

Tedrici Azalan Sıcaklığın *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Ergin Öncesi Gelişim Süresi, Ergin Çıkış, Eşey Oranı ve Ağırlığına Etkileri

Rahile OZTURK¹, Zahide Ulya NURULLAHOGLU², Ekrem ERGIN³

¹ Selcuk University, Faculty of Science, Department of Biology, Alaaddin Keykubat Campus 42031 Konya- TURKEY

² Marmara University, Faculty of Science and Literature Department of Biology, Goztepe Campus 34722 Istanbul- TURKEY

³ Gulhane Military Medicine Academy, School of Nursing 06018 Ankara- TURKEY

*Corresponding author: rozturk@selcuk.edu.tr

Özet

Laboratuvar şartlarında *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarında yetiştirilen endoparazitoid *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın larval evresine, konak içinde iken uygulanan tedrici azalan sıcaklığın etkileri araştırıldı. Parazitlenen konak pupaları sırasıyla 25, 20, 15 ve 10°C'de 3'er gün ve takiben dört farklı deney grubunda 4°C'de 2, 3, 4 ve 5 gün bekletildi. Uygulamalar sonucunda çıkan bireylerin erginleşme süreleri, cinsiyetleri ve ağırlıkları tespit edildi. Dişi ve erkek bireylerde ergin çıkış süresinin kontrol grubuna göre uzadığı ve bu sürenin özellikle düşük sıcaklıkta 5 gün bekletilen deney grubundan çıkan bireylerde yaklaşık %50 oranında arttığı gözlemlendi. Ergin çıkış yüzdesi düşük sıcaklıkta (4°C) bekletme süresinin artmasıyla beraber azaldı. Kontrol grubunda erginleşen dişi ve erkek bireylerin yüzdeleri hemen hemen eşitken, düşük sıcaklık uygulama süresinin artışıyla beraber erginleşen bireylerde dişi yüzdesinin erkek bireylerin yüzdesine göre daha yüksek olduğu tespit edildi. 4°C'de bekletme süresinin uzaması ile dişi bireylerin ağırlığında azalma meydana gelirken erkek bireylerin ağırlığında fark bulunmadı. Bununla beraber düşük sıcaklık uygulaması sonrasında çıkan bireylerin ağırlığı ile kontrol grubundan çıkan bireylerin ağırlıkları arasında istatistiksel bir fark tespit edilmedi.

Anahtar Kelimeler: Ergin ağırlığı, ergin çıkış oranı, ergin öncesi gelişim, hymenoptera, *Pimpla turionellae*, tedrici azalan sıcaklık.

Effects of Gradually Decreased Temperature on Pre- Adult Development, Adult Emergence, Sex Ratio and Weight of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)

Abstract

The effects of gradually decreased temperature on pre-adult development of endoparasitoid *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) pupae at laboratory conditions were investigated. Parasitized host pupae were acclimated at a gradually decreased temperature; for 3 days at each 25, 20, 15 and 10°C, and then kept in separate four groups for 2, 3, 4 and 5 days at 4°C. Pre- adult development time, adult emergence, sex ratio and weight of wasps were determined for each treatment. Adult emergence of treatment groups lasted longer than controls for both sex and that time was observed to increase approximately 50% in the adult from experimental group which was kept for 5 days at 4°C. Adult emergence ratio also decreased by increasing acclimation time at 4°C. While ratio of adult emergence of female was equal with that of male in the control group, that of female was found to be more than that of adult male by increasing acclimation time at 4°C. The weight of females decreased while there was no difference in that of males. However, the data showed that any difference wasn't statically determined between the weigh of the control and experimental groups.

Keywords: Decreased temperature, hymenoptera, *Pimpla turionellae*, pre-adult development, ratio of adult emergence, weight of adult.

Ozturk R, Nurullahoglu ZU, Ergin E (2012) Effects of Gradually Decreased Temperature on Pre- Adult Development, Adult Emergence, Sex Ratio and Weight of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ekoloji 21 (82): 71-76.

GİRİŞ

Pimpla turionellae L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) hymenopter soliter endoparazitoid bir türdür. Ergin parazitoid dişi, konağını felçleştirdik-

ten sonra yumurtalarını konak içine bırakır ve bu yumurtalardan çıkan larvalar konak materyali ile beslenirler. Larval gelişimini tamamlayan parazitoidler, sonraki gelişim evreleri olan prepup ve pup

Geliş: 16.03.2011 / Kabul: 17.02.2012

evrelerini de tamamladıktan sonra ergin olarak konaktan ayrılırlar (Yazgan 1981).

Endoparazitoid türler, son zamanlarda oldukça önem kazanan biyolojik mücadele çalışmalarında, biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılma özelliğine sahiptirler (Adıyaman ve Aktümsek 1996, Öznergiz 2006). Biyolojik mücadele çalışmalarında parazitoid bir türün kullanılabilmesi için o türün laboratuvar şartlarında kitle halinde yetiştirilmesi gerekmektedir (Grenier ve ark. 1986, Thompson 1986). Düşük sıcaklığa karşı gösterdikleri direnç nedeniyle, böcekleri saklama yöntemi olarak düşük sıcaklıktan faydalanmak mümkündür (Salt 1961, Danks 1978, Bale 1987). Kullanılacak parazitoid türün laboratuvar şartlarında kitle kültürünün elde edilebilmesi için, konağın uygun evresinin düşük sıcaklıkta saklanması yöntemi uygulanmakta ve böylece konak ile parazitoidin eş zamanlı yetiştirilmesi sağlanmış olmaktadır. Bu yöntemin uygunluğu için, düşük sıcaklığa bırakılan böceklerde gelişen fizyolojik ve biyokimyasal adaptasyonların ne şekilde olduğu, bu adaptasyonların gelişim ve verimi nasıl etkilediği ve gelecek nesillerin üzerindeki etkileri gibi önemli konular üzerinde araştırmalar yapılmalıdır. Ayrıca, en uygun saklama süresinin de tespit edilmesi gerekmektedir (Nurullahoğlu ve Kalyoncu 2000).

Parazitoid türlerin düşük sıcaklığa maruz bırakıldığı daha önceki çalışmalarda, erginleşme oranının, eşey oranının, ergin hayat uzunluğunun ve yumurta veriminin önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir (Leather 1990, Turlings ve ark. 1990, Jiang ve ark. 2004). Düşük sıcaklığa bağlı olarak böceklerde meydana gelen birçok olumsuz etkinin, tedrici azalan sıcaklık şeklinde uygulanması ile azaltılabileceği düşünülmektedir. Doğada olduğu gibi laboratuvar şartlarında da sıcaklık düşüşünün tedrici olarak uygulanması, böceğin düşük sıcaklığa uyumunun sağlanması açısından önemlidir. Ülkemizde, *P. turionellae*'nin erkek ve dişi puplarında düşük sıcaklığın (+4°C) glikojen seviyelerine etkisini araştıran ilk yapılan çalışmada, 14 günlük parazitoid puplarının +4°C düşük sıcaklıkta 1 ay süreyle bırakılması sonucunda %80-90 ergin oldukları ve +4°C'de düşük sıcaklığa bırakılan pupların 1, 3 ve 7 gün sonunda glikojen seviyelerinin önemli ölçüde düştüğü saptanmıştır (Yanikoğlu 1990). *P. turionellae* dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine tedrici azalan sıcaklığın etkilerinin araştırılmış, ergin dişilerin 45 günlük sıcaklık

uygulanmasına direnç gösterdikleri ve canlılık oranının %57 olduğu tespit edilmiştir (Kalyoncu ve Aksoylar 1998). Tedrici azalan sıcaklığın olumlu etkisi Koveos (2001)'un yaptığı çalışmada, *Bactocera olea Rossi* (Diptera: Tephritidae) erginleri üzerinde de gösterilmiştir. Ergin bireyler 24°C'den 2 saatliğine -6,5°C'ye alındığında %5 canlılığını devam ettirirken, buna karşılık -6,5°C'ye almadan önce 0 ile 10°C arasındaki sıcaklık derecelerinde 2 saat bekletilenlerin yaşam oranları %80 ve %92'ye çıkmıştır. Pup evresinde uygulanan tedrici azalan sıcaklığın *P. turionellae*'nin yumurta verimine etkileri araştırılmış ve düşük sıcaklıkta (4°C) bekletme süresinin uzamasının olumlu etki yaptığı, ergin çıkış yüzdesini arttırırken yumurta veriminin de daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kaynak 2010).

P. turionellae'nin biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılabilmesi amacı ile düşük sıcaklıkta saklanabilmesi, bu türün düşük sıcaklığa direncinin tam olarak anlaşılabilmesi ile mümkündür. Bu nedenle tedrici azalan düşük sıcaklığın parazitoidin gelişimine etkilerinin tespiti önemlidir. Bu çalışmada, konak içindeyken, larval evrede uygulanan tedrici azalan sıcaklığın *P. turionellae*'nin erginleşme süresine, eşey oranına ve erkek ve dişi bireylerin ağırlıklarına etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

P. turionellae'nin konak türü olan *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)'nin kültürü Bronskill (1961)'den yararlanılarak hazırlanan yarı sentetik besinde, ağzı tülbentle kaplı cam kavanozlar içinde yetiştirildi. Besin konulan her bir cam kavanoza yaklaşık 50 adet *G. mellonella* yumurtası eklendi ve 29±1°C, %60±5 bağıl nem ve karanlık şartlarında gelişmeye bırakıldı. Kavanozlarda gelişen son evre larvalar alınarak içinde beyaz pelür kağıtları bulunan beherlere konuldu ve beherlerin ağzı tülbent ile kapatılarak, aynı şartlarda, pup evresine geçmeleri sağlandı. Elde edilen konak pupları, *P. turionellae* erginlerinin bulunduğu kafeslere bırakıldı ve parazitlenmeleri sağlandı. Yaklaşık 16- 20 gün sonra konak puplarından çıkan ergin parazitoidler stok kültürün devamında ve deney gruplarının oluşturulmasında kullanıldı.

P. turionellae stok kültürü, kafesler içinde, 25±1°C, % 60±5 bağıl nem ve doğal fotoperiyot şartlarında, % 50 bal çözeltisi ve üç günde bir konak pupu ile beslenerek yetiştirildi. Parazitlenen konak puplarından elde edilen dişi parazitoidlerden bir kısmı, çiftleştikten sonra, deney gruplarını

oluşturmak üzere, beherlere konuldu. Yedinci günden itibaren verimli olup olmadıklarının kontrolü için yumurta bırakmaları sağlandı. Parazitlenen konak pupları açılarak yumurtalar sayıldı ve yumurtaların açılmaları kontrol edildi. Böylece verimli oldukları tespit edilen dişiler, ayrı ayrı beherlere alınarak deneylerde kullanıldı. Bu dişilerin bulunduğu beherlere her gün, günün aynı saatinde %50'lik bal çözeltisine batırılmış pamuk konuldu ve bir saat süre ile beslenmeleri sağlandı. Ayrıca bu beherlere, üç günde bir konak pupu, besin olarak bırakıldı. Yaşları 20 günü tamamlayan dişi bireyler deneyler için kullanılmadı. Eşit büyüklükteki konak pupları ayrı ayrı dişilerin bulunduğu beherlere, her dişiye 2 adet pup düşecek şekilde konuldu ve pupların dişiler tarafından parazitlenmesi sağlandı. Parazitlenme gınaşırı olacak şekilde yaptırıldı.

Parazitlenen puplar kağıt bardaklara konuldu ve sırasıyla 25, 20, 15 ve 10°C'de 3'er gün ve takiben dört farklı deney grubunda 4°C'de 2, 3, 4 ve 5 gün olacak şekilde ayarlanmış Sanyo marka inkübatörde bekletildi. Tedrici azalan sıcaklığa maruz bırakılan parazitlenmiş puplar, farklı uygulama süreleri sonunda inkübatörden alınarak 25°C'ye konuldu ve ergin oluşumuna kadar bekletildi. Erginleşen bireyler ayrı ayrı tartıldı ve her biri ayrı beherlere konuldu. Çıkan bireylerin ergin öncesi gelişme süreleri, erginleşme oranı, eşey oranı ve ergin ağırlıkları tespit edildi. Aynı işlemler, tedrici azalan sıcaklık uygulaması olmadan, parazitlenmeden itibaren ergin çıkışına kadar pupların 25°C'de bekletilmesiyle kontrol grubu için yapıldı. Deney ve kontrol gruplarının her biri 60 bireyden oluşan dört ayrı tekrar halinde gerçekleştirildi.

Tedrici azalan sıcaklığa bağlı olarak gruplar arasında meydana gelen değişimler Tek Yönlü Varyans Analizi SPSS 15.0 (Windows için SPSS Versiyon 15.0) ile karşılaştırıldı (Anonymous 1999). Yüzde olarak hesaplanan verilerin arksinus karekökleri alındı (Sokal ve ark. 1995). Ortalamalar arası farklar Tukey HSD testi ile belirlendi. Değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi $\alpha=0.05$ olarak alındı.

BULGULAR

Dişi ve Erkek Bireylerin Ergin Öncesi Gelişim Süresi

Tedrici azalan sıcaklık uygulaması sonrasında çıkan dişi ve erkek parazitoidlerin çıkış süresi Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrasında parazitoid ergin çıkış süresi (gün).

Süre ^z	Parazitoidin Eşeyi ^y	
	♀	♂
0	22,05±0,24a	20,02±0,26a
2	30,00±0,55b	28,23±0,44b
3	31,40±0,32b	28,54±0,26b
4	33,62±0,51c	28,15±0,39b
5	34,12±0,61c	31,19±0,42c

^x Değerler her biri 60 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

^y Aynı sütunda aynı harfe sahip gruplar (a-c) birbirinden farklıdır. (P>0,05)

^z "0" kontrol grubu (sürekli olarak 25°C'de tutulmuştur), 2-3-4-5; deney gruplarına ait pupların 25°C'de 3 gün, 20°C'de 3 gün, 15°C'de 3 gün 10°C'de 3 gün tutulduktan sonra 4°C'de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey's HSD testi uygulandı.

Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrasında, parazitoidlerin çıkış süresinin, tüm uygulama gruplarının hem dişi hem de erkek bireylerinde, 4°C'de bekletme süresinin artışına paralel olarak uzadığı görüldü (♀: F= 148,335; sd=4,313; P= 0,000. ♂: F= 170,169; sd= 4,264, P= 0,000). Bu artış özellikle düşük sıcaklıkta en fazla (5 gün) bekletilen deney grubundan çıkan bireylerde tespit edildi. (Simge çıkmamış SORUN var)

Ergin Çıkış Yüzdesi ve Eşey Oranı

Tedrici azalan sıcaklık uygulaması sonrasında çıkan dişi ve erkek parazitoidlerin çıkış yüzdeleri Tablo 2'de verilmektedir.

Deneyler sonunda elde edilen verilere göre, 4°C'de bekletme süresinin artışıyla beraber, dişi bireylerin çıkış yüzdelerinin de arttığı gözlemlendi (♀: F=0,478; sd=4,15; P=0,751). İstatistiksel analiz sonrasında, gruplar arasında dişi ve erkek bireylerin çıkış yüzdelerinde bir fark gözlenmedi (♂: F= 0,478; sd= 4,15, P= 0,751). Fakat toplam ergin çıkış yüzdesi düşük sıcaklık (4°C) uygulaması yapılmayan kontrol grubunda 72,92 olarak bulunurken, 4°C'de 2 gün bekletilen uygulama grubunda 54,17, 3 gün bekletilen grupta 47,13, 4 gün bekletilen grupta 41,25 ve 5 gün bekletilen grupta 28,75 olarak tespit edildi ve bekletme süresinin uzamasıyla beraber bir azalma gözlemlendi (Total: F= 19,707; sd=4,15; P= 0,000).

Dişi ve Erkek Parazitoidlerin Ağırlığı

Tedrici azalan düşük sıcaklık sonrası çıkan dişi ve erkek parazitoidlerin ağırlıkları Tablo 3'de verilmektedir.

4°C'de 2 ve 3 gün bekletilen gruplardaki

Tablo 2. Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrası çıkan ergin parazitoidlerin çıkış yüzdeleri.

Süre ^z	Total (%)	Parazitoid Eşeyi ^y (%)	
		♀	♂
0	72,92a	50,19a	49,81a
2	54,17b	50,29a	49,71a
3	47,13b	49,39a	50,61a
4	41,25bc	62,63a	37,37a
5	28,75c	62,65a	37,35a

^x Değerler her biri 60 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

^y Aynı sütunda aynı harfe sahip gruplar (a-c) birbirinden farklıdır. (P>0,05)

^z "0" kontrol grubu (sürekli olarak 25°C' de tutulmuştur), 2-3-4-5; deney gruplarına ait pupların 25°C'de 3 gün, 20°C'de 3 gün, 15°C'de 3 gün 10°C'de 3 gün tutulduktan sonra 4°C'de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey's HSD testi uygulandı.

Tablo 3. Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrası çıkan ergin parazitoidlerin ağırlığı (mg).

Süre ^z	Parazitoid Eşeyi ^y	
	♀	♂
0	29,26±0,39ab	21,18±0,47a
2	30,61±0,65b	20,58±0,40a
3	30,78±0,63b	22,76±0,53a
4	27,59±0,59a	21,51±0,67a
5	28,87±0,82a	21,05±0,54a

^x Değerler her biri 60 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

^y Aynı sütunda aynı harfe sahip gruplar (a-c) birbirinden farklıdır. (P>0,05)

^z "0" kontrol grubu (sürekli olarak 25°C' de tutulmuştur), 2-3-4-5; deney gruplarına ait pupların 25°C'de 3 gün, 20°C'de 3 gün, 15°C'de 3 gün 10°C'de 3 gün tutulduktan sonra 4°C'de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey's HSD testi uygulandı.

puplardan çıkan dişi bireylerin ağırlıkları ile kontrol grubu arasında bir fark gözlenmezken, 4°C'de bekleme süresinin artışıyla dişi bireylerin ağırlığında bir azalma tespit edildi (♀: F=4,993; sd=4,313 ; P=0,001). Fakat bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi. Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrasında çıkan erkek bireylerin ağırlıkları ile kontrol grubundan çıkan erkek bireylerin ağırlıkları arasında istatistiksel fark olmadığı tespit edildi (♂: F=2,654; sd=4,264, P=0,034).

TARTIŞMA

Günümüzde kimyasalların farklı konsantrasyonları ile yapılan çeşitli çalışmalarda, bu maddelerin böceklerin gerek davranışsal gerekse biyokimyasal aktiviteleri üzerinde olumsuz etkileri tespit edilmiş (Uçkan ve Sak 2010, Çetin ve ark. 2010) ve tüm bu olumsuz gelişmelerin ışığında bilim

adamları biyolojik mücadeleye yönelmiştir (Ozalp ve Sezer 2011). Biyolojik mücadele uygulamalarında, kullanılacak parazitoidlerin ergin hayat uzunluğu ve verimini etkileyen faktörlerin bilinmesi, bunların hem toplu üretimlerinde, hem de bunlarla biyolojik mücadelede başarıya ulaşmada önemli bir faktördür (Uçkan ve Gülel 2000). Kısa bir süre içerisinde kitle halinde üretim oldukça zor olduğu için, türün biyolojisinin ve fizyolojisinin iyi bilinmesi ve uygun bir saklama yönteminin bulunması gerekmektedir. Laboratuvar çalışmalarında, konak ve parazitoid kültürünün aynı anda eşit miktarda olması her zaman mümkün değildir. Bu nedenle, çok sayıda konak böcek elde edilmesi durumunda, yeterli dişi parazitoid mevcut değil ise parazitlemenin ertelenmesi amacıyla konak böceğin uygun evresinin düşük sıcaklıkta saklanması iyi bir metot olabilir. Böceklerin düşük sıcaklıklara direnç gösterebilmeleri özelliklerinden yararlanılarak düşük sıcaklıkta bir süre bekletme yöntemi ile elde edilen yeterli sayıdaki parazitoid ile etkin bir mücadele gerçekleştirilebilir.

Düşük sıcaklığın böceklerin gelişme süresini uzattığı bilinmektedir. *Allorhogas pyralophagus* Marsh (Hymenoptera: Braconidae) türünün pupları ile yapılan soğuğa tolerans çalışmalarında, düşük sıcaklığa maruz bırakılan puplardan ergin oluşumu için geçen sürenin 2-6 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Ballal ve ark. 1989). Matadha ve ark. (2004), *Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera: Aphelinidae)'ya düşük sıcaklığın etkisini araştırmışlar ve sıcaklıktaki azalmanın gelişme süresini uzattığını tespit etmişlerdir. Farklı sıcaklık derecelerinin *Bactrocera invadens* Drew, Tsuru & White (Diptera: Tephritidae)'in biyolojisi üzerinde etkilerinin incelendiği çalışmada, gelişimin sıcaklığın düşmesi ile uzadığı belirlenmiştir (Rwomushana ve ark. 2008). Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulamalarında dişi ve erkek bireylerin erginleşme sürelerinin 4°C'de bekletme süresine bağlı olarak uzadığının tespit edildiği bu çalışmada diğer yapılan çalışma sonuçlarına uyum göstermektedir.

Jahan ve ark. (1995), düşük sıcaklık uygulanan *Exorista sorbillans* Wiedemann (Diptera: Tachinidae) puplarından ergin çıkışının azaldığını belirtmiştir. Bu çalışmada da aynı sonucun elde edildiği, kontrol grubunda ergin çıkış yüzdesi 72,92 iken, düşük sıcaklık uygulamasında 4°C'de bekletme süresinin uzamasıyla bu oranın düştüğü ve 5 gün bekletilen

deney grubunda ergin çıkış yüzdesinin 28,75 olduğu görülmektedir.

Kurtdere (2007), parazitlemenin hemen sonrasında konak içindeki *P. turionellae* larvalarını 1, 3 ve 7 gün düşük sıcaklıkta (4°C) bekletmiş, daha sonra erginleşmeleri için laboratuvar şartlarına bırakmıştır. Elde edilen erginlerde erkek parazitoid oranının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada ise, erginleşen bireylerde dişi yüzdesi erkek bireylere göre daha yüksek bulundu. Bu farkın nedeni, düşük sıcaklığın tedrici olarak uygulanmış olmasından olabilir. Dişi oranının erkeklere göre yüksek olması, düşük sıcaklığa maruz kalma sonrasında türün devamını sağlamak açısından önemlidir. Bu nedenle, düşük sıcaklık uygulamasının tedrici olarak yapılmasının daha uygun olduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışmada, erginleşen dişi yüzdelelerinin erkek yüzdelelerinden daha fazla olması da dişilerin düşük sıcaklığa daha dirençli olduğu şeklinde açıklanabilir.

Böceklerde enerji kaynakları, düşük sıcaklığa maruz kalındığındaki açlık sırasında tüketilmektedir.

Buna ve su kaybına bağlı olarak ağırlık kaybının olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Nurullohoğlu ve Aksoylar 1997, Kalyoncu ve Aksoylar 1998, Nurullohoğlu ve Kalyoncu 2000, Yenice 2005). Bu çalışmada, tedrici azalan sıcaklık sonrasında çıkan bireylerin ağırlığı ile kontrol grubundan çıkan bireylerin ağırlıkları arasında istatistiksel bir fark tespit edilmedi.

Bu çalışmanın sonuçları, *P. turionellae*'nin biyolojik mücadelede kullanmak amacıyla yeterli sayıda ve kitle halinde üretebilmek için düşük sıcaklıkta bekletmenin uygun bir saklama yöntemi olabileceğini ve özellikle de tedrici azalan düşük sıcaklığın tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Doğal şartlara benzerliği ve böceği soğuğa alıştırmaya açısından, düşük sıcaklık uygulamasının tedrici olarak yapılması daha olumlu sonuçlar vermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı, 08101017 nolu proje ile destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Adıyaman N, Aktümsek A (1996) Pup ve ergin evrede uygulanan düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişilerinin yumurta verimine etkileri. Turkish Journal of Zoology 20: 1-5.
- Anonymous (1999) SPSS 10.0 Statistics, SPSS. IL, Chicago.
- Bale JS (1987) Insect cold hardiness: freezing and supercooling an ecophysiological perspective. Journal of Insect Physiology 33 (12): 899-908.
- Ballal CR, Spingh SP, Jalali SK, Kumar P (1989) Cold tolerance of coccons of *Allorhogas pyralophagus* (Hym.: Braconidae). Entomophaga 34 (4): 463-468.
- Bronskill JK (1961) A cage to simplify of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). Journal of the Lepidopterists' Society 15: 102-104.
- Cetin H, Demir E, Kocaoğlu S, Kaya B (2010) Insecticidal Activity of Some Synthetic Pyrethroids with Different Rates of Piperonyl Butoxide (PBO) Combinations on *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). Ekoloji 19 (75): 27-32. doi: 10.5053/ekoloji.2010.754
- Danks HV (1978) Modes of seasonal adaptation in the insects. I. Winter survival Can Entomology 110: 1167-1205.
- Grenier S, Delobel B, Bonnot, G (1986) Physiological considerations of importance to the success of in vitro culture: an overview. Journal of Insect Physiology 32 (4): 403-408.
- Jahan MS, Rahman SM, Khan, MAR (1995) Preservation of pupae of the uzifly, *Exorista sorbillans* Wiedemann (Diptera: Tachinidae) at low temperatures. Journal of the Asiatic Society of Bangladesh Science 21 (2): 243-247.
- Jiang N, Sétamou M, Ngi- Song AJ, Omwega CO (2004) Performance of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in parasitizing *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae) as affected by temperature and host stage. Biological Control 31: 155-164.
- Kalyoncu L, Aksoylar MY (1998) *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine tedrici azalan sıcaklığın etkileri. Kılınç M (ed), In: XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildirileri Kitabı, 7-10 Eylül 1998, Samsun, 3: 323-333.

- Kaynak E (2010) Pup evrede uygulanan tedrici azalan sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın yumurta verimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Koveos DS (2001) Rapid cold hardening in the olive fruit fly *Bactrocera oleae* under laboratory and field conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101: 257-263.
- Kurtdere N (2007) *Pimpla turionellae* L.'nin eşey oranına düşük sıcaklığın etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Leather SR (1990) Life span and ovarian dynamics of the pine beauty moth, *Pannolis flammea* (D&S): the effect of low temperatures after adult emergence on reproductive success. *Physiological Entomology* 15: 347-353.
- Matadha D, Hamilton GC, Lashomb JH (2004) Effect of temperature on development, fecundity, and life table parameters of *Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Euonymus* Scale, *Unaspis euonymi* (Comstock), and *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). *Environmental Entomology* 33(5): 1185-1191.
- Nurullahoğlu ZÜ, Aksoylar MY (1997) Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi bileşimine etkileri. *Turkish Journal of Zoology* 21: 295-301.
- Nurullahoğlu ZÜ, Kalyoncu L (2000) Düşük sıcaklığın *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) puplarının total lipid ve total yağ asidi yüzdelere etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi* 1: 91-93.
- Ozalp P, Sezer B (2011) The Effects of Azadirachtin on the Percentage of Glycogen Contents in Larvae of *Galleria mellonella*. *Ekoloji* 20 (81): 67-72. doi: 10.5053/ekoloji.2011.813
- Öznergiz Ç.İ (2006) Farklı besin ortamlarında yetiştirilen *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarının, *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın eşey oranı ve ergin evreye ulaşma süresine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rwomushana I, Ekese S, Ogol CKPO, Gordon I (2008) Effect of temperature on development and survival of immature stages of *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology* 132 (9-10): 832-839. doi: 10.1111/j.1439-0418.2008.01318.x.
- Salt RW (1961) Principles of insect cold hardiness. *Annual Review of Entomology* 6: 55-74.
- Sokal RR, Rohlf FJ, Freeman WH (1995) *Biometry*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Thompson SN (1986) Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. *Annual Review of Entomology* 31: 197-219.
- Turlings TCJ, Scheepmaker JWA, Vet LEM, Tumlinson JH, Lewis WJ (1990) Host contact foraging experiences affect preferences for host-related odor in the larval parasitoid *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Chemical Ecology* 16: 1577-1589.
- Uckan F, Gülel A (2000) *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.; Braconidae)'nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri. *Turkish Journal of Zoology* 24: 105-113.
- Uckan F, Sak O (2010) Cytotoxic effect of cypermethrin on *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) larval hemocytes. *Ekoloji* 19 (75): 20-26. doi: 10.5053/ekoloji.2010.753
- Yanikoğlu A (1990) Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) puplarının glikojen seviyelerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi* 13: 53-56.
- Yazgan S (1981) A meridic diet and quantitative effects of tween 80, fatty acid mixtures and inorganic salts on development and survival of endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. *Zeitschrift ang Entomologie* 91: 433-441.
- Yenice H (2005) Düşük sıcaklığın *Achroia grisella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarının total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.