. Brunner 1998. Pheromone-based management of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Washington apple orchards. *Journal of Agricultural Entomology*, 15: 387-405.
- Knight A 1995. The impact of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) mating disruption on apple pest management in Yakima Valley, Washington. *Journal of Entomological Society of British-Columbia*, 92: 29-38.



- Knight A.L., J. E. Turner & B. Brachula 1997. Predation on eggs of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in mating disrupted and conventional orchards in Washington. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 94: 67-74.
- Koul O., G.S. Dhaliwal & G.W. Cuperus 2004. Integrated pest management: potential, constraints, and challenges. Edited by Koul O., G.S. Dhaliwal, G.W. Cuperus. *Cambridge, MA, Wallingford, Oxon: CABI Publishing*, xii, 329 p.
- Kovancı O.B., J.F. Walgenback & G.G. Kennedy 2004. Evaluation of extended season mating disruption of the Oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck) (Lep.,Tortricidae) in apples. *Journal of Applied Entomology*, 128:664-669.
- Kovancı O.B., & B. Pehlevan 2013. Dünyada biyoteknik yöntemlerin durumu ve geleceği. Teoriden Pratığe Biyoteknik Mücadele. In Birişik N. (ed.), *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayınları, Ankara* 73-79 pp.
- Kovancı O.B., & B. Pehlevan 2015. Combined use of mating disruption with early-season insecticide sprays for integrated control of codling moth in Turkey. *Lucrări Științifice*, 42 (2): 300-305.
- Liu T.X. & P.A. Stansly 1996. Toxicological effects of selected insecticides on *Nephaspis oculatus* (Col., Coccinellidae), a predator of *Bemisia argentifolii* (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology*, 120: 369-373.
- Milevoj L. 1997. Effects of food on the adult coccinellids *Coccinella septempunctata* L. *Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo*, 69: 137-140.
- Muştu M. & N. Kılınçer 2006. Coccinellidlerin parazitoitleri ve biyolojik savaşım açısından önemleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10: 63-69.
- Nikolova I. 2016. Side effects of two plant insecticides on natural enemies of insects in alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed production. *Acta Entomologica Serbica*, 21: 133-142.
- Obrycki J.J. & T.J. Kring 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43: 295-321.
- Rice R.E. & P. Kirsch 1990. Mating disruption of oriental fruit moth in the United States. In Ridgway R.L., R.M. Silverstein & M.N. Inscoe [eds.], *Behavior-modifying chemicals for insect management. Marcel Dekker Incorporated, New York* 193-211 pp.
- Rizvi N.H., T. Hussain, S.S. Ali & M.R. Rajput 1994. Comparative predatory behaviour of larva and adults of *Coccinella septempunctata* Linn. *Proceedings of Pakistan Congress of Zoology*, 12: 285-289.
- Samal S.F. & M.I. Misra 1982. The influence of avermectin on natural enemies in cotton fields. *Chinese Journal of Biological Control*, 15 (2): 101-103.
- Sarwar M. 2016. Biological control to maintain natural densities of insects and mites by field releases of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae). *International Journal of Entomology and Nematology*, 2 (1): 021-026.
- Schlotzhauer S.D. 2007. Elementary Statistics Using JMP®. *SAS Institute Inc, Cary, NC, USA* ([http://www.jmp.com/en\\_us/home.html](http://www.jmp.com/en_us/home.html)) (Erişim tarihi: 20 Ekim 2016).
- Singh S.R., K.F. Walters & G.R. Port 2001. Behaviour of the adult seven spot ladybird, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), in response to dimethoate residue on bean plants in the laboratory. *Bulletin of Entomological Research*, 91 (3): 221-226.

- Solangi B.K., A.G. Lanjar & M.K. Lohar 2007. Comparative toxicity of some insecticides on 4<sup>th</sup> instar grub of *Coccinella septempunctata* L. under laboratory conditions. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23 (4): 1091-1096.
- Stelinski L.L., P. Mcghee, M.A. Haas, A.L. Il'ichev & L.J. Gut (2007). Sprayable microencapsulated sex pheromone formulations for mating disruption of four tortricid Species: Effects of application height, rate, frequency, and sticker adjuvant. *Journal of Economic Entomology*, 100 (4): 1360-1369.
- Thomson D., J. Brunner, L. Gut, G. Judd & A. Knight 2001. Ten years implementing codling moth mating disruption in the orchards of Washington and British Columbia: starting right and managing for success. *IOBC-WPRS Bulletin*, 24: 23-30.
- Walker, K.R. & S.C. Welter 2001. Potential for outbreaks of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) in California apple orchards using mating disruption for codling moth suppression. *Journal of Economic Entomology*, 94: 373-380.
- Weatherston I. 1990. Principles of design of controlled release formulations. In Ridgeway R.L., R.M. Silverstein & M.N. Inscoe [eds.]; Behavior modifying chemicals for pest management: applications of pheromones and other attractants. *Marcel Dekker Incorporated, New York* 93-112 pp.
- Welter S.C., C. Pickel, J. Millar, F. Cave, R.A. Van Steenwyk & J. Dunley 2005. Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests. *California Agriculture*, 59: 16-22.
- Wiles J.A. & P.C. Jepson 1994. Sub-lethal effects of deltamethrin residues on the within-crop behaviour and distribution of *Coccinella septempunctata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 72 (1): 33-45.
- Witzgall P., P. Kirsch & A. Cork 2010. Sex pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36:80-100.