Türk. entomol. derg., 2015, 39 (4): 425-434
DOI: http://dx.doi.org/10.16970/ted.40371
ISSN 1010-6960

Orijinal araştırma (Original article)

Mısır (*Zea mays* L.)'da kullanılan bazı insektisitlerin *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'in ergin öncesi dönemlerine etkileri[1]

Effects of some insecticides used in maize (*Zea mays* L.) on preimaginal stages of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Alican KURTULUŞ[2*] **Serpil KORNOŞOR[2]**

Summary

Trichogramma evanescens Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is used for biological control of European corn borer *Ostrinia nubilais* Hübner (Lepidoptera: Crambidae), one of the key pest of maize (*Zea mays* L.) (Poales: Poaceae) in Turkey. Considering other pests, there is a need for integration of chemical control and *T. evanescens* releases. Therefore, effects of chemical insecticides on *T. evanescens* should be known. In this study, effects of insecticides chlorpyrifos ethyl, indoxacarb, chlorantraniliprole, deltamethrin, lambda-cyhalothrin and novaluron on the preimaginal developmental stages of *T. evanescens* were investigated using egg card dipping method in laboratory conditions. Blue egg cards containing approximately 125 parasitised *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) eggs were dipped into insecticide solutions prepared at the recommended dose for 5 second at each developmental stage of *T. evanescens*. Emergence ratio, parasitism capacity, emergence and sex ratio of offsprings were determined. Chlorpyrifos ethyl caused 100% death for all developmental stages and classified as harmful (4) according to the guidelines of IOBC. Deltamethrin and lambda-cyhalothrin was harmless (1) to emergence ratio, but caused reduction on the parasitism capacity (2) and the sex ratio of F_1. Novaluron was slightly harmful (2) when applied during the egg-larval period and harmless to F_1. Chlorantraniliprole and indoxacarb were harmless (1) for all developmental stages.

Keywords: Maize, insecticides, parasitoid, *Trichogramma evanescens*, side effect

Özet

Trichogramma evanescens Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Türkiye'de mısırın ana zararlılarından biri olan Mısırkurdu (*Ostrinia nubilais* Hübner) (Lepidoptera: Crambidae)'nun biyolojik mücadelesinde kullanılmaktadır. Diğer zararlılar da düşünüldüğünde entegre mücadele kapsamında *T. evanescens* salımlarının kimyasal mücadele ile kombine edilmesi gerektiği görülmektedir. Bu yüzden mısırda kullanılan insektisitlerin *T. evanescens* üzerindeki etkilerin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada mısırda ruhsatlı insektisitlerden chlorpyrifos ethyl, indoxacarb, chlorantraniliprole, deltamethrin, lambda-cyhalothrin ve novaluron'un *T. evanescens'in* ergin öncesi dönemlerine etkileri yumurta kartı daldırma yöntemi kullanılarak laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Yaklaşık 125 parazitlenmiş *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtası içeren yumurta kartları, parazitoidin yumurta-larva, prepupa ve pupa dönemlerinde, önerilen dozda hazırlanan insektisit solüsyonlarına 5 saniye süreyle daldırılmış, çıkış oranları, parazitleme kapasitesi, F_1'in çıkış ve eşey oranları belirlenmiştir. Chlorpyrifos ethyl, tüm dönemlerde % 100 ölüme neden olmuş ve IOBC sınıflandırmasına göre 4. sınıfta (zararlı) yer almıştır. Deltamethrin ve lambda-cyhalothrin, çıkış oranlarına bakıldığında zararsızken (1), parazitleme kapasitesinde (2) ve F_1'deki eşey oranında azalmaya yol açmıştır. Novaluron'un *T. evanescens*'in larva dönemine az zararlı olduğu (2), ancak bu zararın F_1'e yansımadığı görülmüştür. Chlorantraniliprole ve indoxacarb, *T. evanescens*'in tüm ergin öncesi dönemlerine zararsızdır (1).

Anahtar sözcükler: Mısır, insektisitler, parazitoit, *Trichogramma evanescens*, yan etki

[1] Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinin bir bölümüdür

[2] Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Adana
* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: alicankurtulus@hotmail.com

Alınış (Received): 08.05.2015 Kabul ediliş (Accepted): 17.12.2015 Çevrimiçi Yayın Tarihi (Published Online): 25.12.2015

Giriş

Türkiye'de mısır (*Zea mays* L.) (Poales: Poaceae) 660 bin ha alanda yetiştirilmekte olup yaklaşık 5.900.000 ton ile en çok üretilen üçüncü tahıl konumundadır. Bu üretimin % 20'sinden fazlasını karşılayan Çukurova'da mısır birinci ve ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir (Anonymous, 2015). Birinci üründe tohum ilaçlaması yapılan Bozkurt (*Agrotis* spp.) (Lepidoptera: Noctuidae) ve Telkurdu (*Agriotes* spp.) (Coleoptera: Elateridae) dışında entomolojik problem görülmezken ikinci üründe durum farklıdır (Kornoşor, 1999). Özellikle Mısırkurdu *Ostrinia nubilais* Hübner (Lepidoptera: Crambidae) ve Mısır koçankurdu *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae), artan popülasyon ve kısalan döl süresine bağlı olarak mücadele yapmadan ekonomik anlamda üretim yapmayı olanaksız kılmaktadır (Kornoşor & Kayapınar, 1989; Kornoşor et al., 1995; Kornoşor, 1999).

Trichogramma Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) cinsi başta Lepidoptera olmak üzere birçok takıma ait böceklerin yumurta parazitoti olarak bilinen bir cins olup dünya geneline yayılmış 210 civarında türü içermektedir ve bu türlerden en az 12 tanesi ticari olarak biyolojik mücadelede kullanılmaktadır (Smith, 1996; Pinto, 1998; Consoli et al., 2010). Kolay ve hızlı üretilebilmelerinin yanı sıra zararlıların yumurta dönemine etki edip zararı oluşmadan önce engellemelerinden dolayı büyük önem kazanmışlardır (Smith, 1996; Mills, 2010; Mansour, 2010).

Türkiye'de şimdiye kadar sekiz *Trichogramma* türü tespit edilmiştir (Öztemiz et al., 2013). Bunların arasında yayılışı, etkinliği ve biyolojik mücadelede kullanımından dolayı *T. evanescens* ön plana çıkmaktadır. Çukurova mısır ekilişlerinin % 5'inde bu doğal düşman kullanılarak Mısır kurdu'na karşı biyolojik mücadele uygulanmaktadır ve uygulamaların etkinliği %88,3'e kadar ulaşmaktadır (Öztemiz & Kornoşor, 2007). Ancak başta *S. nonagrioides* olmak üzere diğer zararlılar da hesaba katıldığında tek başına *Trichogramma* salımı yeterli olmamakta, insektisit uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte *O. nubilalis* mücadelesinde biyolojik ve kimyasal mücadeleyi bir arada kullanmanın, iki yöntemin ayrı uygulanmasından daha etkili, daha ekonomik ve çevre dostu olduğu ortaya konulmuştur (Chapman et al., 2009; Gardner et al., 2011). Bu yüzden *Trichogramma* salımı entegre mücadelenin bir parçası olarak düşünülmelidir ve kimyasal mücadele ile ilişkileri dikkate alınmalıdır.

Dünyada pestisitlerin *Trichogramma* türleri üzerindeki etkilerine yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Consoli et al., 1998; Kakakhel & Hassan, 2000; Vieira et al., 2001; Saber et al., 2004; Ksentini et al., 2010; Wang et al., 2014; Ko et al., 2015). Wang et al. (2014), kuru film yöntemiyle 7 farklı kimyasal gruptan insektisitlerin *T. evanescens* erginlerine etkilerini incelemiş, organofosfatların çok zararlı, avermektin, piretroid ve neonikotinoidlerin az zararlı ve IGR'ların zararsız olduğunu bildirmiştir. Bull & Coleman (1985) *Trichogramma* ergin öncesi dönemlerinin, yumurta içerisinde bulunduğundan dolayı pestisitlere nispeten dirençli olduğunu bildirmektedir. Consoli et al. (1998), *Trichogramma pretiosum* Riley ergin öncesi dönemlerinde organofosfat olan penthoate'ın % 100 ölüme yol açtığını, lambda-cyhalothrin'in yumurta-larva dönemine az zararlı, diğer dönemlerine zararsız olduğunu bildirmiştir. Costa et al. (2014) fipronil, lambda-cyhalothrin+thiametoxam, thiametoxam ve spinosad'ın *Trichogramma galloi* Zucchi üzerindeki olumsuz etkilerinin bir sonraki döle de aktarıldığını tespit etmiştir.

İnsektisitlerin *T. evanescens*'in ergin öncesi dönemlerine etkileri üzerinde çok az çalışma vardır (Ksentini et al., 2010). Bu çalışmada Türkiye'de mısırda ruhsatlı farklı etki mekanizmalarına sahip insektisitlerin *T. evanescens* ergin öncesi dönemleri üzerindeki etkileri ve bu etkilerin bir sonraki döle

yansımaları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar IOBC laboratuvar koşullarında yan etki sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Böcek kültürleri

Çalışmada kullanılan *T. evanescens* ve laboratuvar konukçusu *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyrallidae) stok kültürleri Adana Biyolojik Mücadele Enstitüsü'nden temin edilmiştir. *E. kuehniella* larvaları 1:1 oranında buğday unu-mısır unu içeren besinlerde 25±1^{O}C sıcaklık, %60 bağıl nem ve 0:24 A:K koşullarında üretilmiş, 100 gr besin için ~1000 *E. kuehniella* yumurtası kullanılmıştır.

Trichogramma evanescens üretimi UV ışını ile steril edilen 1-2 gün yaşında *E. kuehniella* yumurtaları üzerinde; 25±1°C sıcaklık, %70 bağıl nem ve 14:10 A:K koşullarındaki inkübatörlerde gerçekleştirilmiştir. Konukçu yumurtaları 6.5x1.2 cm boyutlarındaki kartlara % 50'lik Arap zamkı ile yapıştırılarak 8x1.5 cm boyutlarındaki cam tüplerdeki *T. evanescens* erginlerine sunulmuştur. Yumurta kartları 24 saat sonra erginlerden ayrılarak yeni tüplere konmuş, ergin beslenmesi için tüp içerisine ince şerit şeklinde % 50'lik bal çözeltisi sürülmüştür.

İnsektisitler

Denemede Türkiye'de mısırda ruhsatlı olan chlorpyrifos ethyl, indoxacarb, chlorantraniliprole, deltamethrin, lambda-cyhalothrin ve novaluron etkili maddelerine sahip insektisitler önerilen dozlarında kullanılmıştır. Kullanılan insektisitlerin ticari isimleri ve önerilen dozları Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca kontrol olarak distile su kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan insektisitlerin ticari adları, formülasyonları ve önerilen dozları

Aktif madde (a.m.)	Ticari adı (firma)	(a.m. g L^{-1})	Formülasyon	Grup[1]	Doz (ml da^{-1})[2]
Chlorpyrifos ethyl	Dursban 4 (Dow)	480	EC	Organofosfat	180
Indoxacarb	Avaunt (DuPont)	150	SC	Diamid	30
Chlorantraniliprole	Coragen (DuPont)	200	SC	Indoxacarb	15
Deltamethrin	Decis (Bayer)	25	EC	Piretroid	50
Lambda-cyhalothrin	Karate Zeon (Syngenta)	50	SC	Piretroid	30
Novaluron	Rimon (Flogaz)	100	EC	Benzoylüre	60

[1]IRAC 2014
[2] 100 l su da^{-1}

Parazitoit ergin öncesi dönemlerine etki

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 8 tekerrürlü olarak kurulmuş olup her tekerrür 3 adet yumurta kartından oluşmaktadır. Yaklaşık 125 adet 0-24 saat yaşında steril *E. kuehniella* yumurtası 3x1 cm boyutlarındaki mavi kartların üzerine 5 mm çapında bir alana sürülen arap zamkı ile yapıştırılarak cam tüpler içerisinde *T. evanescens* dişilerine maruz bırakılmıştır (Carvalho et al., 2010).Yumurtaların tamamının parazitlenmesi için yeterli olan 24 saatlik süre ardından kartlar tüplerden alınıp üzerinde kalan *T. evanescens* dişileri fırça yardımıyla temizlenmiş, kartlarda bulunan parazitlenmiş yumurtalar sayılmıştır. Parazitlenmenin ardından parazitoitin yumurta-larva, prepupa ve pupa dönemlerini temsil eden 0-24, 72-96 ve 168-192 saatlik süreler sonrasında (Consoli et al., 1999, 2001), hazırlanan ilaç çözeltilerine 5 saniye süre ile daldırılmıştır. Ardından kartlar 1 saat süreyle kurutma kâğıtları üzerinde bekletilerek kurumaları sağlanmıştır ve 8x1.5 cm boyutlarındaki cam tüplere ayrı ayrı yerleştirilerek yukarıda koşulları belirtilen iklim kabinlerine yerleştirilmişlerdir. Bu koşullarda 9 günde açıldığı bilinen

yumurtalar 14. günde kontrol edilerek üzerinde parazitoit çıkış deliği bulunan yumurtalar sayılmıştır. F_0çıkış oranı = [(parazitoit çıkışı olan yumurta/∑ parazitlenmiş yumurta)*100] formülü ile hesaplanmıştır.

İnsektisitlerin F_1 üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla her uygulamadan 24 adet çiftleşmiş dişi parazitoit tek tek tüplere alınmış, %50'lik bal ile beslenmiş ve 24 saat süresince üzerinde ~125 adet steril *E. kuehniella* yumurtası bulunan kartlar sunulmuştur. Bu sürenin ardından kartlar dişilerden ayrılıp tek tek tüplere alınmış ve iklim kabininde gelişmeye bırakılmıştır. Parazitlenmenin ardından 6-7. günlerde kararan yumurtalar sayılarak (Rodriguez et al., 1994) dişi başına parazitleme sayısı belirlenmiş ve % çıkış =[(parazitoit çıkışı olan yumurta/∑ parazitlenmiş yumurta)*100] F_1'in çıkış oranı hesaplanmıştır. Ayrıca çıkış yapan bireyler sayılarak =[∑dişi/∑(dişi+erkek)] formülüyle pestisitlerin F_1'deki eşey oranına etkileri gözlemlenmiştir.

İstatistiksel analizler

Tüm verilere Shapiro-Wilk normalite testi uygulanarak verilerin normal dağılım gösterdiği doğrulanmıştır. Çıkış oranı ve dişi oranına ait verilere arcsin karekök transformasyonu uygulanmış, tablolarda transformasyon uygulanmamış veriler sunulmuştur. Veriler varyans analizine tabi tutulmuş, uygulamalar arasındaki farkların anlamlı olduğu durumlarda Tukey testi kullanılmıştır ($P < 0.05$). Tüm analizlerde IBM SPSS 21 paket programı (SPSS, 2012) kullanılmıştır.

Uygulamaların parazitoidin çıkış oranı (F_0,F_1) ve parazitleme kapasitesine (F_0) etkileri (=R), "R= 100-[(uygulama sonucu-kontrol sonucu) x 100]" formülüne göre hesaplanmıştır (Hassan, 1998). Etki sınıflandırması IOBC'nin önerdiği üzere (Sterk et al., 1999) yapılmış; Sınıf 1 = zararsız (R < % 30), Sınıf 2 = az zararlı (% 30 ≤R< %80), Sınıf 3= orta derecede zararlı (% 80 ≤R< %99), Sınıf 4= zararlı (R≥ %99) olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çıkış oranına etki

Ergin öncesi gelişme dönemlerinde yapılan uygulamalar sonrasında çıkış oranlarında önemli azalmalar meydana gelmiştir (yumurta-larva, F=176,08; df= 6-49; P < 0,001: prepupa, F=155,55; df= 6-49; P < 0,001: pupa, F=146,25; df= 6-49; P < 0,001) (Çizelge 2). Chlorpyrifos ethyl uygulanan tüm dönemlerde çıkış olmamıştır. Maia et al. (2013), *T. atopovirilia* üzerinde yaptığı çalışmada ergin öncesi chlorpyrifos ethyl uygulamasından sonra çıkışın %89 olduğunu ancak çıkıştan kısa süre sonra tüm bireylerin öldüğünü belirtmektedir. Bu çalışmada chlorpyrifos ethyl, uygulandığı tüm dönemlerde zararlı (IOBC sınıf 4) (Sterk et al., 1999) sınıfında yer almıştır (Çizelge 2).

Yumurta-larva ve prepupa döneminde yapılan uygulamalarda lambda-cyhalothrin çıkış oranını önemli ölçüde etkilemezken pupa dönemi uygulamasında çıkış oranını % 10 azaltmıştır. Deltamethrin, yumurta-larva dönemi uygulamalarında çıkışı %23,6 azaltmış, prepupa ve pupa döneminde kontrole göre önemli bir azalmaya yol açmamıştır. Her iki insektisit IOBC sınıflandırmasına göre *T. evanescens* ergin öncesi dönemleri için zararsızdır. Hohmann (1991;1993), sentetik piretroidlerin*T. pretiosum* üzerinde bu çalışmadaki gibi zararsız olduğunu bildirmiştir. Vieira et al. (2001) *T. cordubensis* ergin öncesi dönemlerde lambda-cyhalothrin ve deltamethrin uygulamaları sonrası % 40 ve % 26 civarında azaldığını tespit etmiştir. Ksentini et al. (2010), deltamethrin'in 3 *Trichogramma* türü ergin öncesi dönemleri için IOBC sınıf 3'te yer aldığını belirtmektedir. Daldırma süresinin 10 saniye olması bu çalışmayla aradaki farkı yaratan bir etken olabilir. Suh et al. (2000) ise ergin öncesi lambda-cyhalothrin ve deltamethrin uygulamaları sonrası *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner çıkışının %1,4 ve 2,2 olduğunu bildirmiştir. Çıkış oranının, diğer çalışmalara göre oldukça düşük olduğu çalışmada konukçu olarak *Helicoverpa zea*

(Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) yumurtaları kullanılmıştır ve farkın bundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. *Ephestia kuehniella* yumurtası içerisindeki *Trichogramma evanescens*'in farklı gelişim dönemlerinde yapılan insektisit uygulamaları sonrası yüzde çıkış oranları (Ort±SH)

İnsektisit	Uygulamaya maruz kalan parazitoit dönemi								
	Yumurta-larva			Prepupa			Pupa		
	Çıkış oranı (%)*	ÇA[1] (%)	Sınıf[2]	Çıkış oranı (%)*	ÇA[1] (%)	Sınıf[2]	Çıkış oranı (%)*	ÇA[1] (%)	Sınıf[2]
Kontrol	96,42±1,0 a	-	-	93,63±1,6 a	-		92,75±0,9 a	-	-
Chlorpyrifos-Ethyl	0,00±0,0 d	100	4	0,00±0,0 c	100	4	0,00±0,0 c	100	4
Indoxacarb	71,52±2,9 bc	25,8	1	74,46±2,5 b	20,5	1	75,73±3,0 b	18,4	1
Chlorantraniliprole	79,52±1,5 bc	17,5	1	92,74±2,3 a	1	1	91,14±2,0 a	1,7	1
Deltamethrin	73,62±3,4 bc	23,6	1	90,09±3,0 a	3,8	1	86,19±3,5 ab	7,1	1
Lambda-cyhalothrin	89,57±2,5 a	7,1	1	90,78±1,9 a	3	1	83,46±3,0 ab	10	1
Novaluron	60,7±4,3 c	37	2	92,49±2,8 a	1,2	1	78,31±3,7 b	15,6	1

[1] Parazitleme kapasitesinde azalma
[2] Sterk et al. (1999)'a göre etki sınıflandırması
*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark Tukey testine göre anlamlıdır (P<0,05).

Indoxacarb, uygulandığı tüm dönemlerde %18,4-25,8 arasında çıkışı azaltırken chlorantraniliprole sadece yumurta-larva dönemi uygulamasında çıkışta önemli azalmaya yol açmıştır. Her iki insektisit ergin öncesi dönemlere zararsızdır (IOBC sınıf 1). Sattar et al. (2011), indoxacarb'ın *Helicoverpa armigera* Hübner yumurtaları içerisindeki *T. chilonis*'in yumurta-larva dönemlerine zararsız, prepupa ve pupa dönemlerine az zararlı olduğunu bildirmektedir. Hussain et al. (2012) ise *Sitotroga cerealella* Oliver (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtaları içerisindeki *T. chilonis*'in ergin öncesi dönemlerine yapılan chlorantraniliprole uygulamalarında %17,8-70 arasında çıkış olduğunu belirtmektedir. Bu iki çalışmada kullanılan konukçu yumurtası yapılan bu çalışmadakinden farklıdır. Farklı sonuçların konukçu yumurtası geçirgenliğindeki farklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Brugger et al. (2010) ise chlorantraniliprole'un 3 *Trichogramma* türünün ergin öncesi dönemlerine, bu çalışmada olduğu gibi etkisiz olduğunu bildirmektedir.

Novaluron ise pupa döneminde önemli bir etki göstermezken özellikle yumurta-larva dönemi uygulamalarında %37'lik ve pupa dönemi uygulamalarında % 15,6'lık bir azalmaya sebep olmuştur. Novaluron, yumurta-larva döneminde uygulandığında az zararlıdır (IOBC sınıf 2). Maia et al. (2013), *T. atopovirilia*'da ve Carvalho et al. (2010) *T. pretiosum*'da novaluron'un tüm ergin öncesi dönemlere zararsız olduğunu bildirmektedir. Aradaki farkın türden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmada da novaluron, az zararlı sınıf değerinin hemen üzerinde yer almıştır (% 37).

Parazitleme oranına etki

Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan ilaçlar *T. evanescens* dişilerinin parazitlediği yumurta sayılarında önemli azalmalara yol açmıştır (yumurta-larva, F=2,38; df= 5-42; P = 0,054: prepupa, F=6,84; df= 5-42; P < 0,001: pupa, F=5,44; df= 5-42; P = 0,001) (Çizelge 3). Chlorpyrifos ethyl uygulaması sonrası çıkış yapan birey olmadığından bu denemeye alınmamıştır.

Lambda-cyhalothrin yumurta-larva, prepupa ve pupa dönemleri uygulamalarında parazitlemeyi sırasıyla % 33,7, 44,5 ve 45,7 oranında azaltırken deltamethrin % 26,2, 39,2 ve 32,4 oranında düşürmüştür. Parazitleme kapasitesindeki azalma bakımından lambda-cyhalothrin, uygulandığı tüm dönemlerde, deltamethrin ise prepupa ve pupa dönemlerinde az zararlı (IOBC sınıf 2) kategorisinde yer

almıştır (Çizelge 3). Consoli et al. (1998), ergin öncesi lambda-cyhalothrin uygulamalarının *T.pretiosum*'un parazitleme kapasitesinin 30-34 yumurta/gün/dişi olduğunu bildirmiştir. Kontrole göre anlamlı bir düşüş görülmekte ve bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Consoli et al. (2001), bazı kimyasalların konukçu yumurtasını aşıp *Trichogramma* ergin öncesi dönemlerine etki edemediğini, ancak çıkış sırasında, çıkış deliği açmak için yumurta kabuğunu çiğnerken kimyasalları bünyelerine aldıklarını ve bu nedenle çıkış sırasında ölümler görülebildiğini bildirmektedir. Bu çalışmada da *T. evanescens* çıkış oranlarını önemli ölçüde düşürmeyen sentetik piretroidleri bünyelerine çıkış sırasında yumurta kabuğunu çiğnerken aldıkları düşünülmektedir.

Çizelge 3. *Ephestia kuehniella* yumurtası içerisindeki *Trichogramma evanescens*'in farklı gelişim dönemlerinde yapılan insektisit uygulamaları sonrası parazitlediği yumurta sayıları (Ort±SH)

İnsektisit	Uygulamaya maruz kalan parazitoit dönemi								
	Yumurta-larva			Prepupa			Pupa		
	Parazitleme	PA[1] (%)	Sınıf[2]	Parazitleme[*]	PA[1] (%)	Sınıf[2]	Parazitleme[*]	PA[1] (%)	Sınıf[2]
Kontrol	57,29±4,3	-	-	59,79±4,1 a	-	-	51,75±4,0 a	-	-
Chlorpyrifos-Ethyl	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø
Indoxacarb	47,92±5,2	16,4	1	51,46±4,0 ab	13,9	1	44,88±4,2 ab	13,3	1
Chlorantraniliprole	50,67±5,4	11,6	1	48,88±4,0 abc	18,3	1	41,79±3,3 abc	19,2	1
Deltamethrin	42,29±2,3	26,2	1	36,38±3,0 bc	39,2	2	35,00±3,6 bc	32,4	2
Lambda-cyhalothrin	37,96±3,2	33,7	2	33,21±4,0 c	44,5	2	28,08±2,1 c	45,7	2
Novaluron	44,71±5,1	22	1	43,58±3,4 bc	27,1	1	41,25±3,4 abc	20,3	1

[1] Parazitleme kapasitesinde azalma
[2] Sterk et al. (1999)'a göre etki sınıflandırması
[Ø] Yeterli sayıda dişi olmadığından denemeye alınmamıştır
[*] Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark Tukey testine göre anlamlıdır (P<0,05).

Indoxacarb ve chlorantraniliprole, çıkış yapan erginlerin parazitleme kapasitesinde önemli düşüşlere yol açmamıştır ve zararsızdır (IOBC sınıf 1). Wang et al. (2012), indoxacarb'ın *T. chilonis*'in parazitleme kapasitesinde artışa yol açtığını tespit etmiştir.

Novaluron % 20,3-27,1 arasında değişen oranlarda azalmaya yol açmıştır ve IOBC sınıflandırmasına göre zararsızdır. Carvalho et al. (2010), bu çalışmaya benzer şekilde novaluron'un *T. pretiosum*'un ergin öncesi dönemlerinin parazitleme kapasitesine etkisiz olduğunu bildirmektedir.

F_1 çıkış oranına etki

İnsektisitlere maruz kalan dölün parazitlediği yumurtalardan çıkış yapan bireylerin oranlarında (F_1) anlamlı farklar gözlenmiştir(yumurta-larva, F=7,63; df= 5-42; P < 0,001: prepupa, F=6,29; df= 5-42; P < 0,001: pupa, F=11,33; df= 5-42; P < 0,001) (Çizelge 4). Yumurta-larva, prepupa ve pupa uygulamaları ardından F1 çıkışındaki azalma oranları deltamehrin için sırasıyla % 12,8, 15,4 ve 29,2 olurken lambda-cyhalothrin için 25,5, 16,3 ve 29 olarak belirlenmiştir. Indoxacarb ve chlorantraniliprole F_1 çıkış oranını etkilememiştir. Novaluron için ise larva dönemi uygulaması sonrası F_1 çıkışında % 18'lik bir azalma görülmüş, diğer dönemlerdeki uygulamalarda önemli bir azalma meydana gelmemiştir.

IOBC sınıflandırması temel alındığında tüm uygulamaların F_1 çıkış oranına etkileri 1. sınıfta (zararsız) yer almıştır. Ancak deltamethrin ve lambda-cyhalothrin'in pupa dönemlerine bakıldığında (%29,2 ve 29) sınırda olduğu görülmektedir (<% 30) (Çizelge 4). Garcia et al. (2006) *T. cordubensis* prepupa döneminde yapılan deltamethrin uygulamasının F_0'da çıkış oranını etkilemezken F_1'de kontrole göre önemli ölçüde azalttığını tespit etmiştir ve bunu parazitoidin çıkış sırasında konukçu yumurtasındaki insektisit kalıntısına maruz kalmasına bağlamıştır. Vianna et al. (2009) iki sentetik piretroidin (beta-cyfulthrin ve esfenvalerate) ilaca maruz kalmayan F_1dölünün parazitleme kapasitesinde düşüş gözlemlemiştir. Wang et al. (2012) ise *T. chilonis* üzerinde indoxacarb subletal dozlarının F_1 çıkış oranının

kontrole göre aynı olduğunu bildirmiştir. Carvalho et al. (2010) Yumurta-larva, prepupa ve pupa dönemindeki novaluron uygulamalarının *T. pretiosum* F_1 bireylerinin parazitleme kapasitesinde çok az bir azalmaya yol açtığını ve insektisitin her üç döneme zararsız (Sınıf 1) olduğunu bildirmiştir. Sonuçların bu çalışmayla paralel olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. *Ephestia kuehniella* yumurtası içerisindeki *Trichogramma evanescens*'in farklı gelişim dönemlerinde yapılan insektisit uygulamaları sonrası F_1'deki yüzde çıkış oranları (Ort±SH)

İnsektisit	Uygulamaya maruz kalan parazitoit dönemi								
	Yumurta-larva			Prepupa			Pupa		
	Çıkış oranı (%)*	ÇA[1] (%)	Sınıf[2]	Çıkış oranı (%)*	ÇA[1] (%)	Sınıf[2]	Çıkış oranı (%)*	ÇA[1] (%)	Sınıf[2]
Kontrol	90,77±2,3 a	-	-	87,45±2,8 ab	-	-	89,76±2,6 a	-	-
Chlorpyrifos-Ethyl	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø
Indoxacarb	88,11±4,1 a	2,9	1	90,59±2,7 ab	-3,6	1	89,40±3,0 a	0,4	1
Chlorantraniliprole	84,61±2,7 ab	6,8	1	89,55±3,3 ab	-2,4	1	86,45±2,2 a	3,7	1
Deltamethrin	79,19±2,7 abc	12,8	1	73,99±2,7 bc	15,4	1	63,55±4,7 b	29,2	1
Lambda-cyhalothrin	67,59±3,1 c	25,5	1	73,22±4,1 c	16,3	1	63,71±1,6 b	29	1
Novaluron	74,43±4,4 bc	18	1	82,83±2,4 abc	5,3	1	82,59±4,5 a	8	1

[1] Çıkış oranında azalma
[2] Sterk et al. (1999)'a göre etki sınıflandırması
ø Yeterli sayıda dişi olmadığından denemeye alınmamıştır
* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark Tukey testine göre anlamlıdır (P<0,05).

F_1 eşey oranına etki

İnsektisit uygulamaları sonrasında F_1dölünün eşey oranında önemli farklar meydana gelmiştir (yumurta-larva, F=11,43; df= 5-42; P < 0,001: prepupa, F=25,52; df= 5-42; P < 0,001: pupa, F=25,8; df= 5-42; P < 0,001) (Çizelge 5).

Çizelge 5. *Ephestia kuehniella* Zeller yumurtası içerisindeki *Trichogramma evanescens*'in farklı gelişim dönemlerinde yapılan insektisit uygulamaları sonrası F_1'deki yüzde eşey oranları (Ort±SH)

İnsektisit	Uygulamaya maruz kalan parazitoit dönemi		
	Yumurta-larva	Prepupa	Pupa
	Dişi oranı (%)*	Dişi oranı (%)*	Dişi oranı (%)*
Kontrol	57,52±2,4 a	60,98±2,2 a	59,49±2,9 a
Chlorpyrifos-Ethyl	ø	ø	ø
Indoxacarb	58,01±2,3 a	60,42±2,8 a	56,95±3,7 a
Chlorantraniliprole	56,41±3,3 a	62,68±3,2 a	59,93±2,2 a
Deltamethrin	40,47±2,7 b	33,63±2 b	34,8±2,6 b
Lambda-cyhalothrin	38,65±2,5 b	31,24±3,9 b	29,4±1,9 b
Novaluron	54,81±2,6 a	58,34±2,9 a	56,17±2,5 a

ø Yeterli sayıda dişi olmadığından denemeye alınmamıştır
* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark Tukey testine göre anlamlıdır (P<0,05).

Sentetik piretroidler grubunda yer alan iki insektisit, deltamethrin ve lambda-cyhalothrin, tüm dönemlerdeki uygulamalarda F_1'deki dişi oranını önemli ölçüde düşürmüştür. Diğer insektisitler F_1'deki dişi oranında anlamlı bir değişikliğe yol açmamışlardır. Wang et al. (2012), Indoxacarb'ın *T. chilonis* F1 bireylerinin dişi oranında kontrole göre bir miktar azalmaya sebep olmasına rağmen aynı grupta yer aldığını bildirmiştir. Bazı çalışmalarda piretroidlerin parazitoidlerin sonraki döllerinde eşey oranlarını etkilediği görülürken (Wang et al., 2012) bazı çalışmalarda böyle bir etki görülmemiştir (Saber et al., 2005;

Bayram et al., 2010). Costa et al. (2014), lambda-cyhalothrin+thiodicarb'ın *T. galloi* ergin öncesi uygulamalarında F_1'deki dişi oranının 0,07-0,35 arasında olduğunu tespit etmiştir. Carvalho et al. (2010) novaluron'un prepupa dönemi uygulamasında *T. pretiosum*'un F_1 eşey oranını düşürdüğünü, diğer dönemlerde etkilemediğini belirtmektedir. Bu çalışmada novaluron, uygulandığı hiçbir gelişme döneminde F_1'deki eşey oranını etkilememiştir.

Sonuç olarak, denemede kullanılan insektisitlerden chlorpiyrifos ethyl'in *T. evanescens*'in tüm ergin öncesi dönemlerine çok zararlı olduğu görülmüştür. Konukçu yumurtası içerisinde olan ergin öncesi dönemlerin nispeten korunaklı olduğu bilinmektedir. Buna rağmen tüm uygulamalarda % 100 ölüme neden olan chlorpyrifos ethyl'in mısırda entegre mücadele uygulamaları içerisinde düşünülemeyeceği görülmüştür. Sentetik piretroidler için ergin öncesi dönemlerin korunaklı olduğu görülmüştür. Ancak denemede kullanılan iki sentetik piretroid olan deltamethrin ve lambda-cyhalothrin'in çıkış sonrası parazitleme kapasitesini ve F_1'in dişi oranını düşürdüğü belirlenmiştir. Novaluron ise *T. evanescens*'e larva döneminde uygulandığında çıkış ve parazitleme kapasitesini düşürmüştür. Chlorantraniliprole ve indoxacarb, tüm uygulamalarda zararsız olarak bulunmuştur ve entegre mücadele kapsamında kullanımları uygundur.

Teşekkür

ZF2011D18 no'lu doktora projesi kapsamında yürütülen bu çalışmayı destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

Yararlanılan Kaynaklar

Anonymous, 2015. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alan ve üretim miktarları. (Web sayfası: http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1562), (Erişim tarihi: Şubat 2015).

Bayram, A., G. Salerno, A. Onofri & E. Conti, 2010. Lethal and sublethal effects of preimaginal treatments with two pyrethroids on the life history of the egg parasitoid *Telenomus busseolae*. BioControl, 55:697-710.

Brugger, K. E., P. G. Cole, I. C. Newman, N. Parker, B. Scholz, P. Suvagia, G. Walker & T. G. Hammond, 2010. Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. Pest Management Science, 66(10): 1075-1081.

Bull, D. L. & R. J. Coleman, 1985. Effects of pesticides on *Trichogramma* spp. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Southwestern Entomologist, 8: 156-168.

Carvalho, G. A., M. S. Godoy, D. S. Parreira & D. T. Rezende, 2010. Effect of chemical insecticides used in tomato crops on immature *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Revista Colombiana De Entomologia, 36: 10-15.

Chapman, A. V., T. P. Kuhar, P. B. Schultz, T. W. Leslie, S. J. Fleischer, G. P. Dively & J. Whalen, 2009. Integrating chemical and biological control of European corn borer in bell pepper. Journal of Economic Entomology, 102: 287-95.

Consoli, F. L.,J. R. P. Parra & S. A. Hassan, 1998. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie, 122: 43-47.

Consoli, F. L.,M. M. Rossi & J. R. P. Parra, 1999. Development time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Revista Brasileira de Entomologia, 43: 271-275.

Consoli, F. L.,P. S. M. Botelho & J. R. P. Parra, 2001. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie, 125: 37-43.

Consoli, F.L., J.R.P. Parra & R.A. Zucchi, 2010. Egg Parasitoids in Agroecosystems With Emphasis on *Trichogramma.* Springer, Heidelberg, London, New York, 479 pp.

Costa, M. A., V. F. Moscardini, P. da Costa Gontijo, G. A. Carvalho, R. L. de Oliveira & H. N. de Oliveira, 2014. Sublethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ecotoxicology, 23(8):1399-408.

Garcia, P., S. Cabral, L. Oliveira & A. Rodrigues, 2006. Effects of deltamethrin on the reproduction of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biocontrol Science and Technology, 16(7):699-708.

Gardner, J., M. P. Hoffmann, S. A. Pitcher & J. K. Harper, 2011. Integrating insecticides and *Trichogramma ostriniae* to control European corn borer in sweet corn: Economic analysis. Biological Control, 56(1): 9-16.

Hassan, S. A., B. Hafes, P. E. Degrande & K. Herai, 1998. The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie, 122: 569-573.

Hohmann, C. L., 1991. Efeito de diferentes insecticidas sobre a emergencia de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Anais da Sociedade Entomolo´gica do Brasil, 20(1):59-65.

Hohmann, C. L., 1993. Efeito de alguns insecticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, 22(3):563-568.

Hussain, D., A. Ali, M. Mushtaq-ul-Hassan, S. Ali, M. Saleem & S. Nadeem, 2012. Evaluation of toxicity of some new insecticides against egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammitidae). Pakistan Journal of Zoology, 44: 1123-1127.

IRAC Insecticide Resistance Action Committee, 2014. Mode of Action Classification Scheme. (Web sayfası: http://www.irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf), (Erişim tarihi: 02/2015).

Kakakhel, S.A. & S.A. Hassan, 2000. The side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg parasite. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3(6): 1011-1013.

Ko, K., Y. D. Liu, M. L. Hou, D. Babendreier, F. Zhang & K. Song, 2015. Toxicity of insecticides targeting rice planthoppers to adult and immature stages of *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Economic Entomology, 108: 69-76.

Kornoşor, S. & A. Kayapınar, 1988. Çukurova Bölgesi mısırlarında zarar yapan Mısırkurdu (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera, Pyralidae)'nun yıllık döl sayısı ve populasyon gelişmesi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 13(1):15-24.

Kornoşor, S., S. Coşkuntuncel & E. Sertkaya,1995. “Population development of egg parasitoids *Trichogramma evanescens* Westwood and *Platytelenomus busseolae* (Gahan) on the eggs of *Ostrinia nubilalis* Hübner and *Sesamia nonagrioides* Lef. in the Southeast Mediterranean region of Turkey, 91-96”. Proceedings of the XVIIIth Conference of the International Working Group on the European Corn Borer and Other Maize Pests.(11-16 September 1995,Turda, Romania), 133 pp.

Kornoşor, S., 1999. “Entomological problems of maize in Turkey, 14-23”. Proceedings of the XXth Conference of the International Working group on Ostrinia and other Maize Pests (4-10 September 1999, Adana, Turkey), 197 pp.

Ksentini, I., T. Jardak & N. Zeghal, 2010. Bacillus thuringiensis, deltamethrin and spinosad side-effects on three *Trichogramma* species. Bulletin of Insectology, 63(1): 31-37.

Maia, J. B., G. A. Carvalho, R. L. De Oliveira, O. Lasmar & M. I. S. Leite, 2013. Effects of insecticides used in corn on immature stages of *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Revista Colombiana De Entomologia, 39: 205-210.

Mansour, M., 2010. Effects of gamma radiation on the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, eggs and acceptability of irradiated eggs by *Trichogramma cacoeciae* females. Journal of Pest Science, 83(3): 243-249.

Mills, N., 2010. “Egg Parasitoids in Biological Control And Integrated Pest Management, 389-411”. In: Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma* (Eds: Consoli, F. L.,J. R. P. Parra & R. A. Zucchi), Springer, Dordrecht, 479 pp.

Öztemiz, S. & S. Kornoşor, 2007. The effects of different irrigation systems on the inundative release of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) against *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera : Pyralidae) in the second crop maize. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31: 23-30.

Öztemiz, S., F. Sümer Ercan & A. Ş. Tunçbilek, 2013. Türkiye'de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) türleri, konukçuları ve sistematiğindeki son gelişmeler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 29 (3): 240-246.

Pinto, D., 1998. The systematics of the North American species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Memoirs of the Entomological Society of Washington, 22: 287.

Rodriguez, J. R., B. Pintureau & M. Galan, 1994. Determinants of the color of host eggs parasitized by *Trichogramma*-Fuentesi. Entomologia Experimentalis et Applicata, 70: 121-128.

Saber, M., M. J. Hejazi & S. A. Hassan, 2004. Effects of azadirachtin/neemazal on different stages and adult life table parameters of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Economic Entomology, 97: 905-910.

Saber, M., M. J. Hejazi, K. Kamali & S. Moharramipour, 2005. Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on the egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae). Journal of Economic Entomology, 98(1):35-40.

Sattar, S., Farmanullah, A. U. R. Saljoqi, M. Arif & J. I. Qazi, 2011. Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and extended laboratory conditions. Pakistan Journal of Zoology, 43: 1117-1125.

Smith, S.M., 1996. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. Annual Review of Entomology, 41: 375-406.

SPSS, 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Suh, C. P. C., D. B. Orr & J. W. Van Duyn, 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae : Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. Journal of Economic Entomology, 93: 577-583.

Sterk, G., S. A. Hassan, M. Baillod, F. Bakker, F. Bigler, S. Blümel, H. Bogenschütz, E. Boller, B. Bromand, J. Brun, J. N. M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Garrido, A. Grove, U. Heimbach, H. Hokkanen, J. Jacas, G. Lewis, L. Moreth, L. Polgar, L. Rovesti, L. Samsoe-Peterson, B. Sauphanor, L. Schaub, A. Stäubli, J. J. Tuset, A. Vainio, M. Van de Veire, G. Viggiani, E. Viñuela & H. Vogt, 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. BioControl, 44: 99-117.

Vianna, U. R., D. Pratissoli, J. C. Zanuncio, E. R. Lima, J. Brunner, F. F. Pereira& J. E. Serrao, 2009. Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) females and effect on descendant generation. Ecotoxicology, 18 (2):180-186.

Vieira, A., L. Oliveira & P. Garcia, 2001. Effects of conventional pesticides on the preimaginal developmental stages and on adults of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). Biocontrol Science and Technology, 11: 527-534.

Wang, D. S., Y. R. He, X. L. Guo, and Y. L. Luo, 2012. Acute toxicities and sublethal effects of some conventional insecticides on *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Economic Entomology 105 (4):1157-1163.

Wang, Y. H., C. X. Wu, T. Cang, L. Z. Yang, W. H. Yu, X. P. Zhao, Q. Wang & L. M. Cai, 2014. Toxicity risk of insecticides to the insect egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Pest Management Science, 70 (3): 398-404.