

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PUP EVREDE UYGULANAN TEDRİCİ  
AZALAN SICAKLIĞIN *PIMPLA  
TURIONELLAE* L.  
(HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE)' NİN  
YUMURTA VERİMİNE ETKİLERİ  
ESMA KAYNAK  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİMDALI  
KONYA - 2010**

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PUP EVREDE UYGULANAN TEDRİCİ AZALAN SICAKLIĞIN *PIMPLA*  
*TURIONELLAE* L. (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE)' NİN  
YUMURTA VERİMİNE ETKİLERİ

Esmâ KAYNAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KONYA, 2010

Bu tez 06/01/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Oybirliği ile Kabul  
Edilmiştir.

Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

**PUP EVREDE UYGULANAN TEDRİCİ AZALAN SICAKLIĞIN *PIMPLA*  
*TURIONELLAE* L. (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE)' NİN  
YUMURTA VERİMİNE ETKİLERİ**

**Esmâ KAYNAK**

**Selçuk Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU**

**2010, Sayfa: 30**

**Jüri: Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU**

**Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK**

**Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU**

Bu çalışmada, laboratuvar şartlarında *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarında yetiştirilen endoparazitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nin pup evresine, konak içinde uygulanan tedrici azalan sıcaklığın etkileri araştırılmıştır. Parazitlenen konak pupaları 14. günden itibaren sırasıyla 20, 15 ve 10°C' de birer gün, 4°C' de ise 1, 3 ve 5 gün bekletilmiştir. Uygulamalar sonucunda dişi ve erkek parazitoidlerin erginleşme yüzdeleri, erginleşme süreleri, ağırlıkları, ömür uzunlukları ve dişilerin yumurta verimleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 4°C' de bekletme süresinin uzaması olumlu etki yapmış, ergin çıkış yüzdesi artarken yumurta veriminin de daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hymenoptera, *Pimpla turionellae*, tedrici azalan sıcaklık, ergin çıkışı, ergin ömür uzunluğu, yumurta verimi.

## ABSTRACT

### Masters Thesis

# EFFECTS OF GRADUALLY DECREASED TEMPERATURE ON FECUNDITY OF *PIMPLA TURIONELLAE* L. (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) PUPAE

Esmâ KAYNAK

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU

2010, Page: 30

Jury: Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU

In this study, effects of gradually decreased temperature on endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) pupae reared on host *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) in laboratory conditions were investigated. After 14th day of parasitization, host pupae were acclimated gradually decreased temperature; for 1 day at each of 20, 15 and 10°C then 1, 3, and 5 days at 4°C. Adult emergence ratio of females and males, duration of adult emergence after parasitization, adult longevity and fecundity of females were determined after each acclimation. As the results of this study, it was found that adult emergence ratio and fecundity of the longer acclimation at 4°C group were high.

**Key Words:** Hymenoptera, *Pimpla turionellae*, gradually decreased temperature, adult emergence, adult longevity, fecundity.

## TEŐEKKÜR

Bana bu tez konusunu veren her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOğLU' na içtenlikle teőekkür ederim.

Ayrıca çalıőmalarım sırasında bana yardımcı olan değerli hocam Arő. Gör. Rahile ÖZTÜRK' e içtenlikle teőekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca olduğu gibi çalıőmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teőekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
3. MATERYAL ve METOT.....	12
4. SONUÇLAR.....	13
5. TARTIŞMA.....	18
6. KAYNAKLAR.....	24

## 1. GİRİŞ

Tarımsal üretim sırasında ürünü zararlılara karşı korumak amacıyla çeşitli mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan kimyasal mücadele; çevre kirliliği, hedef alınmayan organizmaların yok edilmesi, zararlılarda dayanıklılık oluşumu, doğal düşmanların yok edilmesi gibi insan ve çevre sağlığı ile ilgili birçok olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bu nedenle kimyasal mücadeleye yerine alternatif yeni teknikler araştırılmaktadır. Biyolojik mücadele de; biyoteknik mücadele ve entegre mücadele gibi alternatif mücadele yöntemlerinin başında gelmektedir.

Biyolojik mücadele; zararlı organizmalara karşı o türlerle beslenen ya da o türlerin üzerinde yetişen canlı organizmaların kullanılması olarak tarif edilebilir. Bu yöntemde parazitoidler, predatörler, patojenler ve rekabet veya antagonistik etkileriyle katkıda bulunan canlılar kullanılmaktadır. Parazitoidlerin yaşaması konak canlıya bağlı olduğu için zararlılara karşı diğerlerinden daha spesifik olmaktadır.

Biyolojik mücadele insan ve çevre sağlığına olumsuz etkisinin olmaması, doğal düşmanları koruması, doğal düşmanların konaklarına özelleşmiş olması, potansiyel zararlıları baskı altında tutması, uygulamada kullanılacak etmenlerin çoğunun doğada var olması, mücadele maliyetinin ucuzluğu sebebiyle kimyasal mücadeleden ayrılmaktadır. Biyolojik mücadele, doğal denge bozulmadığı sürece kendi halinde gelişir, dayanıklılık problemi yaratmaz.

Ergin öncesi evrelerinde parazit olan, gelişmeleri sırasında konağın belirli evrelerini kullanan ve konağını tamamen tüketen böceklere “parazitoid” adı verilmektedir (Vinson 1976, Thompson 1985). Parazitoid türlerin sayısı çok fazladır. Öyle ki Hymenoptera ordosuna dahil 200.000 den fazla türün parazitoid olarak yaşadığı bilinmektedir (Doutt 1959, Thompson 1986). *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) da bunlardan bir tanesidir.

*P. turionellae* doğal gelişimini bazı zararlı lepidopter türleri üzerinde tamamlayan, büyüme ve gelişmesi için konak türlerinin pup evresine ihtiyaç duyan

soliter endoparazitoid böcek türüdür. Ergin parazitoid dişi, konağını felçleştirdikten sonra yumurtalarını konağın içine bırakır. Konağa bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar konak materyali ile beslenir. Larval gelişimini tamamlayan parazitoidler, sonraki gelişim evreleri olan prepup ve pup evrelerini tamamladıktan sonra ergin olarak konaktan ayrılır.

Biyolojik kontrol ajanı olarak parazitoid bir türün kullanılabilmesi için laboratuvar şartlarında yeterli sayıda, kitle halinde üretilmesi gerekmektedir. Ancak kısa bir süre içerisinde kitle halinde üretim oldukça zordur. Bu nedenle türün biyolojisinin ve fizyolojisinin iyi bilinmesi ve uygun bir saklama yönteminin bulunması gerekmektedir.

Böcekler düşük sıcaklıklara direnç göstermektedirler (Salt 1961). Bu özelliklerinden yararlanılarak düşük sıcaklıkta bir süre bekletme yöntemi ile elde edilen yeterli sayıdaki parazitoid ile etkin bir mücadele gerçekleştirilebilir. Bunun için de, düşük sıcaklık uygulamasının böceğin yaşam şartlarını, fizyolojisini, yumurta verimini ve yumurta açılımını etkileyeceği göz önüne alınarak en uygun düşük sıcaklık derecesi ve uygulama süresi tespit edilmelidir.

*P. turionellae* kış mevsiminin düşük sıcaklıklarına dayanabilmektedir. Jactson (1937)' e göre *P. turionellae* olgun larvaları, kışı konak pupları içerisinde geçirebildiği gibi, Berry (1939)' e göre ise ergin dişi halinde de kışlayabilmektedir (Yanıkoglu 1990).

Böceklerde düşük sıcaklığa bağlı olarak gelişen bazı koruyucu mekanizmalar bulunmaktadır. Kış mevsiminin başlangıcında böcek hemolenfinin protein miktarında artış ve spesifik düşük sıcaklık proteinlerin sentezi tespit edilmiştir (De Loof ve De Wilde 1970). Polioller denen düşük molekül ağırlıklı karbohidratların sentezlenmesi de düşük sıcaklığa karşı oluşturulan bir diğer değişikliktir. Polioller hücresel membranların stabilizasyonunu sağlamasının yanı sıra, osmotik basıncı ve total tuz miktarını azaltarak böceği düşük sıcaklığın olumsuz etkilerine karşı korurlar (Hansen 1980, Ring 1982). Bir başka düşük sıcaklığa uyum mekanizması da su kaybıdır. *Epiblema scudderiana*' da kış yaşamı için gerekli şartlardan biri su kaybıdır ve bu türde sonbaharda yaş ağırlığın %57' si olan su miktarı kış ortasında %25' e kadar düşmektedir (Kelleher ve ark. 1987).



Parazitoid türlerin düşük sıcaklığa maruz bırakıldığı çalışmalarda, erginleşme oranının, eşey oranının, ergin hayat uzunluğunun ve yumurta veriminin önemli ölçüde etkilendiği bilinmektedir (Leather 1990, Turlings ve ark. 1990, Adıyaman ve Aktümsek 1996, Uçkan ve Gülel 2001, Jiang ve ark. 2004)

Beş, 10, 20, 30 ve 40 gün süreyle +4°C'de bekletilen *Galleria mellonella* puplarında yetiştirilen *P. turionellae*'nin konaktaki gelişiminin incelendiği çalışmada, uygulama süresi uzadıkça ergin parazitoid çıkışı ve eşey oranının önemli derecede etkilendiği tespit edilmiştir (Nurulloğlu 1998).

*P. turionellae* puplarının +4°C ve -8 °C' de 1 ay süre ile bekletilmesi sonucu 25°C' ye konulduklarında, +4°C' de tutulan pupların 2- 6 gün içinde % 80-90 oranında ergin oldukları, -8 °C' de tutulan pupların ise öldüğü görülmüştür. +4°C' de tutulan puplardan çıkan erginlerde herhangi bir morfolojik anormalliğe rastlanmamıştır. +4°C' de belirli süreler halinde tutulan puplardan zamana bağlı olarak glikojen miktarının kademeli olarak düştüğü belirlenmiştir. Bu durum, düşük sıcaklığa karşı gösterilen direnç olarak açıklanmıştır (Yanikoğlu 1990).

Başka bir çalışmada, 45 ve 60 gün +4 °C'de bekletilme sonucunda, *Pimpla turionellae* dişi pup ve erginlerin direnç gösteremeyip öldükleri, düşük sıcaklığa bağlı olarak ağırlık kaybı olduğu, dişi puplarda total lipide göre total yağ asidi yüzdesinde azalma olduğu ve yağ asidi bileşimlerinde değişiklikler olduğu tespit edilmiştir (Nurulloğlu ve Aksoylar 1997).

Uzun süreli düşük sıcaklık uygulamasının, lipid metabolizması üzerinde de önemli etkileri olmaktadır. *G. mellonella* puplarının 10, 20 ve 30 gün süre ile +4 °C' de bekletilmesi sonucunda total lipid ve total yağ asidi miktarının süreye bağlı olarak azaldığı ve 30 günlük uygulamada total lipide göre total yağ asidi yüzdesinin, diğer uygulama sürelerine ait gruplardan ve kontrol grubundan önemli derecede düşük olduğu bulunmuştur (Nurulloğlu ve Kalyoncu 2000).

Düşük sıcaklığın *Dibrachys boarmiae* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) dişi puplarının total yağ asidi bileşimine etkilerinin araştırıldığı çalışmada 20 ve 30 gün süreyle +4 °C' de tutulan dişi pupların yağ asidi bileşimlerinde, doymuş yağ asidlerinin arttığı gözlenmiştir (Aktümsek ve ark. 1997).

*P. turionellae* pup ve erginlerine düşük sıcaklık (4°C) uygulaması sonrasında, dişilerde yumurta veriminin düştüğü ve maksimum yumurta bırakma günününün 23.

günden 28. güne kaydığı tespit edilmiştir. Düşük sıcaklığın yumurta açılma oranları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüş. Sonuçlar *P. turionellae* 'nın pup evresinde ve ergin olarak düşük sıcaklıkta 30 gün saklanabileceğini göstermiştir (Adıyaman ve Aktümsek 1996).

*P. turionellae* tarafından parazitlenmiş puplar 1, 3 ve 7 gün düşük sıcaklıkta (+4°C) bekletilmiştir. Düşük sıcaklığa maruz bırakılan pupların toplam ergin çıkışında azalma görülmüş, buna karşın toplam erkek çıkışında kontrol grubuna göre artış gözlenmiştir (Kurtdere 2007).

Doğal şartlara benzemesi ve böceği soğuğa alıştırmayı bakımından tedrici azalan sıcaklık, parazitoid türlerin saklanması için kullanılan uygun bir yöntemdir. Tedrici azalan sıcaklığın *P. turionellae* dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, ergin dişilerin 45 günlük sıcaklık uygulamasına direnç gösterdikleri, canlılık oranının %57 olduğu tespit edilmiştir (Kalyoncu ve Aksoylar 1998).

*P. turionellae* türünün biyolojik kontrol çalışmalarında kullanılabilmesi amacı ile düşük sıcaklıkta saklanabilmesi, bu türün düşük sıcaklığa direncinin tam olarak anlaşılabilmesi ile mümkün olacaktır. Bu nedenle tedrici azalan düşük sıcaklığın parazitoidin gelişimine ve yumurta verimine etkilerinin belirlenmesi önemlidir.

Bu çalışmada, konak içinde pup evrede uygulanan tedrici azalan sıcaklığın *P. turionellae* 'nın ergin çıkışına, dişi ve erkek yüzdelerine, erginleşme sürelerine, ergin ömür uzunluğuna ve dişilerin yumurta verimine etkileri araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kışlama özelliği gösteren pek çok böcek, sıcaklık değişimlerinde yaşamlarını devam ettirebilmek için soğuğa karşı direnç geliştirir ve/ veya diapoz girer. Diapoz, nöroendokrin sistemle düzenlenen ve genellikle fotoperiyot ve/ veya sıcaklıktaki değişimlerin düzenlenmesi ile teşvik edilen fizyolojik bir durumdur. Genellikle, böcekler diapoz girmeden önce, değişimlere adaptasyon için gerekli olan duyarlı bir dönemden geçerler. Erginlerde diapoz, gonatların gelişiminin ertelenmesi ve enerji rezervlerinin birikimi ile ifade edilebilir (Chapman 1998).

Düşük sıcaklık toleransı, bu sıcaklıklarda canlı kalabilmeyi artırma adaptasyonu ile karakterize edilir. Böcekler, ekstraselüler buz oluşturma yetenekleri ile donmaya toleranslı ya da toleranssızdırlar. Bu tolerans, donmaya karşı koruyucu moleküllerin üretilmesi ve biriktirilmesi gibi fizyolojik mekanizmaların düzenlenmesi ile sağlanabilir.

Siyah pirinç böceği *Scotinophara lurida* (Heteroptera: Pentatomidae) erginlerinde Ekim, Kasım ve Aralık aylarında sırasıyla glukoz, gliserol ve trehaloz miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Özellikle trehalozun donmaya karşı etkili olduğu ve diapoz esnasında üreme programının juvenil hormonun kontrolü altında olduğu belirlenmiştir (Cho ve ark. 2007).

Diapozsuz *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) erginlerinde soğuğa alıştırma yöntemi ile oksijen tüketiminde ve vücut suyu miktarında azalmanın, hemolenf osmolalitesinde artışın, membran fosfolipidlerdeki fosfotidilethanolaminlerin oranındaki artışa karşın, fosfotidilkolinlerdeki azalmanın, linoleik asit oranındaki artışa karşılık oleik asit oranındaki azalmanın olması gibi bazı fizyolojik değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir. Aşırı soğuma noktasında düşmenin sonucu olarak buz oluşumunun azaltılması, spesifik kış poliollerinin sentezi ve biriktirilmesi, membran fosfolipitlerinde palmitik asit oranındaki artış ve hemolenfte  $Na^+$  ve  $K^+$  konsantrasyonlarının düzenlenmesi gibi

fizyolojik olayların da soğuğa alışma aşamasında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Šlachta ve ark. 2002a).

*Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae) erginlerinin doğadaki kışlama diapozunda, soğuğa toleransın (ST) 5 ay içinde (ağustostan aralığa kadar) kademeli olarak geliştiği bulunmuştur. Laboratuvar uygulamalarında, başarılı bir şekilde soğuğa alıştırma ve kışlama için diapozun birincil temel konum olduğu görülmüştür. İlk olarak diapozun, yaklaşık 5.5°C lik aşırı soğuma noktasının (ASN) yükselmesini engellediği, ikinci olarak da, diapozun 18 günlük süre içinde sıcaklığın 25°C' den 0°C' ye kadar tedrici olarak azaltıldığında gerekli fizyolojik değişikliklerin gelişmesiyle soğuğa alıştırmaya izin verdiği tespit edilmiştir. Soğuğa alıştırma diapoza girmeyen örneklerde ya hiç oluşmamış ya da çok az oluşmuştur. Diapoza giren ve girmeyen her iki örnekte de vücut sularında 1/3 lük hızlı bir kayıp oluşmuştur. Sadece diapoza giren örneklerin dokularında trehaloz birikmiştir ve hemolenf osmotik basıncı yükselmiştir. Soğuğa alıştırma uygulanan örnekler bir haftalığına geri 25°C' ye alındığında yüksek olan ST düşmüş, ASN 2.5- 3°C yükselmiş ve trehaloz seviyesi, hemolenf ozmotik basıncı ve su içeriği diapoza girmeden yada soğuğa alıştırma yapmadan önceki durumuna geri dönmüştür (Šlachta ve ark. 2002b).

*Philosamia ricini* (Lepidoptera: Saturniidae) larvalarına düşük sıcaklık (2 °C) uygulanmış ve gliserol, total protein, pirüvat, total serbest aminoasit, total lipid, fosfolipid miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Pant ve Gupta 1979).

Böceklerde düşük sıcaklığa direnç mekanizmasında su miktarı da önemli bir faktördür. Su miktarındaki azalma soğuğa direnci artırır (Meryman 1974, Ring and Danks 1994, Block 1996, Block 2003, Qi ve ark. 2007).

Böceklerde düşük sıcaklığa bağlı olarak gelişen fizyolojik değişiklikler böceğin gelişimini ve üremesini etkiler.

*Franklinothrips vespiformis* (Crawford) (Thysanoptera: Aeolothripidae)' in, gelişim ve kışlama özelliklerine sıcaklığın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, erginleşme süresinin düşük sıcaklık uygulama süresinin artmasıyla uzadığı, dişilerinde ise yumurta veriminin azaldığı tespit edilmiştir (Larentzaki ve ark. 2007).

*Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan bir çalışmada, ergin öncesi gelişme süresinin, sıcaklığın artması ile kısaldığı, dişi oranının da sıcaklık artışı ile birlikte yükseldiği tespit edilmiştir (Jiang ve ark. 2004).

Afrika'da bulunan 6 yumurta parazitoidi üzerine sıcaklık ve nemin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 8 farklı sıcaklık (10, 15, 20, 25, 28, 30, 32 ve 35°C) ve 2 farklı nem değeri (% 40- 50 ve % 70- 80) denenmiştir. Sıcaklık ve nemin parazitoidin gelişim zamanına ve fizyolojisine etkili olduğu ama sıcaklığın daha önemli bir rol oynadığı gözlenmiştir. Özellikle gelişim zamanının sıcaklık ile ilişkili olduğu, düşük sıcaklıklarda gelişim süresinin uzadığı belirtilmiştir (Kalyebi ve ark. 2006).

Düşük sıcaklık ergin parazitoidlerde çiftleşme, konak lokalizasyonunun belirlenmesi, konak türünün seçimi ve parazitlenmiş konağın ayırt edilmesi gibi davranışların kapasitesinde azalmaya neden olduğu için parazitoidin üreme verimliliğini azaltmaktadır (van Baaren and Boivin 1998, Turlings ve ark. 1990).

*Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) pupları 4°C' de 25, 52, 75, 100, 125 ve 150 gün süreyle bekletilmiş ve pupların düşük sıcaklığa toleranslı oldukları gözlenmiştir. Elli günün üzerindeki bekletme sürelerinde çıkan ergin sayısının önemli derecede azaldığı, deforme olan erginlerin oranının arttığı ve erginlerin hareket kapasitesinin azaldığı tespit edilmiştir (Tezze ve Botto 2004).

Sıcaklığın azalmasıyla, *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Chalcidoidea)' nın gelişim süresinin uzadığı, ergin bireylerin ömür uzunluklarının ise kısaldığı tespit edilmiştir (Matadha ve ark. 2004).

Bazı böcek türlerinin özellikle ergin öncesi evrelerinin düşük sıcaklığa tolerans gösteremediği ve gelişmenin durduğu hatta öldükleri belirtilmiştir. (Hamilton ve Zalucki 1991, Press ve Arbogast 1991).

*Venturia canescens* ile yapılan bir çalışmada, konak içerisinde gelişmekte olan larvalara farklı sıcaklık dereceleri uygulanmış ve düşük sıcaklıklarda ergin öncesi gelişme süresinin daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Eliopoulos ve Stathas 2003).

Yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens*' e konak içindeki gelişimi esnasında uygulanan farklı sıcaklık derecelerinin etkileri araştırılmıştır. Sıcaklığın parazitlenme oranı, ergin çıkış oranı ve eşey oranını etkileyen önemli bir faktör olduğu

belirlenmiştir. Düşük sıcaklık uygulamasında, ergin çıkışı ve dişi oranının düşük olduğu tespit edilmiştir (Öztemiz ve Kornoşor 2005).

*Psytalia cosyrae* ile yapılan çalışmada; düşük sıcaklıklarda erginleşme oranının düştüğü, dişilerin gelişme süresinin ve ergin yaşam uzunluğunun arttığı ve tüm sıcaklık derecelerinde dişilerin erkeklerden daha uzun yaşadığı belirlenmiştir (Mohamed ve ark. 2006).

Uygulanan düşük sıcaklık derecesinin yanında, uygulama süresi de böceklerin gelişimi ve ömür uzunluğu üzerinde önemli etkiye sahiptir. *Pannolis flammea* erginleri puptan çıkar çıkmaz 2 °C' de 5- 20 gün tutulmuş ve uygulama süresi arttıkça erginlerin yaşam süresinin azaldığı görülmüştür (Leather 1990).

Ergin öncesi evrelerde düşük sıcaklığa maruz kalan böceklerde, düşük sıcaklığa bağlı olarak yumurtalıkların gelişiminin yavaşlaması ya da durması veya hasarlanması nedeniyle yumurta veriminin düşebileceği belirtilmiştir (van Baaren ve ark. 2005).

Ulmer ve ark. (2006), sıcaklığın *Aprostocetus vaquitarum*' un yumurta bırakma ve gelişimine etkileri incelemişler ve gelişimin düşük sıcaklıklarda önemli derecede geciktiğini, yumurta veriminin de azaldığını tespit etmişlerdir.

*Anaphes* erginlerine uygulanan düşük sıcaklık çalışmasından sonra, sıcaklık derecesi ve uygulama süresindeki artışa bağlı olarak; canlılık, yumurta verimi ve ömür uzunluğu giderek azaldığı belirlenmiş (Picard ve ark. 1991). İkinci larva evresinde düşük sıcaklığa (4°C' de 0, 3, 6 ve 12 hafta süreyle) maruz bırakılan *Anaphes victus* dişilerinin düşük sıcaklık uygulanmayan kontrol grubuna ait dişilere oranla daha az yumurta bıraktıkları gözlenmiştir (van Baaren ve ark. 2005)

*Exorista sorbillans* pupları ile yapılan bir çalışmada, düşük sıcaklığın ömür uzunluğu ve yumurta verimi üzerinde etkili olduğu, puptan ergin çıkış oranının düştüğü belirlenmiştir (Jahan ve ark. 1995).

Yumurta parazitoiti *Telenomus cyamophylax* (Hymenoptera: Scelionidae) ile yapılan çalışmada; 15, 20, 25 ve 30°C' nin erginleşme oranına, ergin ömrüne ve yumurta bırakma kapasitesine etkileri araştırılmış ve sıcaklığın düşmesiyle gelişme süresinin uzadığı, parazitlenme oranının 15°C' de gelişen bireylerde çok düşük olduğu 30°C' de gelişen grup hariç diğerlerinde dişilerin ömür uzunluğunun erkeklerden

daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sıcaklığın eşey oranını önemli derecede etkilemediği de bulunmuştur (Foerster ve ark. 2004).

*Apanteles galleria* erginlerinin 6°C’ de bekletilmesinin ergin hayat uzunluğu, yumurta verimi ve eşey oranına etkilerinin incelendiği çalışmada, parazitoiti düşük sıcaklıkta tutmanın ergin hayat uzunluğu, verim ve eşey oranını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Dişiler düşük sıcaklığa erkeklerden daha fazla direnç göstermişlerdir ve düşük sıcaklık ergin parazitoidlerin oğul döl verimini önemli ölçüde düşürmüştür (Uçkan ve Gülel 2001).

*Dinarmous basalis* ile yapılan çalışmada, düşük sıcaklık uygulaması sonrasında, yumurta veriminin azaldığı tespit edilmiştir (Islam ve ark. 2005).

*Macrocentrus iridescens* (Hymenoptera) ile yapılan bir çalışmada düşük sıcaklık uygulanmış ve parazitoitin konak içindeki gelişiminin yavaşladığı ve daha geç erginleştiği tespit edilmiştir (Krugner ve ark. 2007).

*Agasicles hygrophila* (Coleoptera) ile yapılan çalışmada, düşük sıcaklığa maruz bırakma süresinin uzamasıyla bırakılan yumurta sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Bırakılan yumurtaların canlılığı da azalmıştır (Steward ve ark. 1999).

*P. turionellae* puplarının +4 °C ve -8 °C’ de 1 ay süre ile bekletildikten sonra 25°C’ ye konulduklarında, +4°C’ de tutulan pupların büyük çoğunlukla ergin oldukları, -8 °C’ de tutulan pupların ise öldüğü görülmüştür. 4°C’ de belirli süreler halinde tutulan puplarda zamana bağlı olarak glikojen miktarının kademeli olarak düştüğü belirlenmiştir. (Yanıkoglu 1990).

*P. turionellae* pup ve erginlerine düşük sıcaklık (4 °C) uygulaması sonrasında, dişilerde yumurta veriminin düştüğü ve maksimum yumurta bırakma günününün 23. günden 28. güne kaydığı tespit edilmiştir. Düşük sıcaklığın yumurta açılma oranları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüş. Sonuçlar *P. turionellae*’ nın pup evresinde ve ergin olarak düşük sıcaklıkta 30 gün saklanabileceğini göstermiştir (Adıyaman ve Aktümsek 1996).

*P. turionellae* dişi pup ve erginlerinin 3, 7, 15, 30, 45 ve 60 gün sürelerde 4°C’ de bekletildiğinde, 3, 7 ve 15 günlük düşük sıcaklığa karşı dirençli oldukları, 45 ve 60 günlük düşük sıcaklığa direnç gösteremeyip öldükleri tespit edilmiştir. Uzun süreli düşük sıcaklık uygulaması dişi pup ve erginlerinde ağırlık kaybına neden

olmuş, ergin dişilerin total lipid yüzdelerini etkilememiş fakat dişi puplarda total lipid yüzdeleri önemli derecede azalmıştır (Nurulloğlu ve Aksoylar 1997).

Beş, 10, 20, 30 ve 40 gün süreyle 4 °C' de bekletilen *G. mellonella* puplarında yetiştirilen *P. turionellae*' nin konaktaki gelişiminin incelendiği çalışmada, uygulama süresi uzadıkça ergin parazitoid çıkışı ve eşey oranının olumsuz bir şekilde etkilendiği gözlenmiştir (Nurulloğlu 1998).

Düşük sıcaklığın (+4 ve 10°C) *P. turionellae*' nin konak içindeki gelişimine, yumurta verimine ve eşey oranına etkilerinin incelendiği bir çalışmada, uygulama süresi arttıkça parazitoidin erginleşme süresinin uzadığı, yaşam süresinin kısaldığı, yumurta veriminin düştüğü ve erkek oranının arttığı gözlenmiştir (Nurulloğlu ve Öztürk 2006).

*P. turionellae* tarafından parazitlenmiş konak pupları, parazitlemenin hemen sonrasında 1, 3 ve 7 gün süreyle düşük sıcaklıkta (4°C) bekletilmiştir. Düşük sıcaklığa maruz bırakılan pupların toplam ergin çıkışında azalma görülmüş, buna karşın erkek çıkışında kontrol grubuna göre artış gözlenmiştir. Elde edilen erginlerde herhangi bir deformasyon görülmemiştir (Kurtdere 2007).

Endoparazitoid bir tür olan *Apanteles galleriae* (Hymenoptera)' nin ergin hayat uzunluğunun, sıcaklık ve besin çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterdiği de yapılan bir çalışma ile tespit edilmiştir. Sıfır, 10, 20, 30 ve 40°C' ler farklı besin çeşitleri kullanılarak çalışılmış ve denenen bu sıcaklık değerleri içinde, parazitoidlerin ergin hayat uzunluklarına en olumsuz etkiyi 40°C' nin yaptığı belirlenmiştir. Maksimum ergin ömür uzunluğu, 10°C' de %30 bal çözeltisi ile beslenen bireylerde tespit edilmiştir (Uçkan ve Ergin 2003).

Düşük sıcaklık stresi çalışmaları, dalgalı düşük sıcaklık uygulamasının çeşitli fizyolojik düzenlemelere neden olduğu bilinmektedir. Stres şartları serbest amino asitler (SAA) gibi donmaya karşı koruyucu moleküllerin sentezini başlatıcı etki yapmaktadır. Parazitoid *Aphidius solemani* Viereck' e dalgalı düşük sıcaklık rejimi uygulanmış ve daimi 4 °C uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Dalgalı düşük sıcaklık uygulaması sonrasında parazitoid yaşam oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Dalgalı sıcaklık uygulaması normal metabolik aktivitelerin periyodik olarak reaktif olmasını ve gelişme için gerekli şartların geri kazanımını temin etmektedir (Colinet ve ark. 2007a)



*Bactrocera olea* (Diptera) erkekleri ve dişileri üzerinde ani soğutma çalışmaları yapılmıştır. Laboratuarda yetiştirilen erginler 24°C' den 2 saatliğine -6,5 °C' ye alındığında % 5' i yaşamıştır. 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 (Koveos 2001).

### 3. MATERYAL VE METOT

*P. turionellae*'nin üzerinde yetiştirildiği konak türü olan *Galleria mellonella*'nin kültürü Bronskill (1961)'den yararlanılarak 200 gr petek, 500 gr kepek, 150 ml bal, 300 ml gliserin ve 150 ml damıtık su ile hazırlanan yarı sentetik besinde, ağzı tülbentle kaplı cam kavanozlar içinde yetiştirilmiştir. Besin konulan kavanozlara *G. mellonella* yumurtaları eklenerek  $29 \pm 1$  °C, %  $60 \pm 5$  bağıl nem ve karanlık şartlarında gelişmeye bırakılmıştır. Kavanozlarda gelişen son evre larvalar alınarak içinde beyaz pelür kağıtları bulunan beherlere konulmuş ve beherlerin ağzı tülbent ile kapatılarak, aynı şartlarda, pup evresine geçmeleri sağlanmıştır. Elde edilen konak pupları, *P. turionellae* erginlerinin bulunduğu kafeslere bırakılarak parazitlemeleri sağlanmıştır. Yaklaşık 16- 20 gün sonra konak puplarından çıkan ergin parazitoidler stok kültürün devamında ve deney gruplarının oluşturulmasında kullanılmıştır. *P. turionellae* stok kültürü, kafesler içinde,  $25 \pm 1$  °C, %  $60 \pm 5$  bağıl nem ve doğal fotoperiyot şartlarında, % 50' lik bal çözeltisi ve üç günde bir konak pupu ile beslenerek yetiştirilmiştir.

Deney gruplarını oluşturmak üzere, eşit büyüklükte konak pupları seçilerek *P. turionellae* dişilerinin parazitlenmesi sağlanmıştır. Parazitlenen puplar  $25 \pm 1$  °C, %  $60 \pm 5$  bağıl nem ve doğal fotoperiyot şartlarında 14 gün tutulmuştur. Ondördüncü günde, pup oluşumu gerçekleştiği için, puplar sırasıyla 20 (1gün), 15(1gün), 10(1gün) ve 4 °C (1, 3, 5 gün) lere ayarlanmış inkübatörde bekletilmiştir. Düşük sıcaklık uygulaması sonunda puplar laboratuvar şartlarında erginleşinceye kadar bekletilmiştir. Erginleşen bireylerden dişiler ayrılmış ve ayrı ayrı beherlere konularak erginleşmelerinin 10. gününden itibaren 13., 15., 18., 20., 23., 25., 28., 30. ve 33. günlerde konak pupuna yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Parazitlenmeden sonraki 24. saatte konak pupları % 0.8' lik NaCl çözeltisi bulunan petri kaplarında dissekte edilip toplam yumurta sayıları tespit edilmiştir. Yumurtalar bu ortamda 24 saat daha bekletilerek açılma oranları belirlenmiştir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, *P. turionellae* pupları tedrici azalan sıcaklığa maruz bırakılmış ve erginleşme süreleri, erginleşme yüzdeleri, erginlerin ağırlıkları, erginlerin ömür uzunlukları ve yumurta verimleri araştırılmıştır. Pupları sırasıyla 20, 15 ve 10°C’ de birer gün, ardından 4°C’ de 1, 3 veya 5 gün inkübatörde tutulmuştur. Bu süreler sonunda puplar tekrar 25°C’ ye alınarak erginleşmeleri beklenmiştir. Erginleşen bireylerin çıkış süreleri, çıkış yüzdeleri, ağırlıkları, ömür uzunlukları, dişilerin bıraktığı yumurta sayısı, açılan yumurta sayısı ve yumurtaların açılma oranları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır.

##### 4.1. Tedrici Azalan Sıcaklığa (20, 15, 10, 4 °C) Maruz Bırakılan *P. turionellae* Puplarından Ergin Dişi ve Erkek Bireylerin Çıkış Süreleri

Tedrici azalan düşük sıcaklık sonrası puplardan çıkan dişi ve erkek parazitoidlerin çıkış süresi Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Tedrici azalan düşük sıcaklık (20, 15, 10, 4 °C) uygulaması sonrasında parazitoidlerin çıkış süresi

Süre <sup>z</sup>	Parazitoidin Eşeyi <sup>xy</sup>	
	♀	♂
0	24,30 ± 0,54a	24,07 ± 0,63a
1	28,50 ± 0,79bc	24,05 ± 0,54a
3	27,58 ± 0,36b	24,81 ± 0,25a
5	29,33 ± 0,27c	26,95 ± 0,38b

<sup>x</sup> Değerler her biri 40 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

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

<sup>z</sup> “0” kontrol grubu (sürekli olarak 25 °C’ de tutulmuştur), 1- 3- 5; deney gruplarına ait pupların 20 °C’ de 1 gün, 15 °C’ de 1 gün, 10 °C’ de 1 gün tutulduktan sonra 4 °C’ de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey Testi uygulandı.

Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrasında, parazitoidlerin puptan çıkış sürelerinin uzadığı görülmüştür. Dişilerde bu fark daha belirginken, erkeklerde sadece 4°C’ de 5 gün bekletilen grupta fark tespit edilmiştir.

#### 4.2. Tedrici Azalan Sıcaklığa (20, 15, 10, 4 °C) Maruz Bırakılan *P. turionellae* Puplarından Çıkan Dişi ve Erkek Bireylerin Yüzdeleri

Tedrici azalan düşük sıcaklık sonrası puplardan çıkan dişi ve erkek parazitoidlerin yüzdeleri Tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo 2. Tedrici azalan düşük sıcaklık (20, 15, 10, 4°C) uygulaması sonrasında ergin parazitoidlerin çıkış yüzdeleri

Süre <sup>z</sup>	Total	Parazitoidin Eşeyi <sup>xy</sup>	
		♀	♂
0	67,5a	62,35a	37,62a
1	57,5a	61,18a	38,80a
3	62,5a	51,13a	48,86a
5	70,62a	62,33a	37,65a

<sup>x</sup> Değerler her biri 40 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

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

<sup>z</sup> “0” kontrol grubu (sürekli olarak 25 °C’ de tutulmuştur), 1- 3- 5; deney gruplarına ait pupların 20 °C’ de 1 gün, 15 °C’ de 1 gün, 10 °C’ de 1 gün tutulduktan sonra 4 °C’ de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey Testi uygulandı.

Deneyler sonucunda elde edilen verilere göre, dişi bireylerin çıkış yüzdelerinin erkek bireylerinkinden daha fazla olduğu gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda, gruplar arasında total ergin çıkış yüzdesi, dişi ve erkek bireylerin çıkış yüzdeleri bakımından fark bulunmamıştır.

#### 4.3. Tedrici Azalan Sıcaklığa (20, 15, 10, 4 °C) Maruz Bırakılan *P. turionellae* Puplarından Çıkan Dişi ve Erkek Parazitoidlerin Ağırlığı

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

Tablo 3. Tedrici azalan düşük sıcaklık (20, 15, 10, 4 °C) uygulaması sonrasında ergin parazitoidlerin ağırlığı (mg)

Süre <sup>z</sup>	Parazitoidin Eşeyi <sup>xy</sup>	
	♀	♂
0	28 ± 0,85a	23 ± 0,65a
1	28 ± 0,89a	20 ± 0,90b
3	30 ± 0,75ab	23 ± 0,67a
5	32 ± 0,55b	21 ± 0,63ab

<sup>x</sup> Değerler her biri 40 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

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

<sup>z</sup> "0" kontrol grubu (sürekli olarak 25 °C' de tutulmuştur), 1- 3- 5; deney gruplarına ait pupların 20 °C' de 1 gün, 15 °C' de 1 gün, 10 °C' de 1 gün tutulduktan sonra 4 °C' de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey Testi uygulandı.

Dişi ve erkek parazitoidlerin ağırlık olarak ortalamalarına bakıldığında dişilerin daha ağır olduğu saptanmıştır. Dişi parazitoidler 4°C' de birer gün soğuğa maruz bırakıldığında kontrol grubuyla ağırlığının farklı olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama süresinin uzamasıyla dişi parazitoidlerin ağırlıklarının arttığı bulunmuştur. Erkek parazitoidlerde gruplar arasında çok farklılık bulunmamasına rağmen; 4°C' de 1 ve 5 gün bekletilen puplardan çıkan erkek bireylerin düşük sıcaklıktan daha çok etkilendiği ve ağırlıklarının azaldığı görülmüştür.

#### 4.4. Tedrici Azalan Sıcaklığın (20, 15, 10, 4 °C) *P. turionellae*' nin Ergin Dişi ve Erkek Bireylerinin Ömür Uzunluğuna Etkileri

Tedrici azalan düşük sıcaklık sonrası puplardan çıkan dişi ve erkek parazitoidlerin ömür uzunlukları Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Tedrici azalan düşük sıcaklık (20, 15, 10, 4 °C) uygulaması sonrasında dişi ve erkek parazitoidlerin ömür uzunlukları

Süre <sup>z</sup>	Parazitoidin Eşeyi <sup>xy</sup>	
	♀	♂
0	54,07 ± 2,70a	12,57 ± 1,33a
1	40,01 ± 3,10b	14,82 ± 2,28a
3	31,90 ± 2,92b	13,63 ± 1,08a
5	41,61 ± 2,86b	14,87 ± 1,36a

<sup>x</sup> Değerler her biri 40 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

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

<sup>z</sup> "0" kontrol grubu (sürekli olarak 25 °C' de tutulmuştur), 1- 3- 5; deney gruplarına ait pupların 20 °C' de 1 gün, 15 °C' de 1 gün, 10 °C' de 1 gün tutulduktan sonra 4 °C' de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey Testi uygulandı.

Kontrol grubu ve düşük sıcaklığın uygulandığı deney grupları arasında yapılan karşılaştırma sonucunda, tüm gruplarda dişi parazitoidlerin daha uzun ömürlü oldukları tespit edilmiştir. Dişi parazitoidlerin ömür uzunluğunun düşük sıcaklık uygulamasıyla azaldığı ancak uygulama süreleri farklı olan gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. Erkek parazitoidlerin ömür uzunluklarının tedrici azalan sıcaklıktan etkilenmediği tespit edilmiştir.

#### 4.5. Tedrici Azalan Sıcaklığın (20, 15, 10, 4 °C) Yumurta Verimine ve Açılımına Etkisi

Tedrici azalan düşük sıcaklık sonrası puplardan çıkan dişi parazitoidlerin yumurta verimi Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Tedrici azalan düşük sıcaklık (20, 15, 10, 4 °C) uygulaması sonrasında dişi parazitoidlerin yumurta verimi

Süre <sup>z</sup>	Bırakılan Yumurta Sayısı	Açılan Yumurta Sayısı	Yumurta Açılma Oranı (%)
0	19,38 ± 1,14a	12,25 ± 0,84a	63,43a
1	10,00 ± 1,04b	5,63 ± 0,65b	57,85a
3	11,29 ± 1,57b	6,41 ± 1,14bc	58,97a
5	14,84 ± 1,46ab	8,91 ± 0,87c	60,41a

<sup>x</sup> Değerler her biri 40 bireyden oluşan 4 tekrarın ortalamasıdır.

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

<sup>z</sup> "0" kontrol grubu (sürekli olarak 25 °C' de tutulmuştur), 1- 3- 5; deney gruplarına ait pupların 20 °C' de 1 gün, 15 °C' de 1 gün, 10 °C' de 1 gün tutulduktan sonra 4 °C' de bekletilme süreleridir (gün). (ANOVA) ikili karşılaştırma testlerinden Tukey Testi uygulandı.

*P. turionellae*' nın pup evresinde uygulanan düşük sıcaklıktan sonra erginleşen dişi parazitoidlerin 10. günlerinden itibaren 13., 15., 18., 20., 23., 25., 28., 30. ve 33. günlerde konak puplara parazitlenme yaptırılmıştır. Parazitlenmeden 24 saat sonra konak pupları % 0.8' lik NaCl çözeltisinde dissekte edilmiş ve bırakılan yumurta sayıları tespit edilmiştir. Yumurta sayılarının ortalamaları alınarak gruplar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Düşük sıcaklık uygulamasına bağlı olarak dişi parazitoidlerin yumurta veriminde değişiklikler meydana geldiği görülmüştür. Bırakılan en yüksek yumurta sayısı kontrol grubunda bulunurken, tedrici azalan düşük sıcaklığın uygulandığı deney gruplarında düşüş göstermiş ancak, 4°C' de 5 gün bekletilen grupta kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Konak puplarının disseksiyonundan 24 saat sonra bırakılan yumurtaların açılıp açılmadığı kontrol edilmiş ve gruplara ait yumurta açılma yüzdeleri elde edilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda, gruplar arasında fark olmadığı anlaşılmıştır.

## 5. TARTIŞMA

Biyolojik kontrol ajanı olarak parazitoid bir türün kullanılabilmesi için laboratuvar şartlarında yeterli sayıda, kitle halinde üretilmesi gerekmektedir. Ancak kısa bir süre içerisinde kitle halinde üretim oldukça zordur. Bu nedenle 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. Böcekler düşük sıcaklıklara direnç göstermektedirler (Salt 1961). Bu özelliklerinden yararlanılarak düşük sıcaklıkta bir süre bekletme yöntemi ile elde edilen yeterli sayıdaki parazitoid ile etkin bir mücadele gerçekleştirilebilir. Uygulanan düşük sıcaklık derecesinin yanında, uygulama süresi de böceklerin gelişimi ve ömür uzunluğu üzerinde önemli etkiye sahiptir (Leather 1990). Düşük sıcaklığa maruz kalma süresinin uzamasının, parazitoidlerin yaşamları üzerinde olumsuz etkiler yaptığı bilinmektedir. Düşük sıcaklık derecesi ve bu sıcaklıkta bekletme süresi eşik değerini aştığında oluşan zarar geriye dönüşümsüzdür ve sonuç ölümdür (Bale 1996). Bunun için de, düşük sıcaklık uygulamasının böceğin yaşam şartlarını, fizyolojisini, yumurta verimini ve yumurta açılımını etkileyeceği göz önüne alınarak en uygun düşük sıcaklık derecesi ve uygulama süresi tespit edilmelidir.

Son zamanlarda biyolojik mücadele amaçlı düşük sıcaklığın etkileri ile ilgili çalışmalar artmakta ve düşük sıcaklığın böcekleri nasıl etkilediği araştırılmaktadır. Yumurta parazitoidi *Quadrastichus haitiensis* (Hymenoptera: Eulophidae)' in yaşamı üzerinde 5, 15, 20, 25, 30 ve 33°C' lerin (Castillo ve ark. 2006), *Encarsia bimaculata* (Hymenoptera: Chalcidoidea) türünün gelişim, ergin ömür uzunluğu ve yumurta verimi üzerine 20- 32 °C arasındaki farklı sıcaklık derecelerinin (Qiu ve ark. 2006), *Venturia canescens*' in konak içerisinde gelişmekte olan larvalara yedi farklı sıcaklık



derecesi (15, 17.5, 20, 25, 30, 31, 32 °C)' nin (Eliopoulos ve Stathas 2003), yumurta parazitoiti *Telenomus cyamophylax* (Hymenoptera: Scelionidae)' ın erginleşme oranı, ergin ömrü ve yumurta bırakma kapasitesine 15, 20, 25 ve 30°C' nin (Foerster ve ark. 2004) etkileri araştırılmıştır ve bu şekilde birçok çalışma yapılmıştır.

Biyolojik kontrol ajanı olan *P. turionellae*' nin laboratuvar şartlarında kitle halinde üretilebilmesi için düşük sıcaklık ile ilgili birçok çalışma yapılmış, uygun yetiştirme şartları bulunmaya çalışılmıştır. *P. turionellae* puplarının +4°C de 1 ay süre ile bekletilmesi sonucu 25°C' ye konulduklarında, +4°C' de tutulan pupların 2-6 gün içinde % 80- 90 oranında ergin oldukları ve morfolojik anormalliğe rastlanmadığı görülmüştür (Yanıkoglu 1990). *P. turionellae* dişi pup ve erginleri 3, 7, 15, 30, 45 ve 60 gün süreyle +4°C' de bekletildiğinde, 3, 7 ve 15 günlük düşük sıcaklığa karşı dirençlerinin yüksek olduğu, 45 ve 60 günlük düşük sıcaklığa direnç gösteremeyip öldükleri tespit edilmiştir. Uzun süreli düşük sıcaklık uygulaması bireylerde ağırlık kaybına neden olmuştur (Nurulloğlu ve Aksoylar 1997). Tedrici azalan sıcaklığın *P. turionellae* dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, ergin dişilerin 45 günlük sıcaklık uygulamasına direnç gösterdikleri ve canlılık oranının % 57 olduğu tespit edilmiştir. Azalan sıcaklığa ve süreye bağlı olarak dişi pup ve erginlerde ağırlık kaybının arttığı görülmüştür. Yaş ağırlığı büyük olan pupların düşük sıcaklığa daha fazla direnç gösterdiği saptanmıştır (Kalyoncu ve Aksoylar 1998).

Düşük sıcaklık, böceklerin gelişme süresini uzatırken erginlerin yaşam süresini kısaltmaktadır. *Allorhogas pyralophagus* (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). *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) pupları 4°C' de farklı süreler için bekletilmiş, ergin çıkış oranının düşük sıcaklıkta bekletme süresinin artmasıyla önemli derecede azaldığı, dişi yüzdesinde ise önemli bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir (Tezze ve Botto 2004). Matadha ve ark. (2004), *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Chalcidoidea)' ya düşük sıcaklığın etkisini araştırmışlar ve sıcaklıktaki azalmanın gelişme süresini uzattığını, ergin bireylerin ömür uzunluklarını ise kısalttığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Pup evrede uygulanan tedrici azalan sıcaklık *P. turionellae* erginlerinin çıkış sürelerini de etkilemiştir. Dişilerde en kısa çıkış süresi kontrol grubunda ortalama 24,30 gün, en uzun çıkış süresi ise +4°C' de 5 gün bekletilen grupta 29,33 gün olarak bulunmuştur. Erkek bireylerde ise en uzun çıkış süresi +4°C' de 5 gün bekletilen grupta, ortalama 26,95 gün olarak saptanmıştır. Bu durum birçok çalışmada da gözlenmiştir. Altı farklı sıcaklığın (15, 17.5, 20, 25, 27.5 ve 30°C), *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Chalcidoidea)' nın gelişimine etkisinin incelendiği bir çalışmada, 15 ve 30°C' de larval gelişimin meydana gelmediği, total gelişim süresinin sıcaklığın azalmasıyla uzadığı, ergin bireylerin ortalama ömür uzunluklarının sıcaklık artışıyla kısaldığı gözlenmiştir (Matadha ve ark. 2004). *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan çalışmada ise, ergin öncesi gelişme süresinin, sıcaklığın artması ile kısaldığı, dişi oranının da sıcaklık artışı ile birlikte yükseldiği tespit edilmiştir (Jiang ve ark. 2004). Yapılan deneylerde düşük sıcaklık uygulama süresi uzadıkça ergin çıkış süresinin uzadığı görülmüştür. Konak sayısının yetersizliği gibi birçok olumsuz durumlarda düşük sıcaklığın bu etkisinden faydalanarak parazitoidin gelişimi yavaşlatılabilir.

Düşük sıcaklık uygulanan puplardan ergin çıkışının azaldığı daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Jahan ve ark. 1995). Foerster ve ark. (2004)' nın *Telenomus cyamophylax* ile yaptığı çalışmada, sıcaklığın eşey oranını önemli derecede etkilemediği bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da aynı sonuç elde edilmiştir. Kurtdere (2007), parazitlemenin hemen sonrasında 1, 3 ve 7 gün düşük sıcaklığın (4°C) uygulandığı konak içindeki *P. turionellae* larvalarının, uygulama sonunda laboratuvar şartlarında erginleşmesinin beklenmesiyle elde edilen erginlerde erkek parazitoid oranının daha yüksek olduğunu bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise, erginleşen bireylerde dişi yüzdesi erkeklere göre daha yüksek bulunmuştur.

Böceklerde enerji kaynakları, özellikle fat body, düşük sıcaklığa maruz kalındığındaki açlık sırasında tüketilmektedir. Bunun nedeninin düşük sıcaklık mı yoksa açlık mı olduğunu ayırmak oldukça güçtür. Ayrıca ikisi birden de etkili olabilir. Böceklerde düşük sıcaklıkta bekletilmede lipid kaynakları da kullanıldığı için ağırlık kaybının olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir. *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) ile yapılan çalışmada enerji kaynağının fazla olması, düşük sıcaklıkta açlığa dayanıklılığı artırırken, düşük sıcaklığın zararlı etkilerinin

azaldığı görülmüştür (Colinet ve ark. 2007b). Düşük sıcaklıkta (+4°C) 10, 20 ve 30 gün süre ile bekletilen *G. mellonella* puplarının ağırlık kaybı, total lipid ve total yağ asidi yüzdeleri tespit edilmiştir. Sürenin uzaması ile ağırlık kaybında artış, total lipid ve total yağ asidi yüzdelerinde azalma olduğu bulunmuştur (Nurulloğlu ve Kalyoncu 2000). Ancak yapılan bu çalışmada, tedrici azalan sıcaklık *P. turionellae* ergin dişilerinin ağırlıklarının artmasına sebep olmuştur. Dişi bireylerde ortalama ağırlık; kontrol grubunda ve 4°C’ de 1, 3 ve 5 gün bekletilen gruplarda sırasıyla; 28, 28, 30, 32 miligram bulunmuştur. Görüldüğü gibi düşük sıcaklığın uygulama süresi uzadıkça dişi parazitoidlerin ağırlıkları da artmıştır. Ağırlığın artması düşük sıcaklığa direncin de artmasını sağlayabilir. Bunun nedeni düşük sıcaklık uygulamasının, böceğin aktif olmadığı pup evresinde yapılması şeklinde açıklanabileceği gibi, sıcaklığın tedrici olarak azalması sayesinde, dişi böceğin düşük sıcaklığa uyumunun gelişmesi neticesinde bir korunma mekanizması olarak fat body de depolamanın arttırılması şeklinde de açıklanabilir. Benzer sonuç *Episyrphus balteatus* (DeGreer) (Diptera: Syrphidae)’ un kışlama fizyolojisinin incelendiği çalışmada da tespit edilmiştir ve bu sonuç, diyapoz evresinde yumurtalıkların gelişiminin durması ve fat body’ nin hacim olarak artması ile karakterize edildiği şeklinde açıklanmıştır (Hondelman ve Poehling 2007). *Cnephasia jactatana* (Lepidoptera: Tortricidae) ile yapılan bir çalışmada da, son evre larvaları farklı sıcaklık derecelerinde yetiştirilmiş ve düşük sıcaklığın uygulandığı larvalardan oluşan erginlerin ağırlıklarının yüksek olduğu bulunmuştur (Ochieng-Odero 1992).

Tedrici azalan düşük sıcaklığın uygulandığı deney gruplarında dişi parazitoidlerin ömür uzunluklarının kontrol grubuna göre azaldığı, uygulama süresinin farklı olduğu deney grupları arasında ise bu bakımdan istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür. En uzun ömür uzunluğu 54,07 gün ile kontrol grubuna aitken, 4°C’ de 1, 3 ve 5 gün bekletilen gruplarda ömür uzunluğu sırasıyla 40,01; 31,90 ve 41,61 gün olarak bulunmuştur. Erkek parazitoidlerde ise, ömür uzunluğunun uygulamalardan etkilenmediği tespit edilmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre, düşük sıcaklık uygulaması dişi parazitoidlerin ömrünün kısalmasına neden olmuştur. Benzer sonuç *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan bir çalışmada da tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, puptan ergin çıkış süresinin de uzadığı belirlenmiştir (Ballal ve ark.

1989). Bu çalışmada da, dişi parazitoidlerde daha belirgin olmak üzere, puptan çıkma süreleri uzamıştır.

Soğuğa maruz bırakma süresi uzadıkça ergin dişilerde yumurta verimi azalmaktadır (Adıyaman ve Aktümsek 1996, Larentzaki ve ark. 2007, van Baaren ve ark. 2005, Ulmer ve ark. 2006, Jahan ve ark. 1995, Uçkan ve Gülel 2001). Bizim çalışmamızda ise, 4 °C’ de 1 ve 3 gün bekletilen deney gruplarında kontrol grubuna göre daha az yumurta bırakıldığı gözlenirken, 5 gün bekletilen gruba ait yumurta sayısı istatistiksel açıdan kontrol grubundan da farksız bulunmuştur. Ortalama bırakılan yumurta sayısı kontrol grubunda ve 4 °C’ de 1, 3 gün ve 5 gün bekletilen gruplarda sırasıyla; 19,38- 10- 11,29- 14,84 olarak saptanmıştır. Kontrol grubu ve farklı sürelerde tedrici azalan düşük sıcaklığın uygulandığı deney grupları arasında yumurta açılma yüzdesi bakımından fark bulunmamıştır. Yumurta açılma yüzdesi % 63,43 ile en yüksek kontrol grubunda olmasına rağmen, deney grupları arasında en yüksek açılma yüzdesine sahip % 60,41 ile 4 °C’ de 5 gün bekletilen gruptur. Bu sonuçlardan tedrici uygulanan düşük sıcaklığın parazitoidlerin yumurta verimini olumsuz yönde etkilemediği çıkarılabilir.

Elde edilen sonuçlara göre; düşük sıcaklığa bağlı olarak böceklerde meydana gelen bir çok olumsuz etkinin, tedrici azalan sıcaklık şeklinde uygulanırsa azaltılabileceği anlaşılmıştır. Tedrici azalan sıcaklığın olumlu etkisi Koveos (2001)’un yaptığı çalışmada da tespit edilmiştir. *Bactrocera olea* (Diptera) erkekleri ve dişileri üzerinde ani soğutma çalışmaları yapılmıştır. Laboratuvarında yetiştirilen erginler 24 °C’ den 2 saatliğine -6,5 °C’ ye alındığında % 5’i yaşamıştır. 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 (Koveos 2001).

Optimum sıcaklıkta birçok böcek sabit ve türüne özgü bir gelişme göstermektedir. Fakat optimum sıcaklıklardaki sapmalar ekstra deri değiştirmeye veya normal olmayan gelişme periyotlarına sebep olabilmektedir. Uygun sıcaklık şartlarında böceklerde bir gelişme döneminden diğer bir gelişme dönemine (larvadan pupa ve pupadan ergine) geçiş juvenil hormon, ecdysteroidler ve ecdysis- uyarıcı hormon tarafından kontrol edilmektedir. Pek çok böcek türü çevrelerindeki periyodik mevsim değişikliklerine uyum sağlayabilirler. Örneğin, kış aylarında elverişsiz hava şartlarında birçok böcek türü gelişmelerinin belirli dönemlerinde metabolizmalarını

yavaşlatarak veya bir diyapoz sürecine girerek, diğerk birçok böcek türü ise elverişli hava şartlarının bulunduğu yerlere göç ederek bu elverişsiz şartlardan kurtulmaya çalışırlar (Tunaz 2004). Bu nedenle, doğada olduğu gibi, laboratuvar şartlarında da sıcaklık düşüşünün tedrici olarak uygulanması, böceğin düşük sıcaklığa uyumunun sağlanması açısından önemlidir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da tedrici azalan sıcaklık uygulamasının etkilerinin daha az olumsuz olduğu fikrini desteklemektedir.

Bu çalışmada, tedrici azalan düşük sıcaklığa bağlı olarak özellikle dişi bireylerin erginleşme sürelerinde uzamanın olduğu görülmüştür. Erginleşen bireylerin yüzdelerinde ise fark bulunmaması bu uygulamanın olumlu olduğu fikrini vermektedir. Tüm gruplarda erginleşen dişi yüzdelerinin erkek yüzdelerinden daha fazla olması da önceki çalışmalarda olduğu gibi, dişilerin düşük sıcaklığa daha dirençli olduğu şeklinde açıklanabilir. Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulamasıyla, dişi parazitoidlerin ağırlıklarında önemli bir değişiklik gözlenmezken, 4°C' de 3 ve 5 gün bekletilen gruplarda artış görülmüştür. Daha önceki çalışmalarda ise süreye bağlı olarak ağırlık kaybının meydana geldiği bulunmuştur. Bizim çalışmamızdaki uygulamanın ağırlık kaybı açısından da olumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Bu sonuçlar *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. Sonuç olarak; günümüzde büyük önem kazanan biyolojik mücadelenin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için parazitoid türleri tedrici azalan sıcaklıkta bekleterek biriktirilmesi uygun bir yöntemdir.

## 6. KAYNAKLAR

- ADİYAMAN, N. ve AKTÜMSEK, A. (1996) Pup ve ergin evrede uygulanan düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişilerinin yumurta verimine etkileri. Tr. J. of Zoology. 20, 1-5 Ek sayı.
- AKTÜMSEK, A., NURULLAHOĞLU Z.Ü. ve KALYONCU L. (1997) Düşük sıcaklığın *Dirachys boarmiae* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) dişi puplarının total yağ asidi bileşimlerine etkileri. Tr. J. of Zoology. 21, 223-227.
- van BAAREN, J. and BOIVIN, G. (1998) Learning affects host discrimination behavior in a parasitoid wasp. Behavioral Ecology and Sociobiology, 42, 9-16.
- van BAAREN, J., OUTREMAN, Y. and BOIVIN, G. (2005) Effect of temperature exposure on oviposition behaviour and path exploitation strategy in parasitic wasps. Animal behaviour, 70, 153-163.
- BALLAL, C.R., SPINGH, S.P., JALALI, S.K., KUMAR, P. (1989) Cold tolerance of cocoons of *Allorhogas pyralophagus* (Hym.: Braconidae). Entomophaga, 34:4, 463-468.
- BALE, J.S. (1996) Insect cold hardiness: a matter of life and death. Eur. J. Entomol., 93, 369-382.
- BLOCK, W. (1996) Cold or drought, the lesser of two evils for terrestrial arthropods? European Journal of Entomology, 93, 325-339.
- BLOCK, W. (2003) Water or ice? The challenge for invertebrate cold survival. Science Progress, 86, 77-101.
- BRONSKILL, J.K. (1961) A cage to simplify of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). J. Lep. Soc., 102-104.
- CASTILLO, J., JACAS, J.A., PENA, J.E., ULMER, B.J. and HALL, D.G. (2006) Effect of temperature on life history of *Quadrastichus haitiensis*

- (Hymenoptera: Eulophidae), an endoparasitoid of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Biological control*, 36, 189-196.
- CHAPMAN, R.F. (1998) *The insects: Structure and function*. 4th ed. Cambridge University Press, UK.
- CHO, J.R., LEE, M-h., KIM, H.S., KIM, Y-g. and BOO, G.S. (2007) Cold hardiness in the black rice bug, *Scotinophara lurida*. *Physiological Entomology*, 32, 167-174.
- COLINET, H., VERNON, P. and HANCE, T. (2007a) Does thermal-related plasticity in size and fat reserves influence supercooling abilities and cold-tolerance in *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiinae) mummies? *Journal of Thermal Biology*, 32, 374-382.
- COLINET, H., HANCE, T., VERNON, P., BOUCHEREAU, A. and RENAULT, D. (2007b) Does fluctuating thermal regime trigger free amino acid production in the parasitic wasp *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiinae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 147, 484-492.
- De LOOF, A. and De WILDE, J. (1970) The relation between haemolymph proteins and vitellogenesis in the Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *J. Insect Physiol.*, 16, 157-169.
- DOUTT, R.L. (1959) The biology of parasitic Hymenoptera. *Ann. Rev. Ent.*, 4, 161-181.
- ELIOPOULOS, P.A., STATHAS, G.J. (2003) Temperature-dependent development of the koinobiont endoparasitoid *Venturia canescens* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae): effect of host instar. *Environ. Entomol.*, 32:5, 1049-1055.
- FOERSTER, L.A., DOETZER, A.K., and CASTRO, L.C.F. (2004) Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:9, 841-845.
- HAMILTON, J.G. and ZALUKI, M.P. (1991) Effect of temperature on development rate, survival and fecundity of cotton tipworm *Crociosema plebejana* Zeller (Lepidoptera: Tortricidae). *Australian Journal of Zoology.*, 39:2, 191-200.

- HANSEN, T. (1980) Glycerol content insects and cold-hardiness in freeze tolerant insects. *Eesti NSV Tead, Akad. Tiom. Biol.*, 29, 113-118.
- HONDELMAN, P. and POEHLING, H.M. (2007) Diapause and overwintering of the hoverfly *Episyrphus balteatus*. DOI: 10. 1111/J. 1570-7458. 00568.x.
- ISLAM, N., ISLAM, W. and MONDAL, K.A.M.S.H. (2005) Effect of temperature on life history characteristics of *Dinarmus basalis* (Rond.) (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of *Callosobruchus maculatus* (F.). *Entomon*, 30:1, 47-55.
- JAHAN, M.S., RAHMAN, S.M., KHAN, M.A.R. (1995) Preservation of pupae of the uzifly, *Exorista sorbillans* Wiedemann (Diptera: Tachinidae) at low temperatures. *Journal of the Asiatic Society of Banglades H. Science*. 21:2, 243-247.
- JIANG, N., SETAMOU, M., NGI-SONG, A.J., OMWEGA, C.O. (2004) Performance of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in parasitizing *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae) as affected by temperature and host stage. *Biological Control*, 31:2, 155-164.
- KALYEBI, A., OVERHOLT, W.A., SCHULTHESS, F., MUEKE, J.M. and SITHANANTHAM, S. (2006) The effect of temperature and humidity on the bionomics of six African egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Bulletin of Entomological Research*, 96, 305-314.
- KALYONCU, L. ve AKSOYLAR, M.Y. (1998) *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine tedrici azalan sıcaklığın etkileri. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 7-10 Eylül 1998, Samsun, 3, 323-333.
- KELLEHER, M.J., RICKARDS, J. ve STOREY, K.B. (1987) Strategies of freeze avoidance in larval of the goldenrod gall moth, *Epiblema scudderiana*: laboratory investigations of temperature cues in the regulation of cold hardiness. *J. Insect Physiol.*, 33(8), 581-586.
- KOVEOS, D.S. (2001) Rapid cold hardening in the olive fruit fly *Bactrocera olea* under laboratory and field conditions. *Entomological experimentalis et applicata* 101: 257-263.



- KRUGNER, R., DAANE, K.M., LAWSON, A.B. and YOKOTA, G.Y. (2007) Temperature-dependent development of *Macrocentrus iridescens* (Hymenoptera: Braconidae) as a parasitoid of the obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae): Implications for field synchrony of parasitoid and host. *Biological Control*, 42, 110-118.
- KURTDERE, N. (2007) *Pimpla turionellae* L.'nin eşey oranına düşük sıcaklığın etkisi. Ç.Ü. Fen. Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Sayfa: 1-33.
- LARENTZAKI, E., POWELL, G., COPLAND M.J.W. (2007) Effect of temperature on development, overwintering and establishment potential of *Franklinothrips vespiformis* in the UK. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, DOI: 10.1111/j. 1570-7458.2007.00556.x.
- LEATHER, S.R. (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 Entomol.*, 15, 347-353.
- MATADHA, D., HAMILTON, G.C. and LASHOMB, J.H. (2004) Effect of temperature on development, fecundity, and life table parameters of *Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Euonymus* Scal, *Unaspis euonymi* (Comstock), and *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). *Environ. Entomol.*, 33 (5): 1185-1191.
- MERYMAN, H.T. (1974) Freezing injury and its prevention in living cells. *Annual Review of Biophysics and Bioengineering*, 3, 341-363.
- MOHAMED, S.A., OVERHOLT, W.A., WHARTON, R.A. and LUX, S.A. (2006) Effects of temperature on developmental time and longevity of *Psytalia cosyrae* (Hymenoptera: Braconidae). *Biocontrol Science and Technology*, 16:7/8, 717-726.
- NURULLAHOĞLU, Z.Ü. ve AKSOYLAR, M.Y. (1997) Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi bileşimine etkileri. *Tr. J. of Zoology*. 21, 295-301.

- NURULLAHOĞLU, Z.Ü. (1998) Effects of the cold stored host on adult emergence and sex ratio of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). The VI European Congress of Entomology. Ceske Budejovice, Czech Republic., 599.
- NURULLAHOĞLU, Z.Ü., ve KALYONCU, L. (2000) Düşük sıcaklığın *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) puplarının total lipid ve total yağ asidi yüzdelerine etkileri. S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 16, 91-93.
- NURULLAHOĞLU, Z.Ü. ve ÖZTÜRK, R. (2006) Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın konak içindeki gelişimine, yumurta verimine ve yağ asidi bileşimine etkileri. BAP Projesi.
- OCHIENG-ODERO, J.P.R. (1992) The effect of three constant temperatures on larval critical weight, latent feeding period, larval maximal weight and fecundity of *Cnephasia jactatana* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae). J. Insect Physiol., 38:2, 127-130.
- ÖZTEMİZ, S., KORNOŞOR, S. (2005) *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae) yumurtalarında *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera, Trichogrammatidae)'in bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Ç. Ü. Z. F. Dergisi, 20 (3): 73-82.
- PANT, R., GUPTA, D.K. (1979) The effect of exposure to low temperature on the metabolism of carbohydrates, lipids and protein in the larvae of *Philosamia ricini*. J. Biosci., 1: 441-446.
- PICARD, C., AUCLAIR, J.L. and BOIVING, G. (1991) Response to host age of the egg parasitoid *Anaphes* n. sp. (Hymenoptera: Mymaridae). Biocontrol Science and Technology, 1, 169-176.
- PRESS, J.W. and ARBOGAST, R.T. (1991) Effect of low temperature on survival on immatures of the parasite *Venturia canescens* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae). Journal of the Kansas Entomological society 64(3), 345-348.
- QI, X.L., WANG, X.H. XU, H.F. KANG, M.J.W. (2007) Influence of soil moisture on egg cold hardiness in the migratory locust *Locusta migratoria*

- (Orthoptera: Acridiidae). *Physiological Entomology*, DOI: 10.1111/J.1365-3032.2007.00564.x.
- QIU, B.L., PAUL, D.B., XU, C.X. and REN, S.X. (2006) Effect of temperature on the life history of *Encarsia bimaculata* (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Eur. J. Entomol.*, 103: 787-792.
- RING, R.A. (1982) Freezing-tolerant insects with low supercooling points. *Comp. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol.*, 73, 605-612.
- RING, R. and DANKS, H.V. (1994) Decimation and cryoprotection: overlapping adaptations. *Cryo-Letters*, 15, 181-190.
- SALT, R.W. (1961) Principles of insect cold hardiness. *Ann. Rev. Entomol.* 6: 55-74.
- ŠLACHTA, M., BENKOVA, P., VAMBERA, J. ve KOSTAL, V. (2002a) Physiology of cold-acclimation in non-diapausing adults of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera). *Eur. J. Entomol.*, 99: 181-187.
- ŠLACHTA, M., VAMBERA, J., ZAHRADNIGKOVA, H. ve KOSTAL, V. (2002b) Entering diapoz is a prerequisite for successful cold-acclimation in adult *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Insect physiology*, 42: 1031-1039.
- STEWART, C.A., CHAPMAN, R.B. and EMBERSON, R.M. (1999) The effect of temperature on the development and survival of *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt (Coleoptera: Chrysomelidae), a biological control agent for alligator weed (*Altenanthera philoxeroides*). *New Zealand Journal of Zoology*, 26: 11-20.
- TEZZE, A.A. and BOTTO, E.N. (2004) Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological control* 30, 11-16.
- THOMPSON, S.N. (1985) Metabolic integration during the host association of multicellular animal endoparasites. *Comp. Biochem. Physiol.*, 81B, 21-42.
- THOMPSON, S.N. (1986) Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. *Ann. Rev. Entomol.*, 31, 197-219.

- TUNAZ, H. (2004) Böceklerde soğuklamanın neden olduğu normalden fazla deri değiştirme mekanizması. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7 (1).
- TURLINGS, T.C.J., SCHEEPMAKER, J.W.A., VET, L.E.M., TUMLINSON, J.H. and LEWIS, W.J. (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.
- UÇKAN, F., GÜLEL, A. (2001) The effects of cold storage on the adult longevity, fecundity and sex ratio of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.: Braconidae). Turk J Zool, 25, 187-191.
- UÇKAN, F., ERGİN, E. (2003) Temperature and food source effect on adult longevity on *Apanteles galleria* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). Environ. Entomol., 32(3): 441-446.
- ULMER, B.J., PENA, J.E., DURCAN, R., JACAS, J. and CASTILLO, J. (2006) Effect of temperature on life history of *Aprostocetus vaquitarum* (Hymenoptera: Eulophidae), an egg parasitoid of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Biological Control, 39:1, 19-25.
- VINSON, S.B. (1976) Host selection by insect parasitoids. Ann. Rev. Entomol., 21, 109-133.
- YANIKOĞLU, A. (1990) Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) puplarının glikojen seviyelerine etkisi. C.Ü. Fen-Edebiyat Fak. Fen Bil. Der., 13, 53-66.