

CYPERMETHRİNİN *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)'nın PUPLAŞMA VE ÖLÜM ORANLARINA ETKİSİ

Effets of Cypermethrin on the Pupation and Mortality of *Galleria mellonella* L.
(Lepidoptera: Pyralidae)

(Extended Abstract in English can be found at the end of this article)

Olga SAK¹ ve Fevzi UÇKAN²

¹Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çağış Yerleşkesi, 10145, Balıkesir, altun@balikesir.edu.tr

²Kocaeli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Umuttepe, 41300, İzmit-Kocaeli

Anahtar Kelimeler: *Galleria mellonella*, Cypermethrin, Puplaşma

Key Words: *Galleria mellonella*, Cypermethrin, Pupation

ÖZET: Ağırlığına göre iki gruba ayrılan Büyük Balmumu Güvesi, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) son evre larvalarına farklı dozlarda cypermethrin besin içinde verildi. Cypermethrinin *G. mellonella*'da puplaşma ve ölüm oranlarına etkisi 25±1 °C sıcaklık, %60±5 nispi nem ve 12:12 saat (A: K) fotoperiyot uygulanan laboratuvar şartlarında incelendi. Cypermethrin aktif madde oranına göre saf su ile ppm düzeyinde seyreltilerek farklı konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlandı ve bu çözeltiler petek, kepek, bal, gliserin ve su karışımından oluşan besin içindeki su yerine kullanıldı. Cypermethrinin Birinci Grup larvalar (0.12±0.02 gram) için 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 ppm ve İkinci Grup larvalar (0.17±0.02 gram) için 5, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000 ppm değerleri uygulandı. Birinci ve İkinci Grup *G. mellonella* larvalarına insektisit uygulanması sonucu iki grup arasında puplaşma ve ölüm yüzdelerinde günlere göre büyük oranda benzerlik olduğu belirlendi. Cypermethrinin dozu arttıkça larval gelişim ve puplaşma süresi gecikti, puplaşma yüzdesi azaldı ve ölüm oranı arttı. İnsektisitlerin zararlı türlerin doğada larva gelişimlerini uzatması en çok zarar verdikleri bu evrede daha fazla kalmalarına yol açarak ekonomik kaybı artıracaktır. Ayrıca konaklarının pup evresine geç ulaşması, pup parazitoidleri düşünüldüğünde populasyon yoğunlukları ve nesillerinin devamlılığı açısından büyük tehlike yaratacaktır.

GİRİŞ

İnsanlar günümüzde kimyasal maddelerin oluşturduğu bir okyanus içinde yaşamaktadır. Bilinçsiz uygulanan kimyasal mücadele, kanserojen, teratojen ve mutajen olan kimyasalların bu okyanustaki birikimini artırmaktadır (Sternberg 1979, Schuytema ve ark. 1994, Shukla ve ark. 2002). Denetimsiz ve düzensiz kullanım, zaman içinde zararlıların direnç kazanmasına neden olarak, dozun her geçen gün daha da artırılmasına sebep olmaktadır (Ahmad ve ark. 1997, Soderlund ve Knipple 1999, Ribeiro ve ark. 2003). Buna bağlı olarak hem çevre kirlenmesi hızlanmakta hem de

ekonomik kayıp artmaktadır.

Doğal dengenin özüne ters olan kimyasal kontrol yönteminin ortaya çıkardığı sorunlar karşısında, diğer kontrol yöntemlerine yönelme zorunluluğu doğmuş ve "Birleşik Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management)" (IPM) denilen yöntem geliştirilmiştir (Hillocks 1995, Elad ve Shtienberg 1995, Öncüer 2000). Bu yöntemde amaç, pestisit kullanımını en aza indirmek, bütün kontrol olanaklarını araştırmak ve zararlıların doğal düşmanlarından en üst düzeyde yararlanmaktır (Hillocks 1995, Hill ve Foster 2000, Simmonds ve ark. 2002, Tomberlin ve ark. 2002). "Biyolojik

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

Kontrol" bu yöntem içinde önemli bir yer tutmaktadır (Hillocks 1995, Öncüer 2000, Andow ve ark. 1997). Biyolojik kontrolde kullanılan ajanlar içinde belki de en uygunu, en az risk taşıyan ve en çok spesifik etki yapanı parazitoitlerdir (Andow ve ark. 1997, Xu ve ark. 2001, Chen ve Welter 2002, Uçkan ve Gülel 2002).

IPM programlarında her ne kadar kimyasal madde kullanımı en son çare ise de bazı durumlarda biyolojik ve kimyasal mücadele yöntemlerinin uygun olarak birlikte kullanılması gerekebilir. Bu nedenle, pestisitlerin zararlı tür ve doğal düşmanlar üzerindeki potansiyel etkilerinin belirlenmesi IPM programlarının önemli bir bölümünü oluşturur (Takada ve ark. 2001). Sentetik piretroit yapısında olan cypermethrin (Öncüer 2000, Kamrin 1997) kullanım alanı oldukça geniş, temas ve beslenmeye bağlı etki gösteren sistemik olmayan bir insektisitir (Kamrin 1997, Tomlin 2000). Ülkemizde cypermethrinin meyve, sebze, hububat, endüstri ve süs bitkileri zararlıları başta olmak üzere çok geniş bir uygulama alanı vardır (T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü 1999). Cypermethrin diğer sentetik piretroitler gibi sinir sisteminin normal işleyiş mekanizmasını bozarak etkili olur (Cox 1996).

Son yıllarda zararlı kontrolünde insektisitlerin kullanımı (Kudon ve ark. 1988, Nowak ve ark. 2000) ve bu maddelerin zararlı tür üzerindeki etkileri ile ilgili (Ahmad ve ark. 1997, Soderlund ve Knipple 1999, Hill ve Foster 2000) çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ayrıca cypermethrinin konak-parazitoit ilişkisi içinde konak ve parazitoit türler üzerindeki etkilerini araştıran (Sak ve ark. 2006, 2009, Ergin ve ark. 2007) çalışmalar da mevcuttur. Birçok parazitoit böceğin konağı olan Büyük Balmumu Güvesi, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) arı kovanlarında gelişen zararlı bir türdür. Güvenin larvaları polen ve petekle beslenerek arı kovanlarına büyük zarar vermektedir. Daha önceki çalışmalarımızda cypermethrinin konak-parazitoit ilişkisi içinde parazitoit tür, *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın biyolojik özelliklerini (Sak ve ark. 2009), toplam metabolit içeriklerini (Sak ve ark. 2006) ve hemositlerini (yayınlanmamış bilgi) nasıl etkilediğini araştırdık. Ayrıca cypermethrinin *G. mellonella*'nın toplam puplaşma yüzdesi (Sak ve ark. 2006) ile pup ağırlığı, erginleşme süresi ve larva davranışı üzerindeki (Sak ve ark. 2009) etkilerini de inceledik. Bu çalışmada ise farklı cypermethrin konsantrasyonlarının, larva ağırlığına

bağlı olarak *G. mellonella*'nın puplaşma yüzdesi ve ölüm değerlerini günlere göre nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Büyük Balmumu Güvesi, *G. mellonella*'nın stok kültürü laboratuvarımızdaki kolonilerden oluşturuldu ve belli zamanlarda Balıkesir çevresindeki arıcılardan alınan peteklerden elde edilen ergin güveler ile yenilendi. Kültürler, larvaların en iyi düzeyde gelişme gösterdiği 25±1 °C sıcaklık, %60±5 nispi nem ve 12:12 saat (Aydınlık: Karanlık) fotoperiyot şartlarında yetiştirildi. Pestisitli gruplar için aynı koşullara sahip ayrı bir laboratuvar kullanıldı. *G. mellonella* kültürü Bronskill (1961) tarafından geliştirilen (petek, kepek, bal, gliserin ve su karışımı) ve Sak ve arkadaşları (2006) tarafından modifiye edilen besin ortamında devam ettirildi. Bunun için kepek oranı %50 artırılarak besindeki nem oranının azalması sağlandı (Sak ve ark. 2006). Ergin keleklerin yumurta bırakabilmesi ve yumurtadan yeni çıkan larvaların beslenebilmesi için stok kültür kavanozlarına zaman zaman petek ilave edildi.

Cypermethrin (Imperator, 250 g/litre EC, Zeneca Ltd., İzmir, Türkiye) bütün deneylerde aktif madde oranına göre saf su ile ppm düzeyinde seyreltilerek farklı konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlandı ve besin suyu yerine kullanıldı. Pestisite dirençte larva ağırlığının etkili olup olmadığını araştırmak üzere iki ayrı deney grubu oluşturuldu. Birinci Grup deneylerde ağırlıkları 0.12±0.02 gram, İkinci Grup deneylerde ise 0.17±0.02 gram olan *G. mellonella* son evre larvaları kullanıldı. Deney gruplarında cypermethrin, doğrudan ya da değişik oranlarda seyreltilerek besin içinde *G. mellonella* son evre larvalarına verildi. Cypermethrinin doğrudan uygulandığı deneylerde yüksek düzeyde toksik etki gözlemlendikten sonra her iki grupta değişik ppm değerlerinde daha seyreltik çözeltiler ile çalışıldı. Birinci Grup için cypermethrinin 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 ppm ve İkinci Grup için 5, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000 ppm değerleri uygulandı. Birinci Grup'ta 5-40 ppm aralığında puplaşma oranları etkilenmediği için ve puplaşma açısından 50 ve 500 ppm arasındaki değişimi daha iyi gözleyebilmek amacıyla İkinci Grup deneylerde farklı dozlar çalışıldı. Cypermethrin eklenerek hazırlanan besinler (10 gram) 210 mililitrelik cam kavanozlara kondu ve içlerine 10 adet *G. mellonella* son evre larvası bırakıldı. Kavanozların ağzı hava

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde delikli kapaklar ile kapatıldı. Bütün bireyler puplaşmaya ya da ölene kadar 30 gün boyunca cypermethrinli ortamda tutuldu. Pup yapanlar ve ölenler ortamdaki uzaklaştırıldı. Pup yapanların kaçınıcı gün puplaştıkları kaydedildi. Her bir deney serisi farklı zaman ve farklı süksesif kültürlerden alınan bireyler ile dört kez tekrar edildi. Puplaşma ve ölüm oranları yüzde olarak verildi.

İSTATİSTİK

Bir deney serisinde elde edilen veriler kontrol grubu ve kendi aralarında karşılaştırılmak suretiyle değerlendirildi. Birinci ve İkinci grup *G. mellonella* son evre larvalarının 1-7 günlük puplaşma değerleri ve toplam puplaşma oranları üzerine farklı cypermethrin konsantrasyonlarının etkileri Tek Yönlü Varyans Analizi Testi ile değerlendirildi. Ortalamalar arası farkın önem kontrolünde Tukey HSD Testi kullanıldı (SPSS 1999).

Değerlendirmede 0,05 güven sınırı esas alındı.

BULGULAR

Birinci ve İkinci Grup konak larvalarına doğrudan verilen cypermethrin ikinci günün sonuna kadar larvaların tamamının ölümüne neden oldu. Farklı konsantrasyonlar uygulanarak Birinci ve İkinci Grup larvalar ile yapılan deney verileri Tablo 1 ve 2'de verilmektedir. Birinci ve İkinci Grup konak larvalarına madde uygulanması yedinci günün sonunda puplaşma oranlarında önemli farklılıklara neden oldu (Birinci Grup: $F= 86,741$; $sd= 15, 48$; $P<0,001$; İkinci Grup: $F= 38,073$; $sd= 9, 30$; $P<0,001$) (Tablo 1 ve 2). Birinci Grupta, kontrol grubu ve 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 ppm olarak uygulanan deneylerde yedinci günün sonunda larvalarda ölüm olmadığı ve tamamının puplaştığı görüldü (Tablo 1). İkinci Grup deneylerde de 5 ppm ve kontrol grubunda yedinci günün sonunda larvaların tamamı puplaştı (Tablo 2).

Tablo 1. Cypermethrinin Birinci Grup *G. mellonella* son evre larvalarında puplaşma ve ölüm üzerine etkisi.

ppm	n	PUPLAŞMA GÜN ARALIĞI								PUPLAŞMA		ÖLÜM	
		1-7		8-14		15-21		22-30		P.L.S.	%	Ö.L.S.	%
		Pup	%	Pup	%	Pup	%	Pup	%				
K	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
5	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
10	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
15	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
20	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
25	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
30	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
40	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
50	40	22	55b	11	27,5	4	10	---	---	37	92,5ab	3	7,5
100	40	16	40b	18	45	---	---	1	2,5	35	87,5b	5	12,5
500	40	0,0	0,0c	2	5	---	---	---	---	2	5c	38	95
1000	40	0,0	0,0c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0c	40	100
1500	40	0,0	0,0c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0c	40	100
2000	40	0,0	0,0c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0c	40	100
3000	40	0,0	0,0c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0c	40	100
4000	40	0,0	0,0c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0c	40	100

Sonuçlar her biri 10 larvadaki oluşmuş dört tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($P>0,05$, Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, P.L.S.; Puplaşan larva sayısı, Ö.L.S.; Ölen larva sayısı, K; Kontrol.

İlk yedi gün içerisinde Birinci ve İkinci Grup larvalarda, puplaşma oranı kontrol ile karşılaştırıldığında 50 ppm'den itibaren önemli oranda bir düşüş gösterdi. Birinci Grupta 500 ppm ve üstündeki değerlerde, İkinci Grupta 400, 500 ve 1000 ppm'de tek bir larva bile puplaşmadı. Deney grupları arasındaki farklılıklar karşılaştırıldığında

Birinci Grupta, 50 ve 100 ppm'e göre diğer gruplardaki artma ve azalmaların anlamlı olduğu görüldü. İkinci grupta ise 5 ppm'e göre diğer gruplardaki azalmanın, 50 ppm'e göre 200, 300, 400, 500 ve 1000 ppm'deki azalmanın istatistiksel olarak da önemli olduğu belirlendi (Tablo 1, 2). İki deney grubunda 50 ve 100 ppm'deki puplaşma

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

değerleri karşılaştırıldığında, Birinci Grup larvaların puplaşma yüzdesinin ilk yedi gün içinde daha

yüksek olduğu ve larvaların daha erken puplaştıkları görüldü (Tablo 1, 2).

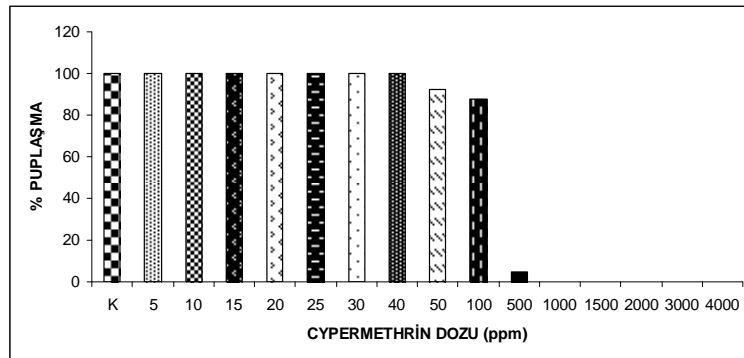
Tablo 2. Cypermethrinin İkinci Grup *G. mellonella* son evre larvalarında puplaşma ve ölüm üzerine etkisi.

ppm	n	PUPLAŞMA GÜN ARALIĞI								PUPLAŞMA		ÖLÜM	
		1-7		8-14		15-21		22-30		P.L.S.	%	Ö.L.S.	%
		Pup	%	Pup	%	Pup	%	Pup	%				
K	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
5	40	40	100a	---	---	---	---	---	---	40	100a	---	---
50	40	17	42,5b	17	42,5	2	5	1	2,5	37	92,5ab	3	7,5
100	40	6	15bc	24	60	1	2,5	1	2,5	32	80ab	8	20
150	40	7	17,5bc	19	47,5	3	7,5	---	---	29	72,5ab	11	27,5
200	40	1	2,5c	19	47,5	3	7,5	---	---	23	57,5bc	17	42,5
300	40	3	7,5c	9	22,5	2	2,5	---	---	14	35cd	26	65
400	40	0,0	0,0c	7	17,5	1	2,5	---	---	8	20d	32	80
500	40	0,0	0,0c	2	5	---	---	---	---	2	5d	38	95
1000	40	0,0	0,0c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0d	40	100

Sonuçlar her biri 10 larvadan oluşan dört tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($P>0,05$, Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, P.L.S.; Puplaşan larva sayısı, Ö.L.S.; Ölen larva sayısı, K; Kontrol.

Otuz günlük toplam puplaşma değerlerine bakıldığında cypermethrin uygulanmasının hem Birinci Grup deneylerde ($F= 701,015$; $sd= 15, 48$; $P<0,001$) hem de İkinci Grup deneylerde ($F= 28,074$; $sd= 9, 30$; $P<0,001$) anlamlı farklılıklara neden olduğu tespit edildi (Tablo 1, 2). Birinci Grup deneylerde olduğu gibi İkinci Grup deneylerde de 50 ppm'den itibaren konsantrasyon arttıkça puplaşmanın geciktiği ve puplaşma yüzdesinin azaldığı görülmektedir (Şekil 1, 2). Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında Birinci Grup deneylerde puplaşma değerlerinde 100 ppm'den itibaren görülen azalmanın, İkinci Grup deneylerde ise 200 ppm'den itibaren görülen düşmenin istatistiksel olarak da anlamlı olduğu görüldü (Tablo 1, 2).

Her iki deney grubunda da 50-500 ppm aralığında 30 günün sonunda hem puplaşan hem de ölen bireyler oldu, 1000 ppm'den itibaren ise hiçbir larva puplaşmadı (Tablo 1, 2 - Şekil 1, 2). Deney grupları arasındaki farklılıklar karşılaştırıldığında; Birinci Grupta, 50 ve 100 ppm'in toplam puplaşma değerleri birbirine çok yakın olup aralarındaki fark anlamlı değildi. 500 ppm'deki puplaşma yüzdesi %5 ile diğer gruplara göre önemli oranda daha düşüktü (Tablo 1). İkinci Grupta ise 50, 100 ve 150 ppm'in yüzde puplaşma değerleri birbirine çok yakın olup aralarındaki fark anlamlı değildi. Ancak, 500 ppm %5'lik toplam puplaşma yüzdesi ile diğer gruplara göre önemli oranda daha düşüktü (Tablo 2).



Şekil 1. Cypermethrinin Birinci Grup *G. mellonella* son evre larvalarında 30 günlük toplam puplaşma değerleri üzerine etkisinin karşılaştırılması. K; Kontrol.

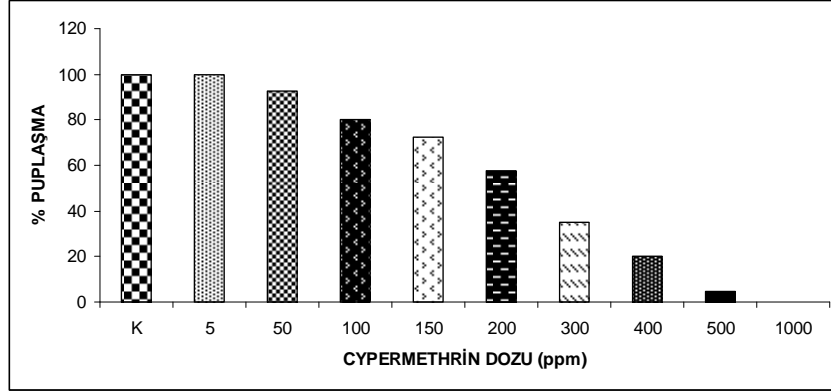
Toplam ölüm değerlerine bakıldığında, Birinci Grupta 50 ppm'e kadar kontrolde olduğu gibi

larvaların hiç birinin ölmediği, 1000 ppm'den itibaren ise ölüm oranının %100'e çıktığı

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

görülmektedir. 500 ppm'de ölüm oranı %95 olup, 50 ve 100 ppm'e göre oldukça yüksektir (Tablo 1). İkinci Grupta da benzer şekilde 5 ppm ve kontrolde hiçbir larva ölmekte ve tamamı puplaşmaktadır.

400 ve 500 ppm'de ölüm oranları sırasıyla % 80 ve %95 iken 1000 ppm'de ise % 100'e ulaşmaktadır (Tablo 2).



Şekil 2. Cypermethrinin İkinci Grup *G. mellonella* son evre larvalarında 30 günlük toplam puplaşma değerleri üzerine etkisinin karşılaştırılması. K; Kontrol.

TARTIŞMA

Pestisitlerin zararlı tür üzerindeki etkileri böcek türüne (Ahmad ve ark. 1997, Soderlund ve Knipple 1999, Ribeiro ve ark. 2003) ve kullanılan pestisite göre (Soderlund ve Knipple 1999, Mcleod ve ark. 2002) büyük oranda değişiklik göstermektedir. Ayrıca parazitoit olan türler doğada kullanılan insektisitlere karşı oldukça duyarlı iken (Xu ve ark. 2001, Tillman ve Mulrooney 2000, Nowak ve ark. 2001, Sak ve ark. 2006, Ergin ve ark. 2007) zararlı türlerin zaman içinde bu maddelere karşı hızla direnç kazandıkları da (Ahmad ve ark. 1997, Soderlund ve Knipple 1999, Ribeiro ve ark. 2003) bilinmektedir.

Cypermethrin uygulaması sonucu *G. mellonella*'da, Birinci ve İkinci Grup larvalar arasında puplaşma ve ölüm yüzdelerinde günlere göre büyük oranda benzerlik olduğu belirlendi. Ancak, iki deney grubu arasında 50 ve 100 ppm'deki puplaşma değerleri karşılaştırıldığında, Birinci Grup larvaların puplaşma yüzdesinin ilk yedi gün içinde daha yüksek olduğu ve larvaların daha erken puplaştıkları görülmektedir. İnsektisit uygulamasının öldürücü olmasa da ağırlık, gelişme, ölüm ve puplaşma oranı gibi biyolojik özellikleri etkileyebileceği yapılan diğer çalışmalarla da gösterilmiştir (Biddinger ve Hull 1999, Takada ve ark. 2001, Tomberlin ve ark. 2002, Sak ve ark. 2006, Ergin ve ark. 2007). İkinci Grup larvalara cypermethrin uygulanması sonucu 30 günün sonunda elde ettiğimiz puplaşma değerleri, güvenin son evre larvalarını (0.16 ± 0.01 gram) kullanarak yaptığımız diğer bir çalışmamızdaki (Sak

ve ark. 2006) değerler ile aynıdır. Cypermethrin uygulaması konsantrasyona bağlı olarak *G. mellonella* gelişiminin uzamasına yol açarak puplaşma süresini geciktirdi. Daha önceki çalışmamızda benzer şekilde güvenin son evre larvaları 7 gün süre ile cypermethrine maruz kaldığında, erginleşme süresinin 150, 200 ve 300 ppm'de önemli oranda uzadığı, 400 ve 500 ppm'de ise erginleşen birey olmadığı tespit edilmiştir (Sak ve ark. 2009). Diğer Lepidoptera türleri ile yapılan çalışmalarda da bazı insektisitlerin subletal dozlarda zararlıların larval gelişim süresini uzattığı belirlenmiştir (Biddinger ve Hull 1999, Gaaboub ve ark. 1985). Elma zararlısı, *Platynota idaeusalis* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae) larvalarına bazı insektisitler (diflubenzuron, fenoxycarb, tebufenozide, abamectin, azinphosmethyl) besin yüzeyine uygulanarak verilmiş ve larval ve pupal gelişim ile ölüm oranları üzerine etkileri araştırılmıştır (Biddinger ve Hull 1999). Çalışılan insektistlerden fenoxycarbın larval gelişim süresini önemli oranda arttırdığı ifade edilmiştir (Biddinger ve Hull 1999). Gaaboub ve arkadaşları (1985) *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) son evre larvalarına diflubenzuronu subletal dozlarda besin ile verdiklerinde larval gelişim süresinde artış olduğunu ifade etmişlerdir. *Drosophila melanogaster* Meig. (Diptera: Drosophilidae)'de besin içine uygulanan 2,4-Diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) ve 4-Klorofenoksiasetik asit (4-CPA)'in yüksek dozlarda böceğin F₁ kuşağında puplaşma süresi ve pup evresini önemli ölçüde geciktirdiği de ifade edilmiştir (Kaya ve Yanıkoğlu 1999). Gelişim

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

evrelerinde ortaya çıkan bu tür etkiler, böcekte bulunan ve böceğin gelişimini kontrol altında tutan juvenil hormon dengesindeki değişim sonucu meydana gelmiş olabilir (Oppenoorth 1985, Kaya ve Yanıkoğlu 1999).

Hayvanlar stres koşulları ile mücadele etmek için yüksek oranda enerjiye ihtiyaç duyarlar ve çeşitli onarma mekanizmaları için daha çok enerji harcayabilirler (Choi ve ark. 2001, Lohar ve Wright 1993). Sonuçta, cypermethrin uygulamasına bağlı olarak ortaya çıkan stres durumunu atlatabilmek için *G. mellonella*'nın enerji depolarında oluşabilecek azalma, güvenin gelişiminin uzamasına yol açarak özellikle yüksek dozlarda puplaşma süresini geciktirmiş olabilir. Cypermethrinin larvalar üzerindeki bu etkisinin bazı detoksifikasyon işlemleri ve adaptasyon mekanizmalarının devreye girmesi sonucu zaman ve doza bağlı olarak geri dönüşümlü olduğunu söyleyebiliriz (Sak ve ark. 2009). İnsektisit inhibe edici etkisi ortadan kalktıktan sonra larvaların kontrolde olduğu gibi gelişimini tamamlaması, puplaşması ve hatta ergin evreye ulaşabilmesi (Sak ve ark. 2009) bu ifademizi desteklemektedir. Böcekler gelişimleri sırasında larva evrelerinde erginleşmelerine engel olmayacak bir dozda insektisite maruz kalsalar bile ileride populasyon yoğunluklarına zarar verebilecek gizli bir etki oluşabilir (Davis ve ark. 1988). Özellikle parazitoit türlerin *G. mellonella* gibi konak böcekleri hayat devirlerinin bir bölümünde beslenme ve üreme amacıyla kullandıkları düşünüldüğünde, konak-parazitoit ilişkisi içinde pestisitlerin zararlı etkilerinin ne kadar büyük olduğu da görülecektir. Nitekim bu durum daha önce yapmış olduğumuz çalışmalar ile pup parazitoiti *P. turionellae* (Sak ve ark. 2006, 2009) ve erken evre larva parazitoiti *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae)'da (Ergin ve ark. 2007) da gösterilmiştir. Parazitoitlerin biyolojik kontrol çalışmalarında kullanılmak üzere doğaya salındıklarında zararlılara uygulanmış olan insektisitlerin parazitoitleri de etkileyebileceği düşünüldüğünde bulgularımızın ne kadar önem taşıdığı ortadadır.

Çevre kirliliğinin yüksek olduğu yerlerde bitkilerdeki kimyasal yapının değişmesi nedeniyle bazı böceklerin sayılarının arttığı bilinen bir gerçektir (Ortel 1995). Bununla beraber, parazitoit türler çevre kirliliğine karşı daha duyarlı olup daha fazla etkilenmektedirler (Ortel 1995). Örneğin çevre kirliliğinin yüksek olduğu yerlerde zararlının parazitlenme oranında azalma olmaktadır

(Simmonds ve ark. 2002). Bu nedenle çevre kirliliğine neden olan çeşitli maddelerin (metaller, insektisitler vs.) parazitoitler üzerindeki etkilerinin yanı sıra konak türler üzerindeki etkilerinin de bilinmesi (Simmonds ve ark. 2002, Ortel 1995) biyolojik kontrol uygulamaları açısından oldukça önemlidir. Yaptığımız bu çalışma ve diğer çalışmalardan elde ettiğimiz veriler (Sak ve ark. 2006, 2009); cypermethrinin öldürücü olmadığı dozlarda *G. mellonella* gelişiminin uzamasına yol açarak puplaşma süresini geciktirmesi, puplaşma yüzdesini azaltması, erginleşme süresini uzatması ve pup ağırlığında azalmaya neden olması bu insektisit *G. mellonella* üzerinde toksik etkilerinin olduğunu ve bu etkinin doza bağlı olarak değişiklik gösterdiğini açıkça göstermektedir. Ayrıca larval gelişimin uzaması ve puplaşma oranlarının düşmesi cypermethrinin konak üzerinde gelişimsel ve fizyolojik değişikliklere neden olduğunu da göstermektedir. İnsektisitlerin zararlı türlerin doğada larva gelişimlerini uzatması en çok zarar verdikleri bu evrede daha fazla kalmalarına yol açarak ekonomik kaybı artıracaktır. Ayrıca konaklarının pup evresine geç ulaşması, pup parazitoitleri düşündüğünde populasyon yoğunlukları ve nesillerinin devamlılığı açısından büyük tehlike yaratacaktır. Bu durum doğada konak-parazitoit arasındaki dengeyi bozarak biyolojik kontrol çalışmalarını da olumsuz olarak etkileyecektir. Bulgularımızın pestisitlerin konak türler ve biyolojik kontrol ajanları üzerindeki etkileri ile ilgili literatüre ve biyolojik kontrol uygulamalarına önemli katkılar yapacağı düşüncesindeyiz. İnsektisit ve insektisit konsantrasyonuna bağlı olarak yapılan çalışmalar IPM programlarındaki başarıyı da etkileyecektir.

TEŞEKKÜR

Uludağ Arıcılık Dergisinin editörü ve hakemlerine makalenin değerlendirilmesindeki önemli katkıları ve değerli görüşlerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ahmad, M., Arif, M.I. and Attique, M.R. 1997. Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. *Bull. ent. Res.*, 87: 343-347.
- Andow, D.A., Ragsdale, D.W. and Nyvall, R.F. 1997. Ecological interactions and biological control. Westview Press, Colorado, p.334.
- Biddinger, D.J. and Hull, L.A. 1999. Sublethal effects of selected insecticides on growth and reproduction of a laboratory susceptible strain

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

- of tufted apple bud moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.*, 92(2): 314-324.
- Bronskill, J.F. 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyrilidae). *J. Lep. Soc.*, 15(2): 102-104.
- Chen, Y.H. and Welter, S.C. 2002. Abundance of a native moth *Homoeosoma electellum* (Lepidoptera: Pyralidae) and activity of indigenous parasitoids in native and agricultural sunflower habitats. *Environ. Entomol.*, 31(4): 626-636.
- Choi, J., Roche, H. and Caquet, T. 2001. Hypoxia, hyperoxia and exposure to potassium dichromate or fenitrothion alter the energy metabolism in *Chironomus riparius* Mg. (Diptera: Chironomidae) larvae. *Comp. Biochem. Physiol.*, 130C(1): 11-17.
- Cox, C. 1996. Insecticide Factsheet. Cypermethrin. *Journal of Pesticide Reform*, 16(2): 15-20.
- Davis, A.R., Solomon, K.R. and Shuel, R.W. 1988. Laboratory studies of honeybee larval growth and development as affected by systemic insecticides at adult-sublethal levels. *Journal of Apicultural Research*, 27(3): 146-161.
- Elad, Y. and Shtienberg, D. 1995. *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables: chemical, cultural, physiological and biological controls and their integration. *Integrated Pest Management Reviews*, 1: 15-29.
- Ergin, E., Er, A., Uçkan, F. and Rivers, D.B. 2007. Effect of cypermethrin exposed hosts on egg-adult development time, number of offspring, sex ratio, longevity, and size of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). *Belg. J. Zool.*, 137(1): 27-31.
- Gaaboub, I.A., el-Helaly, M.S. and Moustafa, S.M. 1985. Food utilization, rate of larval growth, and fecundity of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) fed mulberry leaves treated with methoprene, triprene, and diflubenzuron. *J. Econ. Entomol.*, 78: 1182-1186.
- Hill, T.A. and Foster, R.E. 2000. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *J. Econ. Entomol.*, 93(3): 763-768.
- Hillocks, R.J. 1995. Integrated management of insect pests, diseases and weeds of cotton in Africa. *Integrated Pest Management Reviews*, 1: 31-47.
- Kamrin, M.A. 1997. Pesticide Profiles. Toxicity, environmental impact and fate. CRC Press, New York, p. 676.
- Kaya, B. ve Yanıkoğlu, A. 1999. 2,4-D ve 4-CPA'nın *Drosophila melanogaster*'in F₁, F₂ ve F₃ kuşaklarında gelişim süresi ve ergin birey sayısına etkileri. *Tr. J. of Zoology*, 23(Ek Sayı 1): 297-301.
- Kudon, L.H., Berisford, C.W. and Dalusky, M.J. 1988. Refinement of a spray timing technique for the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Entomol. Sci.*, 23(2): 180-186.
- Lohar, M.K. and Wright, D.J. 1993. Changes in the lipid content in the haemolymph, fat body and oocytes of malathion treated *Tenebrio molitor* L. adult females. *Pakistan Journal of Zoology*, 25(1): 57-60.
- McLeod, P., Diaz, F.J. and Johnson, D.T. 2002. Toxicity, persistence, and efficacy of spinosad, chlorfenapyr, and thiamethoxam on eggplant when applied against the eggplant flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.*, 95(2): 331-335.
- Nowak, J.T., Fettig, C.J., McCravy, K.W. and Berisford, C.W. 2000. Efficacy tests and determination of optimal spray timing values to control Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) infestations. *J. Econ. Entomol.*, 93(6): 1708-1713.
- Nowak, J.T., McCravy, K.W., Fettig, C.J. and Berisford, C.W. 2001. Susceptibility of adult hymenopteran parasitoids of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) to broad-spectrum and biorational insecticides in a laboratory study. *J. Econ. Entomol.*, 94(5): 1122-1129.
- Oppenoorth, F. J. 1985. Biochemistry and genetics of insecticide resistance, In: G.A. Kerkut and L.I. Gilbert (eds.), *Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology*. Pergamon Press, Oxford, pp. 731-774.
- Ortel, J. 1995. Accumulation of Cd and Pb in successive stages of *Galleria mellonella* and metal transfer to the pupal parasitoid *Pimpla turionellae*. *Entomol. Exp. Appl.*, 77: 89-97.

- Öncüer, C. 2000. Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, Aydın, 13: 379s.
- Ribeiro, B.M., Guedes, R.N.C., Oliveira, E.E. and Santos, J.P. 2003. Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, 39: 21-31.
- Sak, O., Gülgönül, E.E. and Uçkan, F. 2009. Effects of cypermethrin exposed to host on the developmental biology of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 102 (2): 288-294.
- Sak, O., Uçkan, F. and Ergin, E. 2006. Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein, and lipid contents of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Belg. J. Zool.*, 136(1): 53-58.
- Schuytema, G.S., Nebeker, A.V. and Griffis, W.L. 1994. Toxicity of guthion and guthion 2S to *Xenopus laevis* embryos. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 27: 250-255.
- Shukla, Y., Yadav, A. and Arora, A. 2002. Carcinogenic and cocarcinogenic potential of cypermethrin on mouse skin. *Cancer Letters*, 182: 33-41.
- Simmonds, M.S.J., Manlove, J.D., Blaney, W.M. and Khambay, B.P.S. 2002. Effects of selected botanical insecticides on the behaviour and mortality of the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the parasitoid *Encarsia formosa*. *Entomol. Exp. Appl.*, 102: 39-47.
- Soderlund, D.M. and Knipple, D.C. 1999. Knockdown resistance to DDT and pyrethroids in the house fly (Diptera: Muscidae): from genetic trait to molecular mechanism. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 92(6): 909-915.
- SPSS Inc. 1999. SPSS 10.0 Statistics. SPSS, Chicago, IL.
- Sternberg, S.S. 1979. The carcinogenesis, mutagenesis and teratogenesis of insecticides. Review of studies in animals and man. *Pharmac. Ther.*, 6: 147-166.
- T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. 1999. Ruhsatlı Zirai Mücadele İlaçları, Ankara. 279s.
- Takada, Y., Kawamura, S. and Tanaka, T. 2001. Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *J. Econ. Entomol.*, 94(6): 1340-1343.
- Tillman, P.G. and Mulrooney, J.E. 2000. Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *J. Econ. Entomol.*, 93(6): 1638-1643.
- Tomberlin, J.K., Sheppard, D.C. and Joyce, J.A. 2002. Susceptibility of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae and adults to four insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 95(3): 598-602.
- Tomlin, C.D.S. 2000. The e-Pesticide Manual: Cypermethrin. *The British Crop Protection Council*.
- Uçkan, F. and Gülel, A. 2002. Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Hym., Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym., Pteromalidae). *J. Appl. Ent.*, 126(10): 534-537.
- Xu, J., Shelton, A.M. and Cheng, X. 2001. Comparison of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Microplitis plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) as biological control agents of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): field parasitism, insecticide susceptibility, and host-searching. *J. Econ. Entomol.*, 94(1): 14-20.

EXTENDED ABSTRACT

Goal: Here, we aimed at showing how cypermethrin that is likely to be accumulated in the host larvae affects the pupation and mortality rates of *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). Using pesticides in controlling pests have harmful effects on natural balance and cause environmental problems. For instance, frequent uses of pesticides have carcinogenic, teratogenic, and mutagenic effects on living organisms. Moreover, continuous or pulse exposure to pesticides may cause serious problems for non target organisms such as

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

parasitoids. Predators and parasitoids are often more sensitive to toxicants than their prey. So, using other controlling methods has become obligate in Integrated Pest Management (IPM) programs. Biological control has important advantages over other controlling methods. It is known that parasitoids are the most suitable, the least risky, and the most specific agents in controlling pests among others as biological control candidates. Assessment of the potential effects that insecticides have on the natural enemies in a host-parasitoid system is therefore an important part of IPM programs. Besides, it is also very important to evaluate the potential effects of insecticides on host species.

Materials and Method: Cypermethrin (CYP) ((±) α-cyano-3-phenoxybenzyl (±) cis, trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate) is a non-systemic pyrethroid insecticide with contact and stomach action. It is widely used in the control of various agricultural pests. Various doses of cypermethrin included in diet were applied to greater wax moth, *G. mellonella* last instars separated into two groups according to their weight. The effects of cypermethrin on the pupation and mortality of *G. mellonella* were investigated at 25 ± 1 °C, 60 ± 5 % relative humidity and a photoperiod of 12:12 h (L: D). Host colony was maintained by feeding the insects with a diet and a piece of honeycomb was added for egg deposition and feeding of the newly hatched larvae. Cypermethrin (Imperator, 250 g/liter EC, Zeneca Ltd., İzmir, Turkey) was used in all bioassay as water source

and prepared in distilled water as parts per million of active ingredient. *G. mellonella* larvae were exposed to 15 different doses (5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, and 4000 ppm) and nine different doses (5, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, and 1000 ppm) of cypermethrin to evaluate the effects of the insecticide on the pupation and mortality. Last instars of moths were exposed to selected doses of cypermethrin for 30 d until pupation or they die. Host larvae were controlled daily and pupation date was recorded.

Results and Conclusion: Similar results were obtained from both experimental groups of *G. mellonella* larvae (larval weight: 0.12 ± 0.02 and 0.17 ± 0.02 gram) according to daily results of percent pupation and mortality. Developmental and pupation time of larvae delayed, percent pupation decreased and mortality increased gradually with increasing doses of cypermethrin. Such an insecticide-related prolongation in the most deleterious larval stage of pests will give rise to more damage in nature and may increase the economical lost caused by pests. Furthermore, prolongation in the larval developmental time of host species on exposure to insecticides represents a potential threat to the survival and continuity of the generation of the pupal parasitoids. Our results may be of value for pesticide research literature and biological control applications. Moreover, the assessment of the dose-related effects of insecticides will also contribute to success in IPM programs.