

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***PIMPLA TURIONELLAE'* NİN LARVAL
GELİŞİMİNE, EŞEY ORANINA ve YUMURTA
VERİMİNE TEDRİCİ AZALAN SICAKLIĞIN
ETKİLERİ**

Rahile ÖZTÜRK

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KONYA, 2010

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***PIMPLA TURIONELLAE*' NİN LARVAL**
GELİŞİMİNE, EŞEY ORANINA ve YUMURTA
VERİMİNE TEDRİCİ AZALAN SICAKLIĞIN
ETKİLERİ

Rahile ÖZTÜRK

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KONYA, 2010

Bu tez 21 / 06 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU
(Danışman)

Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ

Y. Doç Dr. Leyla KALYONCU

ÖZET

DOKTORA TEZİ

PIMPLA TURIONELLAE' NİN LARVAL GELİŞİMİNE, EŞEY ORANINA ve YUMURTA VERİMİNE TEDRİCİ AZALAN SICAKLIĞIN ETKİLERİ

Rahile ÖZTÜRK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU

2010, 46 Sayfa

Jüri: Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU
Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR
Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ
Y. Doç. Dr. Leyla KALYONCU

Bu çalışmada, laboratuvar şartlarında *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarında yetiştirilen endoparazitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nin larval evresine, konak içinde uygulanan tedrici azalan sıcaklığın etkileri araştırılmıştır. Parazitlenen konak pupaları sırasıyla 25, 20, 15 ve 10°C' de 3 gün, 4°C' de 2, 3, 4 ve 5 gün bekletilmiştir. Uygulamalar sonucunda çıkan bireylerin erginleşme süreleri, cinsiyetleri, ağırlıkları, ergin ömür uzunlukları ve dişilerin yumurta verimi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 4°C' de bekletme süresinin artması ile dişi bireylerin ağırlığında azalma meydana gelirken erkek bireylerin ağırlığında fark bulunmadığı, dişi ve erkek bireylerde ergin çıkış süresinin kontrol grubuna göre uzadığı, ergin çıkış yüzdesinin, ömür uzunluğunun ve yumurta veriminin ise azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hymenoptera, *Pimpla turionellae*, Tedrici Azalan Sıcaklık, Ergin Çıkışı, Ağırlık, Ergin Ömür Uzunluğu, Yumurta Verimi.

ABSTRACT

PhD Thesis

EFFECT OF GRADUALLY DECREASED TEMPERATURE ON LARVAL DEVELOPMENT, SEX RATIO and FECUNDITY OF *PIMPLA TURIONELLAE*

Rahile ÖZTÜRK

Selcuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU

2010, 46 Page

Jury: Assoc. Prof. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU
Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR
Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ
Assis. Prof. Dr. Leyla KALYONCU

In this study, effects of gradually decreased temperature on larval stage of endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) pupae at laboratory conditions were investigated. Parasitized host pupae were acclimated gradually decreased temperature; for 3 days at 25, 20, 15 and 10°C, then 2, 3, 4 and 5 days at 4°C respectively. Duration of adult emergence after parasitization, sex ratio, adult weight, adult longevity and fecundity of females were determined after each treatment. It was found that, while weight of females decreased there was no difference for weight of males, and duration of adult emergence was longer for both sex than the control group, and adult emergence ratio, adult longevity and fecundity decreased by increasing of acclimation time at 4°C.

Key Words: Hymenoptera, *Pimpla turionellae*, Gradually Decreased Temperature, Adult Emergence, Weight, Adult Longevity, Fecundity.

ÖNSÖZ

Parazitoidler doğal gelişimlerini diğer böcek türleri üzerinde tamamlayan, büyüme ve beslenmeleri için bu türlerin belli evresine ihtiyaç duyan böceklerdir. Biyolojik mücadele çalışmalarında parazitoid bir türün kullanılabilmesi için o türün laboratuvar şartlarında kitle halinde üretilmesi gerekmektedir. Parazitoidin laboratuvarında kitle kültürünün eldesi için, konağın uygun evresinin düşük sıcaklıkta bekletilerek saklanması yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemin uygunluğu da, düşük sıcaklığa bırakılan böceklerin bu yöntemden ne derece etkilendiklerine, fizyolojik ve biyokimyasal adaptasyonlarının ne şekilde olduğuna ve bu adaptasyonların gelişim ve verimlerini nasıl etkilediğine bağlıdır. Bu çalışmada, endoparazitoid bir tür olan *Pimpla turionellae*' nin larval gelişimine, eşey oranına ve yumurta verimine tedrici azalan sıcaklığın etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırma, S.Ü. BAP tarafından 08101017 nolu proje ile desteklenmiştir.

Bana bu tez konusunu veren ve çalışmalarım sırasında yardım ve desteğini hiç esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Z. Ülya NURULLAHOĞLU' na içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------------------------|----|
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 6 |
| 3. MATERYAL ve METOT..... | 19 |
| 4. SONUÇLAR..... | 21 |
| 5. TARTIŞMA..... | 27 |
| 6. KAYNAKLAR..... | 34 |

1. GİRİŞ

Giderek artan dünya nüfusu beslenme problemini de beraberinde getirmektedir. Bu sebeple, besin kaynaklarının ve bu kaynaklardan elde edilen besin maddelerinin en iyi şekilde kullanılması ve korunması gerekir. Besin kaynak ve maddelerinin zararlılara karşı korunmasında kimyasal, fiziksel ve kültürel mücadele yöntemleri yanında biyolojik mücadele yöntemleri de önemli rol oynar (Gül ve Gülel 1995).

Günümüzde kimyasal maddelerin oluşturduğu bir okyanus içinde yaşamaktayız. Bilinçsiz uygulanan kimyasal mücadele ile kanserojen, teratojen ve mutajen olan kimyasalların bu okyanustaki birikimi giderek artmaktadır (Shulka ve ark. 2002). Denetimsiz ve düzensiz kullanım, zaman içinde zararlının direnç kazanmasına sebep olarak, dozun her geçen gün daha da arttırılmasına neden olmaktadır (Soderlund ve Knipple 1999). Buna bağlı olarak hem çevre kirlenmesi hızlanmakta hem de ekonomik kayıplar artmaktadır.

Biyolojik mücadele, zararlı organizmalara karşı o türlerle beslenen ya da türlerin üzerinde yetişen canlı organizmaların kullanılması şeklinde tarif edilebilir. Pek çok zararlı, doğada kendi zararlısı ile belirli bir denge içerisinde yaşar, fakat insanın doğaya müdahalesi bu dengeyi olumsuz etkilemektedir. Biyolojik mücadele, doğal denge bozulmadığı sürece kendi halinde gelişir, dayanıklılık problemi oluşturmaz. Biyolojik mücadelede zararlıyı baskılamak amacıyla kullanılan tür, biyolojik mücadele ajanı olarak isimlendirilir. Biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılacak türün biyolojik özelliklerinin ve konağı ile olan ilişkilerinin bilinmesi gerekir (Gül ve Gülel 1995).

Doğal dengenin özüne karşı olan kimyasal mücadele yönteminin ortaya çıkardığı sorunlar karşısında, diğer mücadele yöntemlerine yönelme zorunluluğu doğmuş ve “Birleşik Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management)” (IPM) denilen yöntem geliştirilmiştir (Elad ve Shtienberg 1995, Hillocks 1995, Öncüler 2000). Bu yöntemin amacı, pestisit kullanımını en aza indirmek, tüm kontrol

olanaklarını arařtırmak ve zararlıların doęal dūřmanlarından en ũst dūzeyde yararlanmaktır. ‘‘Biyolojik M¼cadele’’ bu y¼ntem içinde ¼nemli bir yere sahiptir (Hill ve Foster 2000, ¼nc¼er 2000, Sak ve Uçkan 2009).

Biyolojik m¼cadelede ya zararlının doğal dūřmanları (parazitler, parazitoidler, patojen bakteriler, vir¼sler ve predat¼rler) doğrudan doğruya kullanılır ya da diğer stratejiler (kısırlaştırma, feromon tuzakları ile toplama, beslenmeyi ¼nleyici maddelerle beslenmenin ¼nlenmesi) uygulanır (Xu ve ark. 2001).

Doęal dūřmanların en uygunu, en az risk taşıyanı ve en spesifik etki yapanı parazitoidlerdir (Uçkan ve G¼lel 2002, Sak ve Uçkan 2009). Konak-parazitoid ilişkilerini, ekosistemin biyotik ve abiyotik koşulları şekillendirmektedir (alışır ve ark. 2005). Parazitoidlerin oęalmasý konağa bağlı olduğundan, konak sayısındaki artış parazitoid sayısını arttırmakta, konak sayısındaki azalma ise parazitoid sayısını azaltmaktadır. Bu şekilde konak ve parazitoid arasında belli bir denge sağlanmış olmaktadır (Ergin ve ark. 2007).

Parazitoidlerde gelişen birey konağı ¼ld¼r¼r, bu ¼zellikleri ile parazitoidler daha çok predat¼rlere benzerler. Parazitoidler sadece ergin ¼ncesi evrede parazitirler ve çoğunlukla konakları ile aynı taksonomik sınıfa sahiptirler. Ergin ¼ncesi gelişimlerini konaklarının içinde ya da ũzerinde tamamlarlar ve konakları ũzerinde morfolojik bozukluğa neden olmazlar (Ergin ve ark. 2007, G¼nd¼z ve ark. 2008).

Bu çalışmada kullanılan *Pimpla turionellae* L. Hymenopter soliter endoparazitoid bir t¼rd¼r. Ergin parazitoid dişi, konağını felleştirdikten sonra yumurtalarını konak içine bırakır ve bu yumurtalardan çıkan larvalar konak materyali ile beslenir. Larval gelişimini tamamlayan parazitoidler, sonraki gelişim evreleri olan prepup ve pup evrelerini de tamamladıktan sonra ergin olarak konaktan ayrılır.

Endoparazitoid t¼rler, son zamanlarda oldukça ¼nem kazanan biyolojik m¼cadele çalışmalarında, biyolojik m¼cadele ajanı olarak kullanılma ¼zellięine sahiptirler (Adıyaman ve Akt¼msek 1996, ¼znergiz 2006).

P. turionellae' nın doğadaki bilinen konakları genel olarak Lepidoptera takımına ait olup bu konakların genel dağılışı palearktik b¼lgedir (Kolarov 1995).

Bu türün özellikle orman zararlısı bazı türlere karşı yapılan salımlarının sonucunun, zararlıyı baskı altına alınmasını sağladığı tespit edilmiştir. Orman zararlılarından *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantridae)' a karşı bu parazitoidin yaygın olarak kullanıldığı da dikkati çekmektedir (Uğur ve Kansu 1994).

P. turionellae' nin laboratuvar şartlarında yetiştirilmesinde, konak olarak kullanılan büyük balmumu güvesi (kovan güvesi), *Galleria mellonella* L. Lepidoptera ordosu, Pyralidae familyasına mensup arıcılıkta peteklere zarar veren, ekonomik yönden zararlı bir türdür. Güvenin larvaları, polen ve petekle beslenerek arı kovanlarına büyük zarar verirler.

Biyolojik mücadele çalışmalarında parazitoid bir türün kullanılabilmesi için o türün laboratuvar şartlarında kitle halinde yetiştirilmesi gerekmektedir (Grenier ve ark. 1986, Thompson 1986). Kullanılacak parazitoidin laboratuvar şartlarında kitle kültürünün elde edilebilmesi için, konağın uygun evresinin düşük sıcaklıkta bekletilerek saklanması yöntemi uygulanmakta ve böylece konak ile parazitoidin eş zamanlı yetiştirilmesi ve çoğaltma uygunluğu sağlanmış olmaktadır. Bu yöntemin uygunluğu için, düşük sıcaklığa bırakılan böceklerin bu yöntemden ne derece etkilendikleri, fizyolojik ve biyokimyasal adaptasyonlarının ne şekilde olduğu, bu adaptasyonların gelişim ve verimi nasıl etkilediği ve gelecek nesillerin üzerindeki etkileri gibi önemli konular üzerinde araştırmalar yapılmalıdır.

Düşük sıcaklığa karşı gösterdikleri direnç nedeniyle, böcekleri saklama yöntemi olarak düşük sıcaklıktan faydalanmak mümkündür (Salt 1961, Bursell 1974, Danks 1978, Bale 1987). Ancak düşük sıcaklığın zamana bağlı olarak böceğin fizyolojik ve biyokimyasal yapısında olumsuz etkilerinin olabileceği düşünülerek uygun saklama süresinin tespit edilmesi gerekmektedir (Nurulloğlu ve Kalyoncu 2000).

Böceklerde düşük sıcaklığa bağlı olarak gelişen bazı koruyucu mekanizmalar mevcuttur. Kış mevsiminin başlangıcında böcek hemolenfinin protein miktarında artış ve spesifik düşük sıcaklık proteinlerinin sentezlendiği tespit edilmiştir (De Loof ve De Wilde 1970). Polioller de denen düşük molekül ağırlıklı karbohidratların sentezlenmesi de düşük sıcaklığa karşı oluşturulan bir

diğer değişiklidir. Polioller hücresele membranların stabilizasyonunun sağlanmasının yanı sıra, osmotik basıncı ve total tuz miktarını azaltarak böceği düşük sıcaklığın olumsuz etkilerine karşı korurlar (Hansen 1980, Ring 1982).

Su kaybı da, düşük sıcaklığa uyum mekanizmalarından biridir. *Epiblema scudderiana* (Lepidoptera: Olethreutidae)' da kış yaşamı için gerekli şartlardan biri su kaybıdır ve bu türde sonbaharda yaş ağırlığının %57' si olan su miktarının, kış ortasında %25' e kadar düştüğü tespit edilmiştir (Kelleher ve ark. 1987). Yine, *Limnitis arcippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) larvalarında diyapoz başlangıcında %80 olan su miktarının, %55' e kadar düştüğü belirtilmiştir. Bu kayıp larvaların düşük sıcaklığa karşı dirençlerini arttırmaktadır (Frankos ve Platt 1976).

Biyolojik mücadelede kullanılacak parazitoidlerin kitle halinde üretilmesi amacı ile düşük sıcaklıkta saklama yönteminin uygunluğu ve etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Parazitoid türlerin düşük sıcaklığa maruz bırakıldığı çalışmaların sonucunda, erginleşme oranının, eşey oranının, ergin hayat uzunluğunun ve yumurta veriminin önemli ölçüde etkilendiği gözlenmiştir (Leather 1990, Turlings ve ark. 1990, Adıyaman ve Aktümsek 1996, Uçkan ve Gülel 2001, Jiang ve ark. 2004).

Yapılan bir çalışmada, yumurta paraziti *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)' e konak içindeki gelişimi esnasında uygulanan farklı sıcaklık derecelerinin (15, 20, 25, 30 ve 35°C) etkileri araştırılmıştır. Sıcaklığın parazitlenme oranı, ergin çıkış oranı ve eşey oranını etkileyen önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Ergin çıkışı ve dişi oranının 15°C' de gelişenlerde düşük olduğu tespit edilmiştir (Öztemiz ve Kornoşor 2005).

Microplitis rufiventris (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan bir başka çalışmada ise, 27°C' de parazitoidin gelişiminin 20°C' ye göre daha iyi olduğu, gelişim süresinin sıcaklığın artmasıyla kısaldığı tespit edilmiştir (Khafagi ve Hegazi 2004).

P. turionellae türünün farklı evrelerine düşük sıcaklığın etkileri ile ilgili de bazı çalışmalar yapılmıştır. Pup evresine +4°C ve -8°C' nin etkilerinin incelendiği bir çalışmada, +4°C' de tutulan pupların % 80- 90 oranında

erginleştigi, -8°C ' de tutulan pupların ise öldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, $+4^{\circ}\text{C}$ ' de belirli süreler halinde tutulan puplarda zamana bağlı olarak glikojen miktarlarında azalma olduğu görülmüştür. Bu durum, düşük sıcaklığa karşı gösterilen direnç olarak açıklanmıştır (Yanikoğlu 1990).

Başka bir çalışmada, 45 ve 60 gün $+4^{\circ}\text{C}$ ' de bekletilme sonucunda, dişi pup ve erginlerin direnç gösteremeyip öldükleri, düşük sıcaklığa bağlı olarak ağırlık kaybı olduğu, dişi puplarda total lipide göre total yağ asidi yüzdelerinde azalma olduğu ve yağ asidi bileşimlerinde değişiklikler olduğu tespit edilmiştir (Nurulloğlu ve Aksoylar 1997).

P. turionellae pup ve erginlerine düşük sıcaklık ($+4^{\circ}\text{C}$) uygulaması sonrasında, dişilerde yumurta veriminin düştüğü de başka bir çalışma ile gösterilmiştir (Adıyaman ve Aktümsek 1996).

Beş, 10, 20, 30 ve 40 gün süreyle $+4^{\circ}\text{C}$ ' de bekletilen *Galleria mellonella* puplarında yetiştirilen *P. turionellae*' nin konaktaki gelişiminin incelendiği çalışmada ise uygulama süresi uzadıkça ergin parazitoid çıkışı ve eşey oranının olumsuz bir şekilde etkilendiği tespit edilmiştir (Nurulloğlu 1998).

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 ve yumurta verimine etkilerinin tespiti önemlidir.

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

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sıcaklığın büyüme ve gelişme üzerine etkileri, böcek fizyolojisinde çalışılan en ilgi çekici konulardan birisidir. Sıcaklık bir organizmanın yaşamında önemli etkilere sahiptir ve her bir organizma farklı sıcaklıklara ihtiyaç duyar (Kalyoncu ve ark. 2005).

Optimum sıcaklıkta birçok böcek larvası sabit ve böcek türüne özgü bir gelişme gösterir. Fakat optimum sıcaklıklardaki sapmalar böcek larvalarında 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. Bazı böcek türleri 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, diğer birçok böcek türü ise elverişli hava şartlarının bulunduğu yerlere göç ederek bu elverişsiz şartlardan kurtulmaya çalışırlar. Bununla birlikte, böceklerin yaşam döngülerinin aktif dönemlerinde ise düşük sıcaklık, böcek larvalarında normalden fazla ya da ekstra deri değiştirmeye sebep olmaktadır. Bu durum böcekler üzerinde çok fazla stres oluşturduğundan dolayı uygun şartlar sağlanana kadar böcekler ya normal gelişmesine devam ederler veya ölürlürl (Tunaz 2004).

Gelişimlerinin herhangi bir döneminde olumsuz çevre koşulları ile karşılaşan bazı böcekler yaşamlarını sürdürebilmek için diyapoz girerler (Danks 1978, Bale 1987).

Belirli bir gelişim evresinde optimum şartlar altında dahi gelişimin durması olayına diyapoz denir. Fakat her duraklama – ister uygun olmayan sıcaklık ya da diğer etkenler sebebiyle, ister başka bir etki sonucu olsun – diyapoz değildir. Uygunsuz şartlar yüzünden görülen duraklamaya “quiescens”

adı verilir ve bu durum, şartların normale dönmesi ile derhal ortadan kalkar. Diyapoz ise, uygunsuz şartların etkisinde dolaylı olarak kalır ve şartlar uyguna döndüğünde, belirli fizyolojik olaylar tamamlanmamış ise, böcek gelişmesine devam edemez (Kansu 1994).

Diyapoz; pek çok morfolojik, davranış ile ilgili, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler içeren ve böcekler arasında yaygın bir dormansi şekli olarak da ifade edilir. Fotoperiyot ve sıcaklık diyapoz oluşumuna neden olan temel faktörlerdendir (Tauber ve Tauber 1976).

Kışlama özelliği gösteren pek çok böcek, sıcaklık değişimlerinde yaşamlarını devam ettirebilmek için soğuğa karşı direnç geliştirir ve/ veya diyapoza girer. Böcek diyapozu, geçici olumsuz çevre şartlarına karşı bir adaptasyon mekanizmasıdır. 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, antifriz proteinlerin üretimi ve donmaya karşı koruyucu moleküllerin biriktirilmesi gibi fizyolojik mekanizmaların düzenlenmesi ile sağlanabilir.

Siyah pirinç böceği *Scotinophara lurida* (Heteroptera: Pentatomidae)' nın kış şartlarında canlı kalmasının, düşük sıcaklığa dayanıklılık ve diyapozla ilişkisinin incelendiği bir çalışmada, *S. lurida*' nın sıfırın altındaki sıcaklıklarda yaşayabilme yeteneğinin, gelişim durumuna ve sıcaklığa maruz kalma süresine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, *S. lurida* erginlerinde Ekim ayında glukoz, Kasım' da gliserol, Aralık' ta ise trehaloz içerikleri fazla bulunmuştur. Juvenil hormon analogu olan fenoxycarb' ın uygulanmasından sonra, sadece trehaloz miktarı azaldığı için, trehalozun diyapozda donmaya karşı koruyucu bir molekül olduğu belirtilmiştir. Bu durumda, diapozun üreme programının (en azından) juvenil hormonun kontrolü altında olduğu da vurgulanmıştır (Cho ve ark. 2007).

Ilıman ve soğuk iklimlerde, böcek yaşam döngüleri mevsimsel değişimlerle yakından ilişkilidir. Böceklerde yavru döllerin korunmasını sağlayan iki mekanizma olarak göç ve diyapoz söylenebilir. Diyapoz, nöroendokrin sistemle düzenlenen ve genellikle fotoperiyot ve/ veya sıcaklıktaki

değişimlerin düzenlenmesi ile teşvik edilen fizyolojik bir durumdur. Genellikle, böcekler diyapoza girmeden önce, değişimlere adaptasyon için gerekli olan duyarlı bir dönemden geçerler. Erginlerde diyapoz, gonatların gelişiminin ertelenmesi ve enerji rezervlerinin birikimi ile ifade edilebilir. *Episyrphus balteatus* (DeGreer) (Diptera: Syrphidae)' un kışlama fizyolojisinin incelendiği bir çalışmada, diyapoz evresinin, yumurtalıkların gelişiminin durması ve fat body' nin hacim olarak artması ile karakterize edildiği tespit edilmiştir (Hondelmann ve Poehling 2007).

Ephestia kuehniella (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtalarını konak olarak kullanan *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)' in diyapoza girmesinde sıcaklığın etkisi bir başka çalışmada araştırılmıştır. Ön depolamanın sıcaklık derecesinin (7, 10 veya 12°C) ve depolama süresinin diyapoz oluşumunda etkili olduğu anlaşılmıştır. Diyapozlu bireylerde uzun süreli depolamanın kitle halinde kültür için önemli bir yöntem olacağı belirtilmiştir (Garcia ve ark. 2002).

Graphosoma lineatum (Heteroptera: Pentatomidae) erginlerinin doğadaki kışlama diyapozunda, soğuğa toleransın (ST) 5 ay içinde (Ağustos' tan Aralık' a kadar) kademeli olarak geliştiği bulunmuştur. Laboratuvar uygulamalarında, başarılı bir şekilde soğuğa alıştırma ve kışlama için diyapozun birincil temel konum olduğu görülmüştür (Šlachta ve ark. 2002a).

Diyapozsuz *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) erginlerinin soğuğa alışma fizyolojisi ile ilgili yapılan çalışmada; soğuğa alıştırma olayında oksijen tüketiminde azalmanın, vücut suyu miktarında azalmanın, hemolenf osmolalitesinde artışın, fosfotidilethanolaminlerin oranındaki artışa karşın, membran fosfolipidlerindeki fosfotidilkolinlerdeki azalmanın, linoleik asit oranındaki artışa karşılık oleik asit oranındaki azalmanın olması gibi bazı fizyolojik değişikliklerin rol oynadığı 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 olaylar da soğuğa alışma öncesi diyapoz gelişimi için gereklidir (Šlachta ve ark. 2002b).

Böceklerde endokrin sistem, çevresel uyarılara karşı kimyasal bir düzenleyicidir. Bu yüzden böceklerin dışarıdan gelen streslere karşı gösterdikleri tepki omurgalı hayvanların verdiği tepkiye çok benzemektedir. Cymborowski ve Bogus (1976) ve Pipa (1976), endokrin mekanizmasının sıcaklığa duyarlılığını, *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)' nın son larva döneminde düşük sıcaklığa birkaç dakika maruz bırakıldığı zaman normalden daha fazla ya da ekstra bir larva dönemi için deri değiştirmesi sonucunda tespit etmişlerdir. Düşük sıcaklığın *G. mellonella* larvaları üzerinde bilinen bazı etkileri şu şekilde sıralanmaktadır: Normalden fazla deri değiştirme, larvaların kokon oluşturmadan pup olması ve çok küçük larvaların oluşması, anormal pupların oluşması ya da erginlerin kanatlarının normal olmayışı. Düşük sıcaklığın böcek gelişmesindeki oluşturduğu anormallikler ya da gecikme arasında en çok görüleni böcek larvalarının normalden daha fazla deri değiştirmesidir. Böceklerde normalden fazla deri değiştirme soğuklamadan dolayı değişen ecdysteroid hormonlarının miktarından etkilenebilmektedir (Tunaz 2004).

G. mellonella' nın gelişimi 18°C' den önemli derecede etkilenmektedir. Bu sıcaklık derecesinde yetişen son evre larvalarda yüksek juvenil hormon titresi ve juvenil hormon esteraz aktivitesi tespit edilmiştir (Smietanko ve ark. 1989). Bu sonuç, böceğin larvadan pupa geçiş sürecinin etkilenişini açıklamaktadır.

Trichogramma nerudai (Hymenoptera: Trichogrammatidae) pupları 4°C de 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 gün süreyle bekletilmiş ve pupların düşük sıcaklığa toleranslı oldukları gözlenmiştir. Çıkan ergin sayısı, deforme olan erginlerin oranı ve *T. nerudai*' nın hareket kapasitesinin, 50 günün üzerindeki düşük sıcaklıkta bekletme sürelerinden oldukça etkilendiği tespit edilmiştir. Ergin çıkış oranı düşük sıcaklıkta bekletme süresinin artmasıyla önemli derecede azalmış, deforme olan ergin bireylerin sayısı ise sürenin uzamasıyla artmıştır. Süre artışına bağlı olarak, dişi oranında önemli bir fark gözlenmezken, hareket yeteneğinde oldukça azalma tespit edilmiştir (Tezze ve Botto 2004).

Yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)' e konak içindeki gelişimi esnasında uygulanan farklı sıcaklık derecelerinin (15, 20, 25, 30 ve 35°C) etkileri araştırılmıştır. Sıcaklığın parazitlenme oranı, ergin çıkış oranı ve eşey oranını etkileyen önemli bir faktör

olduğu belirlenmiştir. Ergin çıkışı ve dişi oranının 15°C’ de gelişenlerde düşük olduğu tespit edilmiştir (Öztemiz ve Kornoşor 2005).

Venturia canescens (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ile yapılan bir çalışmada, konak içerisinde gelişmekte olan larvalara yedi farklı sıcaklık derecesi (15, 17.5, 20, 25, 30, 31 ve 32°C) uygulaması sonrasında ergin öncesi gelişme süresinin düşük sıcaklıklarda uzun olduğu, sıcaklığın artması ile kısaldığı tespit edilmiştir (Eliopoulos ve Stathas 2003).

Parazitoid bir tür olan *Bracon brevicornis* (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan çalışmada, erginler +5°C’ de bekletilmiş ve 30 günlük düşük sıcaklık uygulama periyodunda ölüm oranı %12.40 olarak tespit edilmiştir (Jayanth ve Nagarkatti 1985).

Hyphantria cunea (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) ile, sıcaklığın larval gelişim sırasında eşeyler üzerine etkisi çalışılmıştır. *H. cunea*, Japonya’ da 6 ve 7 larval evreye sahip iki farklı tipi olan bir türdür. Bu çalışmada, 18, 20, 23, 25 ve 27°C denenmiş ve çalışılan tüm sıcaklık derecelerinde 7 larval evreye sahip olan tipte dişi oranı erkek oranından daha fazla bulunmuştur. Bu tipte, sıcaklık artışıyla beraber dişi oranı da artmıştır. Çalışılan tüm sıcaklık derecelerinde, her iki eşey için larval gelişim süresinin, 7 larval evreye sahip olan tipte, diğer tipe göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Gelişim süresi, her iki tipte de sıcaklık azalması ile uzamıştır. Yüksek sıcaklıkta, pupların, 7 larval evresi olan tipte daha ağır olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, 7 larval evreli tipteki dişilerin erkeklerden daha büyük olması ve sıcaklık artışı ile bu oranın artması bir avantaj olarak düşünülebilir. Çünkü, bu tipin gelişim süresinin uzun olmasının dezavantajı, gelişim oranının fazlalığı ile azaltılmaktadır (Gomi 2006).

Choristoneura rosaceana (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae)’ nın parazitoidi *Macrocentrus iridescens* (French) (Hymenoptera: Braconidae) konağın larvaları içinde kışlamaktadır. 12.6 ile 36.8°C arasındaki 8 farklı sıcaklığın (12.6- 13.9- 17.4- 20- 25.8- 28.2- 31- 36.8°C), *M. iridescens*’ in gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yumurtadan ergin oluşumuna kadarki gelişim süresinin en kısa 31°C’ de, en uzun ise 13.9°C’ de olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç da, uygun derecelere kadar sıcaklık artışının gelişim süresini kısalttığını göstermektedir (Krugner ve ark. 2007).

Microplitis rufiventris (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan bir çalışmada, 27°C' de parazitoidin gelişiminin 20°C' ye göre daha iyi olduğu, gelişim süresinin sıcaklığın artmasıyla kısaldığı tespit edilmiştir (Khafagi ve Hegazi 2004).

Bir başka çalışmada, *Aphis rumicis* L. (Homoptera: Aphididae)' in gelişimi, yaşam uzunluğu ve üremesi üzerine 4 farklı sıcaklık derecesinin (17.5, 20, 22.5 ve 25°C) etkisi incelenmiş ve *A. rumicis*' in gelişimi ve üremesinde optimum sıcaklığın 22.5- 25°C arasında olduğu tespit edilmiştir (Bayhan ve ark. 2006).

Chilo sacchariphagus (Lepidoptera: Crambidae)' un gelişim ve üremesine 15, 17, 20, 25, 30, 35°C' nin etkisi incelenmiştir. Dişilerde en yüksek çiftleşme oranı 25°C' de tespit edilmiş, 15°C' nin altında ise çiftleşme olmadığı gözlenmiştir (Goebel 2006).

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

Böceklerde su kaybının düşük sıcaklığa karşı direnç üzerinde oldukça önemli bir rolü vardır (Sømme 1964). Böceklerdeki düşük sıcaklığa direnç, vücutlarındaki su içeriği ile suyun düşük sıcaklıklardaki hücreleri, dokuları ve tüm organizmanın fonksiyonlarını etkileyen aktivitesinden önemli derecede etkilenir (Block 2003). Hadley (1994), böceklerin büyük bir kısmında, toplam su miktarının vücut yaş ağırlığının %40 ile %90' ı arasında olduğunu belirtmiştir (Qi ve ark. 2007). Donma esnasında hücrelerdeki su kaybı nedeniyle gelişen solut konsantrasyonundaki artış, pH' daki değişiklikler, fiziksel büzülme hücrelere zarar vermektedir, özellikle de membranda hasar oluşturmaktadır (Meryman 1974). Su miktarındaki azalma soğuğa direnci artırır ve donmaya

başlayan hücre dışı sıvıya ilave olmak üzere donacak suyu da bu şekilde önlemiş olur (Ring and Danks 1994).

Böcekte su miktarının azalması, kışlamaya yardımcı olmaktadır. Karasal ortamlarda, nem de böceklerin düşük sıcaklıkta hayatta kalmalarında önemli bir faktördür. Çevresel nemin, organizmanın su dengesinde ve internal buzun şekillenmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (Qi ve ark. 2007).

Sıcaklıkta meydana gelen değişiklikler, böceğin metabolizmasının işlevini, üreme kapasitesini, beslenme alışkanlıklarını ve bunlara bağlı olarak da yayılışını etkilemektedir (Akbulut 2000).

Afrika'da bulunan 6 yumurta parazitoidi üzerine sıcaklık ve nemin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 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).

Bazı böcek türlerinin özellikle ergin öncesi evrelerinin düşük sıcaklığa tolerans gösteremediği ve gelişmenin durduğu hatta öldükleri belirtilmiştir. *Crociosema plebejana* (Lepidoptera: Tortricidae) türü ile yapılan çalışmada ergin öncesi evrelerin 10°C' de yaşamlarını devam ettiremediği anlaşılmıştır (Hamilton ve Zalucki 1991).

Pnigalio pectinicornis (Hymenoptera: Eulophidae), bazı Lepidopter, Dipter ve Coleopter türlerinde polifaj bir parazitoittir. Sıcaklığın gelişim ve ölüm oranı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 15, 20, 25, 30 ve 32.5°C'de, ergin öncesi evredeki bireylerin total gelişim zamanlarına bakılmıştır. 15- 30°C arasında gelişim zamanının, sıcaklık artışı ile kısaldığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, larva evresinin tüm sıcaklıklara daha duyarlı olduğu bulunmuştur (Kalaitzaki ve ark. 2005).

Yumurta parazitoidi *Trissolcus semistriatus* (Hymenoptera: Scelionidae) konak olarak bazı Heteropter türlerinin yumurtalarını kullanmaktadır. Konak yumurtalarına uygulanan düşük sıcaklık sonrası parazitlenme oranı, ergin çıkış yüzdesi ve gelişme süreleri araştırılmıştır. Konak yumurtalarının 6°C' ye bırakıldığında 2 ay kadar canlı kalabildikleri bulunurken, -20°C' ye

birakıldıklarında bu sürenin 4 ay kadar olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda parazitlenme için canlılık süresi uzamış olmaktadır. Ancak, sürenin uzamasıyla da başarılı parazitlenme oranı düşmektedir. Düşük sıcaklıkta saklanan konak yumurtalarındaki parazitoid gelişimi ile taze yumurtalardakiler karşılaştırılacak olursa, gelişme süresi (yumurtadan ergine) ilk grupta daha uzun bulunmuştur (Kıvan ve Kılıç 2005a).

Endoparazitoid bir tür olan *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae)' nin ergin hayat uzunluğunun, sıcaklık ve besin çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterdiği 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).

Yedi farklı sıcaklığın (15, 17.5, 20, 22.5, 25, 27.5, 30°C), biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılan *Mallada desjardinsi* (Neuroptera: Chrysopidae) ve *Chrysoperla nipponensis* (Neuroptera: Chrysopidae)' in gelişim, yaşam uzunluğu ve ergin vücut büyüklüğüne etkileri incelenerek, optimum yetiştirme şartları belirlenmeye çalışılmıştır. Her iki türün vücut büyüklüklerinin de sıcaklıktan etkilendiği gözlenmiş ve 15, 27.5 ve 30°C' lerde daha küçük erginler elde edilmiştir (Nakahira ve ark. 2005).

Böceklerde düşük sıcaklığa bağlı olarak çeşitli fizyolojik değişiklikler meydana gelir ve bunlar da böceğin gelişimini ve üremesini etkiler. Ergin böceklerdeki diyapoz olayı üreme işlevi ile ilgili olup, genelde dişi böceklerdeki ovaryum gelişmesinin duraksaması anlamına gelmektedir (de Kort 1990).

Düşük sıcaklık, parazitoidin üremesini, öğrenme davranışının baskılanmasını ve konak belirleme yeteneğini etkilemektedir. Öğrenme; ergin parazitoidlerde çiftleşme, konak lokalizasyonunun belirlenmesi, konak türünün seçimi ve parazitlenmiş konağın ayırt edilmesi gibi davranışların yaygın olarak uygulandığı bir durumdur (van Baaren and Boivin 1998). Öğrenme kapasitesindeki kayıp, konak- parazitoid ilişkisini ve parazitoidlerin üreme özelliklerini etkilemektedir (Turlings ve ark. 1990).

Parazitoid dişilerinin konağı arama, bulma, kabul etme ve yumurta bırakma davranışlarında semiokimyasalların tespit edilebilmesi çok önemlidir. Bu da koku alma ve tatma duyuları aracılığıyla gerçekleşmektedir (Waage 1979, Pierre ve ark. 2003, van Baaren ve ark. 2005). Koku ve tat alma duyusunun öğrenilmesinin, ergin hayat boyunca konak habitatının ve konağın aranması esnasında geliştiği bilinmektedir. Öğrenme kapasitesindeki kayıp konak-parazitoid ilişkisini ve parazitoidin üreme başarısını olumsuz yönde etkilemektedir (van Baaren ve ark. 2005). Düşük sıcaklık uygulamasının parazitoidin koku alma yeteneğini azalttığı önceki çalışmalarda tespit edilmiştir. *Microplitis demolitor* (Hymenoptera: Braconidae) puplarına sadece dört gün düşük sıcaklık uygulanmış ve bu puplardan çıkan erginlerin etkileyici koku kaynaklarına tepki vermedikleri görülmüştür (Hérard ve ark. 1988).

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). Cinsiyet oranı da, üreme kapasitesini doğrudan ilgilendirmesi nedeniyle, parazitoidin hem doğadaki etkinliğinde hem de kitle üretiminde önemli rol oynamaktadır. Kitle üretimi sırasında sadece ya da oransal olarak daha çok erkek bireylerin meydana gelmesi istenmeyen bir durumdur (Kıvan ve Kılıç 2006).

Apanteles galleriae erginlerinin 6°C' de bekletilmesinin ergin hayat uzunluğu, yumurta verimi ve eşey oranına etkilerinin incelendiği bir çalışmada, parazitoidi 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 düşürüp, oğul döldeki erkek oranını yükseltmiştir (Uçkan ve Gülel 2001).

Biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılacak olan parazitoid türlerin düşük sıcaklıkta bekletildikten sonra erginlerinin yumurta verimi ve bıraktıkları yumurtaların açılma oranlarının yüksek olması arzu edilen bir özelliktir (Adıyaman ve Aktümsek 1996).

Kışlama döneminde maruz kalınan düşük sıcaklıkların ya da sıcaklık ekstremleri arasındaki farkın artmasının *Sitona crinitus* (Herbst.) (Coleoptera: Curculionidae)' un "preovipozisyon" süresini arttırıcı etkisi olduğu düşünülmektedir (Yıldırım 2008).

Kıvan ve Kılıç (2005b), *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae)' in parazitoiti olan *Trissolcus simoni* (Hymenoptera: Scelionidae)' ye sıcaklığın etkileri ile ilgili yaptıkları çalışmada 20, 26 ve 32°C' ye maruz bırakılan bireylerde yaşam uzunluğu ve yumurta veriminin önemli derecede etkilendiğini belirlemiştir. Sıcaklığın artmasıyla böceğin gelişme süresinin kısaldığı, yumurta veriminin ise arttığı tespit edilmiştir.

Pup evrede uygulanan tedrici azalan sıcaklığın *P. turionellae'* nin yumurta verimine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 4°C' de bekletme süresinin uzamasının olumlu etki yaptığı ve yumurta verimini arttırdığı belirlenmiştir (Kaynak 2010).

Sıcaklığın *Aprostocetus vaquitarum* (Hymenoptera: Eulophidae)' un yumurta bırakma ve gelişimine etkilerinin incelendiği çalışmada, 5 ile 40°C arasındaki farklı sıcaklık dereceleri uygulanmış ve ergin öncesi gelişimin düşük sıcaklıklarda önemli derecede geciktiği gözlenmiştir. Ayrıca, düşük sıcaklıklarda yumurta veriminin düşük olduğu bulunmuştur (Ulmer ve ark. 2006).

Agasicles hygrophila Selman & Vogt (Coleoptera: Chrysomelidae)' nin gelişimi için optimum sıcaklığın 27- 30°C olduğu bilinmektedir. Bu türle yapılan düşük sıcaklık çalışmasında, soğuğa maruz bırakma süresi uzadıkça bırakılan yumurta sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Erginlerin maruz kaldığı sıcaklık derecesi düştükçe yaşama oranlarının da düştüğü görülmüştür. On ve 15°C' de bekletilen dişiler erkeklerden daha uzun yaşarken, -8°C' de 13 saat tutulan tüm erginler ölmüştür. İki ve -4°C' de ergin yaşam oranı yüksek bulunurken, bırakılan yumurtaların canlılığının azaldığı tespit edilmiştir. Bu türün kışlama kapasitesinin 15°C' den düşük sıcaklıklarda azaldığı belirtilmiştir (Stewart ve ark. 1999).

İkinci larva evresinde düşük sıcaklığa (4°C' de 0, 3, 6 ve 12 hafta süreyle) maruz bırakılan *Anaphes victus* (Hymenoptera: Mymaridae) dişilerinin düşük

sıcaklık uygulanmayan kontrol grubuna ait dişilere oranla daha az yumurta bıraktıkları gözlenmiştir (van Baaren ve ark. 2005) .

Düşük sıcaklığın yumurta verimine olumsuz etkilerinin muhtemel üç nedeninin olabileceği düşünülmektedir (van Baaren ve ark. 2005). Bunlar;

1. Rigaux ve ark. (2000), ergin öncesi evrede dokularda donmanın olabileceğini, spermatogenezin yavaşlayacağını ve kısır erkeklerin oluşabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Hanna (1935)' a göre, yumurtalıklarda da kusur oluşabilir (van Baaren ve ark. 2005).

2. Arlian (1979), su kaybı ve kurumunun, dişilerde kısırlığa veya yumurta veriminde azalmaya neden olabileceğini belirtmiştir (van Baaren ve ark. 2005).

3. de Bach (1943)' e göre, düşük sıcaklığa ergin öncesi evrelerinde maruz bırakılan bireyler kaynaklarını kullanmaya devam eder ancak beslenemediği için aç kalırlar (van Baaren ve ark. 2005).

Donmaya toleranslı olan ve kış diyapozundan sonra beslenmeyen *Eurosta solidaginis* (Diptera: Tephritidae) türü ile yapılan çalışmada, -22, 0 ve 12°C uygulanmış ve yumurta verimine etkileri araştırılmış, kış şartlarında yumuşak hava koşullarının zararlı olduğu anlaşılmıştır. Çünkü, özellikle, 12°C uygulaması sonrasında yumurta verimi oldukça düşük bulunmuştur (Irwin ve Lee 2000).

Yumurta parazitoidleri, *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) ve *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae)' nin 18°C' de konak yumurtalarını parazitlemesinden sonra pup evresinin başlangıcına kadar bekletilmiş ve 120-210 gün süresince 12 ve 15°C' ye maruz bırakılmıştır. Deneyler sonucunda, 12°C' de bekletilen puplarda erginleşmenin olmadığı, 15 °C de ise ergin ömrünün kısa olduğu ve yumurta veriminin yaklaşık %80 azaldığı tespit edilmiştir (Foerster ve ark. 2004).

Onyedi ile 35°C arasında denenen beş farklı sıcaklığın *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) üzerindeki etkisi şu şekildedir: Ergin olmamış bireyler için optimum gelişim sıcaklığı 32.5°C olarak tespit edilmiş, sıcaklık artışı ömür uzunluğunu azaltmış, yumurta verimi ise 35°C' ye göre 21°C' de daha fazla bulunmuştur (Bonato ve ark. 2007).

Homalodisca vitripennis (Hemiptera: Cicadellidae)' in yumurta parazitoidi olan *Gonatocerus triguttatus* (Hymenoptera: Mymaridae)' un üremesi

ve gelişmesi üzerinde yapılan bir çalışmada 15, 20, 25, 30 ve 33°C' nin etkileri incelenmiştir. En başarılı parazitlenme 25°C' de, en düşük parazitlenme ise 15°C' de gözlenmiştir. Yumurta veriminin 25°C' de en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın, yavru döllerin eşey oranını etkilemediği görülmüş, ergin ömür uzunluğu ise 15°C' de en yüksek (20,6 gün), 33°C' de ise en düşük (4 gün) olarak tespit edilmiştir (Pilkington ve Hoddle 2007).

Yumurta parazitoidi *Quadrastichus haitiensis* (Hymenoptera: Eulophidae)' in yaşamı üzerine sıcaklığın (5, 15, 20, 25, 30 ve 33°C) etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yumurtadan ergin oluşumuna kadarki gelişim süresinin, sıcaklığın 20' den 33°C' ye yükseltilmesiyle, azaldığı tespit edilmiştir. Beş ve 15°C' de ise gelişim gözlenmemiştir. Yumurta verimi ise, dişi başına 70-73 yumurtayla en yüksek 25 ve 30°C' de belirlenmiş ama 33°C' de bu sayı azalmıştır (Castillo ve ark. 2006).

Parazitoid *Pteromalus cerealellae* (Hymenoptera: Pteromalidae) ile yapılan çalışmada, 20 ve 25°C' de her bir parazitoidin daha fazla konağı parazitleyebildiği ve 30°C' dekinden daha çok yavru döl üretebildiği tespit edilmiştir (Mbata ve ark. 2005).

P. turionellae da kış mevsiminin düşük sıcaklıklarına dayanabilmektedir. Jacston (1937)' e göre olgun larvaları kışı konak pupları içerisinde geçirebildiği gibi, Berry (1939) ' e göre, ergin dişi halinde de kışlayabilir (Yanikoğlu 1990).

P. turionellae dişi pupları düşük sıcaklıkta (+4°C) tutulmuş ve çıkan erginlerin yumurta verimi ve yumurta açılma oranları araştırılmıştır. Düşük sıcaklığa bağlı olarak parazitoidin maksimum yumurta verimi düşmüş ve maksimum yumurta bırakma günü 23. günden 28. güne kaymıştır. Düşük sıcaklığın yumurta açılma oranları üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Sonuçlar, *P. turionellae*' nin pup evresinde ve ergin olarak düşük sıcaklıkta 30 gün saklanabileceğini göstermiştir (Adıyaman ve Aktümsek 1996).

P. turionellae' nin konağı olarak kullanılan *Galleria mellonella* puplarının farklı süreler için +4°C' de tutulduğu çalışmada, uygulama süresinin artması ile ergin çıkışının azaldığı ve erginlerin oldukça küçük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca düşük sıcaklığa maruz bırakılan puplardan parazitlenme sonrası ergin *P.*

turionellae çıkışı da, düşük sıcaklık uygulama süresinin artışına paralel olarak, olumsuz etkilenmiştir (Nurullohoğlu 1998).

Böceklerdeki protein, yağ ve karbohidrat miktarlarının, gelişim evrelerine (Meats ve Leighton 2004), cinsiyete (Aktümsek 1996), fotoperiyota (El- Aw 2003), besin kalite ve miktarına (Olson ve ark. 2000), sıcaklığa (Izumi ve ark. 2005) bağlı olarak değiştiği, değişik türlerle yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir.

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: Aphidiinae) ile yapılan çalışmada enerji kaynağının fazla olması, düşük sıcaklıkta açlığa dayanıklılığı artırırken, düşük sıcaklığın zararlı etkilerinin de böylelikle azaldığı görülmüştür (Colinet ve ark. 2007).

Kış mevsiminin başlangıcında böcek hemolenfinde protein miktarı artar ve spesifik düşük sıcaklık proteinleri sentezlenir (De Loof ve De Wilde 1970). Lepidoptera, Coleoptera ve Hymenoptera ordolarına ait kış mevsimini geçiren 22 böcek türünde yapılan çalışmalarda, hemolenfteki aminoasit miktarının kış mevsiminin başlangıcında arttığı ve sonuna doğru azaldığı anlaşılmıştır. Serbest aminoasit miktarı yüksek olan böceklerde aşırı soğuma noktası düşüktür. Bu durum; kışlayan böceklerde aminoasitlerin diyapoz metabolizmasında aktif rol oynadığını göstermektedir (Khansen ve Viik 1984).

Böceklerde yaşama ve gelişme için, düşük sıcaklığın etkilerinin yanı sıra optimum sıcaklığın üzerindeki sıcaklık dereceleri de ömür uzunluğunu azaltmaktadır (Çanakçioğlu 1989). Yapılan bir çalışmada, *P. turionellae* dişilerinde ömür uzunluğunu azaltan en önemli etkenin optimum yaşama sıcaklığının üzerine çıkarılan sıcaklık dereceleri olduğu gözlemlenmiştir (Şeker ve Yanıkoğlu 1999).

3. MATERYAL ve METOT

P. turionellae' nın konak türü olan *G. mellonella*' nın 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 her bir cam kavanoza yaklaşık 50 adet *G. mellonella* yumurtası eklenmiş ve $29\pm 1^{\circ}\text{C}$, 60 ± 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 bırakılmış ve parazitlenmeleri 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, $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, 60 ± 5 bağıl nem ve doğal fotoperiyot şartlarında, % 50 bal çözeltisi ve üç günde bir konak pupu ile beslenerek yetiştirilmiştir. Parazitlenen konak puplarından elde edilen dişi parazitoidlerden bir kısmı, çiftleştikten sonra, deney gruplarını oluşturmak üzere, beherlere konulmuştur. Yedinci günden itibaren verimli olup olmadıklarının kontrolü için yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Parazitlenen konak pupları açılarak yumurtaları sayılmış ve yumurtaların açılmaları kontrol edilmiştir. Böylece verimli oldukları tespit edilen dişiler, ayrı ayrı beherlere alınarak deneylerde kullanılmıştır. Bu dişilerin bulunduğu beherlere her gün, günün aynı saatinde %50' lik bal çözeltisine batırılmış pamuk konulmuş ve bir saat süre ile beslenmeleri sağlanmıştır. Ayrıca bu beherlere, üç günde bir konak pupu, besin olarak bırakılmıştır. Yaşları 20 günü tamamlayan dişi bireyler deneyler için kullanılmamıştır.

Eşit büyüklükteki konak pupları ayrılarak dişilerin bulunduğu beherlere, her dişiye 2 adet pup düşecek şekilde konulmuş ve pupların dişiler tarafından

parazitlenmesi sağlanmıştır. Parazitlenme güneşli olacak şekilde yaptırılmıştır. Beherlerin içindeki parazitoidler üç günde bir temiz beherlere aktarılmıştır. Parazitlenen puplar kontrol edilmiş ve yaralananlar ayrılarak deneye dahil edilmemiştir.

Parazitlenen puplar kağıt bardaklara konulmuş ve sırasıyla 25, 20, 15 ve 10°C' lerde 3' er gün, 4°C' de 2, 3, 4 ve 5' er gün olacak şekilde ayarlanmış inkübatörde bekletilmiştir. 4°C' de bekletme sürelerinin farklılığına göre ayarlanan uygulama gruplarının her biri 60 bireyden oluşturulmuştur ve her bir çalışma grubu dört kez tekrarlanmıştır. Tedrici azalan sıcaklığa maruz bırakılan parazitlenmiş puplar, uygulama sonucunda inkübatörden alınarak 25°C ye konulmuş ve ergin oluşumuna kadar bekletilmiştir. Erginleşen bireyler ayrı ayrı tartılmış ve her biri ayrı beherlere konulmuştur. Çıkan bireylerin erginleşme süreleri, cinsiyetleri, ergin ömür uzunlukları ve dişilerin yumurta verimi tespit edilmiştir. Bu erginler çıktıkları günden itibaren %50' lik bal çözeltisi ve konak pupu ile beslenmiştir. Çiftleşmeleri sağlanan dişi erginlere, erginleşmelerinin 7. gününden itibaren, gün aşırı olmak üzere, konak pupu verilerek parazitlenmeleri sağlanmış ve ergin yaşamları boyunca bu işleme devam edilmiştir. Parazitlenen puplar, 24 saat sonra, %0.8' lik NaCl çözeltisi bulunan petri kaplarında dissekte edilmiş ve bırakılan yumurtalar sayılmıştır. Böylece düşük sıcaklık uygulaması sonrasında elde edilen dişilerin ömür boyu bıraktıkları toplam yumurta sayıları belirlenerek verimleri tespit edilmiştir.

Aynı işlemler, tedrici azalan sıcaklık uygulaması olmadan, parazitlenmeden itibaren ergin çıkışına kadar pupların 25°C' de bekletilmesiyle kontrol grubu için yapılmıştır. Her bir kontrol grubu da 60 bireyden oluşturulmuştur ve dört tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Tedrici azalan sıcaklığa bağlı olarak gruplar arasında meydana gelen değişimler Tek Yönlü Varyans Analizi SPSS 15.0 (Windows için SPSS Versiyon 15.0, SPSS Science, Chicago, IL) ile karşılaştırılmıştır. Yüzde olarak hesaplanan değerler varyans analizlerinden önce arksinus karekökleri alınmak suretiyle (Sokal and Rohlf 1995) normalleştirilmiştir. Ortalamalar arası farklar Tukey gerçekten anlamlı farklılık (Tukey HSD) testleri ile belirlenmiştir. Değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi $\alpha=0.05$ olarak esas alınmıştır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, konak içindeki *P. turionellae* larvaları tedrici azalan sıcaklığa maruz bırakılmış ve erginleşme süreleri, erginleşme yüzdeleri, ergin ağırlıkları, erginlerin ömür uzunlukları ve yumurta verimleri araştırılmıştır. Larvalar sırasıyla 25, 20, 15 ve 10°C' de üçer gün, ardından 4°C' de 2, 3, 4 ve 5 gün inkübatörde tutulmuştur. Uygulama süresinin sonunda larvalar tekrar 25°C' ye alınarak erginleşmeleri beklenmiştir. Erginleşen bireylerin çıkış süreleri, çıkış yüzdeleri, ağırlıkları, ömür uzunlukları ve dişilerin bıraktığı yumurta sayısı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır.

4.1. Tedrici Azalan Sıcaklık (25, 20, 15, 10, 4°C) Uygulaması Sonrasında Çıkan Ergin Dişi ve Erkek Bireylerin Erginleşme Süreleri

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

Tablo 1: Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrasında parazitoidlerin çıkış süresi (gün)

| Süre ^z | Parazitoidin Eşeyi ^{xy} | |
|-------------------|----------------------------------|-------------|
| | ♀ | ♂ |
| 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 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 görülmüştür. 4°C' de 2 ve 3' er gün bekletilen puplardan çıkan dişi bireylerin çıkış süreleri arasında istatistiksel olarak fark görülmezken, bu gruplardaki dişi çıkış süresi kontrol grubundaki dişilerin çıkış süresinden daha uzundur. Aynı şekilde, 4°C' de 4 ve 5' er gün bekletilen grupların dişi çıkış süreleri arasında fark olmamasına rağmen, bu grupların dişi çıkış sürelerinin kontrol grubuna göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Erkek bireylerin erginleşmesinde gözlenen en uzun süre, 4°C' de 5 gün bekletilen gruptadır.

4.2. Tedrici Azalan Sıcaklık (25, 20, 15, 10, 4°C) Uygulaması Sonrasında Çıkan Dişi ve Erkek Bireylerin Çıkış Yüzdeleri

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

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

| Süre ^z | Total (%) | Parazitoidin Eşeyi ^{xy} (%) | |
|-------------------|-----------|--------------------------------------|--------|
| | | ♀ | ♂ |
| 0 | 72,92a | 50,19a | 49,82a |
| 2 | 54,17b | 50,29a | 49,71a |
| 3 | 47,13b | 49,39a | 50,62a |
| 4 | 41,25bc | 62,64a | 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 Testi uygulandı.

Deneyler sonunda elde edilen verilere göre, 4°C’ de bekletme süresinin artışıyla beraber, dişi bireylerin çıkış yüzdelerinin de arttığı gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonrasında, gruplar arasında dişi ve erkek bireylerin çıkış yüzdelerinde bir fark gözlenmezken, toplam ergin çıkış yüzdesinde 4°C’ de bekletme süresinin uzamasına bağlı olarak bir azalma tespit edilmiştir.

4.3. Tedrici Azalan Sıcaklık (25, 20, 15, 10, 4°C) Uygulaması Sonrasında Çıkan Dişi ve Erkek Parazitoidlerin Ağırlığı

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

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

| Süre ^z | Parazitoidin Eşeyi ^{xy} | |
|-------------------|----------------------------------|-------------|
| | ♀ | ♂ |
| 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-b) 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 Testi uygulandı.

4°C’ de 2 ve 3 gün bekletilen gruplardaki puplardan çıkan dişi bireylerin ağırlıkları ile kontrol grubu arasında bir fark gözlenmezken, 4°C’ de bekleme süresinin artışıyla dişi bireylerin ağırlığında bir azalma tespit edilmiştir. Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrasında çıkan erkek bireylerin ağırlıkları ile kontrol grubundan çıkan erkek bireylerin ağırlıkları arasında istatistiksel fark olmadığı belirlenmiştir.

4.4. Tedrici Azalan Sıcaklığın (25, 20, 15, 10, 4°C) *P. turionellae*' nin Ergin Dişi ve Erkek Bireylerinin Ömür Uzunluğuna Etkileri

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

Tablo 4: Tedrici azalan düşük sıcaklık sonrası çıkan dişi ve erkek parazitoidlerin ömür uzunlukları (gün)

| Süre ^z | Parazitoidin Eşeyi ^{xy} | |
|-------------------|----------------------------------|--------------|
| | ♀ | ♂ |
| 0 | 35,80±1,63a | 13,93±0,56a |
| 2 | 26,05±1,89b | 12,18±0,66ab |
| 3 | 28,28±2,23ab | 9,72±0,43bc |
| 4 | 30,11±2,19ab | 10,82±0,80b |
| 5 | 29,35±1,79ab | 9,42±0,40c |

^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 Testi uygulandı.

Kontrol grubu ve düşük sıcaklığın uygulandığı deney grupları arasında yapılan karşılaştırma sonucunda, tüm gruplarda dişi parazitoidlerin daha uzun ömürlü oldukları tespit edilmiştir. 4°C' de 2 gün bekletilen puplardan çıkan dişi bireylerin ömrünün hem kontrol grubundan hem de diğer uygulama gruplarından daha kısa olduğu belirlenmiştir. Dişi ömrü bakımından diğer gruplar arasında istatistiksel bir fark görülmemektedir. Erkek bireylerin ömür uzunluklarında, 4°C' de bekletme süresinin uzamasıyla birlikte bir kısalma söz konusudur.

4.5. Tedrici Azalan Sıcaklığın (25, 20, 15, 10, 4°C) Yumurta Verimine Etkileri

Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrası çıkan dişi parazitoidlerin yumurta verimi Tablo 5' te verilmiştir.

Tablo 5: Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrası çıkan dişi parazitoidlerin yumurta verimi

| Süre ^z | Bırakılan Yumurta Sayısı ^{xy} |
|-------------------|----------------------------------------|
| 0 | 18,58±0,99a |
| 2 | 9,85±0,97b |
| 3 | 11,19±1,03b |
| 4 | 13,31±1,36b |
| 5 | 12,53±1,16b |

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

^y Aynı sütunda aynı harfe sahip gruplar (a-b) 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 Testi uygulandı.

Tedrici azalan düşük sıcaklık uygulaması sonrasında, puplardan çıkan dişi bireylere çıkışlarının 7. gününden itibaren ömür boyu, gün aşırı olmak üzere parazitlenme yaptırılmış ve parazitlenen puplar 24 saat sonra % 0.08' lik NaCl çözeltisinde disekte edilmiştir. Bırakılan yumurtalar tespit edilerek, sayılan yumurtaların ortalamaları alınmıştır. Düşük sıcaklık uygulamasına bağlı olarak bütün uygulama gruplarındaki dişi parazitoidlerin yumurta veriminde, kontrol grubuna göre bir azalma olduğu görülmüştür. Ama gruplar arasında bırakılan ortalama yumurta sayısı bakımından istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir.

5. TARTIŞMA

Biyolojik mücadeledeki başarı, her şeyden önce, konak ve parazitoide ait biyolojik özelliklerin, konak ile parazitoid arasındaki davranışsal ve fizyolojik ilişkilerin, bu ilişkilerde etkili olan fiziksel, kimyasal ve mekanik etkileşimlerin bilinmesine bağlıdır. 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).

Biyolojik mücadele ajanı olarak parazitoid bir türün kullanılabilmesi için laboratuvar şartlarında yeterli sayıda, kitle halinde üretilmesi gerekmektedir. Fakat kısa bir süre içerisinde kitle halinde üretim oldukça zordur. Bunun 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.

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. 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.

Sıcaklıkla ilgili yapılan bir çalışmada, parazitoid bir tür olan *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae)' un pupları ve erginlerinin 4- 8°C' de bir ay saklanabileceği ve yüksek parazitlenme yeteneğinin olduğu görülmüştür (Huang 1986). Başka bir çalışmada, 16- 38°C' ler arasında 10 farklı sıcaklık derecesi çalışılmış ve sıcaklık artışının parazitoidin gelişim zamanını kısalttığı tespit edilmiştir (Forouzan ve ark. 2008).

Camponotus chloridae (Hymenoptera: Ichneumonidae) puplarının ise +8°C' de 15 gün saklanabileceği ve sonrasında ergin oluşumunun oldukça yüksek olduğu, bir başka çalışma ile gösterilmiştir (Patel ve ark. 1988).

Altı farklı sıcaklığın (15, 17.5, 20, 25, 27.5 ve 30°C), *Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera: Aphelinidae)' nin gelişim ve üremesine etkisinin incelendiği bir çalışmada, 15 ve 30°C' de larval gelişimin meydana gelmediği gözlenmiştir. Total gelişim süresinin ise, sıcaklığın azalmasıyla uzadığı tespit edilmiştir. Ergin bireylerin ortalama ömür uzunlukları ise sıcaklık artışıyla kısalmıştır (Matadha ve ark. 2004).

Avrupa ve İsrail' de sera zararlılarına karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılan predatör *Franklinothrips vespiformis* (Crawford) (Thysanoptera: Aeolothripidae)' in, gelişim ve kışlama özelliklerine sıcaklığın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada gelişim oranının sıcaklıkla arttığı gözlenmiştir. Ergin dişi ve larval yaşam uzunluklarına -5, 0 ve 5°C' lerin etkileri incelenmiş ve larval evrenin düşük sıcaklığa ergin dişilerden daha toleranslı olduğu sonucuna varılmıştır. Larvaların ergin olma süresi, sıcaklık derecesinin düşmesi ve düşük sıcaklık uygulama süresinin artması ile uzamış, ergin dişilerin yumurta bırakma oranları ise, azalan sıcaklık ve bu sıcaklığa maruz kalma sürelerinin uzaması ile azalmıştır. Ayrıca düşük sıcaklığın canlı yumurta miktarını da etkilediği gözlenmiştir (Larentzaki ve ark. 2007).

Onbeş, 20, 25, 30 ve 35°C' nin, *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae)' in biyolojisi üzerinde etkilerinin incelendiği çalışmada, yumurta,

larva ve pup evrelerinde gelişimin sıcaklığın düşmesi ile uzadığı belirlenmiştir (Rwomushana ve ark. 2008).

Sıcaklığın, *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera: Acrididae)' da gelişme, eşeyssel olgunlaşma süresi, besin tüketimi ve vücut ağırlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, sıcaklık artışının gelişme ve eşeyssel olgunlaşma süresini kısalttığı gözlenmiştir (Gündüz ve Gülel 2002).

Ülkemizde tespit edilen *Trichogramma turkeiensis* ve *T. embryophagum* (Hartig) (Hymenoptera: Trichogrammatidae)' a 4 farklı sıcaklığın (15, 20, 25 ve 30°C) etkilerinin araştırıldığı çalışmada, sıcaklık değişiminin her iki türün ergin dişi ömrünü önemli ölçüde etkilediği ve sıcaklık artışının gelişme süresini kısalttığı bulunmuştur (Özkan ve Gürkan 2001).

Bir çalışmada, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) 15, 20, 25, 30 ve 35°C olmak üzere 5 farklı sıcaklıkta yetiştirilerek dişilerin yaşam uzunluğu ve yumurta verimi incelenmiştir. Dişilerin gelişme süresinin sıcaklık artışı ile kısaldığı, yumurta veriminin ise düşük sıcaklık derecelerinde daha az olduğu tespit edilmiştir (Islam ve ark. 2005).

Psytalia cosyrae (Wilkinson) (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan çalışmada; 15, 20, 25, 27, 30 ve 33°C' nin gelişim zamanı ve yaşam uzunluğu üzerine etkileri incelenmiştir. Erginleşme oranının sıcaklığın yükselmesi ile arttığı, dişilerin gelişme süresinin ve ergin yaşam uzunluğunun, tüm sıcaklık derecelerinde, erkeklerden daha uzun olduğu belirlenmiştir (Mohamed ve ark. 2006).

Farklı sıcaklıkların (15, 20, 25, 30 ve 35°C) predatör *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae)' nin Zakkum kabuklubiti *Aspidiotus nerii* (Bouche) (Hemiptera: Diaspididae) üzerinde gelişme süresi, ölüm oranı, preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süresi, bıraktığı yumurta sayısı gibi bazı biyolojik parametrelerin incelendiği çalışmada, düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklığa doğru gidildikçe gelişme süresinde bir kısalma tespit edilmiştir (Nar ve ark. 2009).

Düşük sıcaklık, böceklerin gelişme süresini uzatırken erginlerin yaşam süresini kısaltmaktadır. *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera: Braconidae) türünün pupları ile yapılan soğuğa tolerans çalışmalarında, düşük sıcaklığa maruz

birakılan puplardan ergin oluşumu için geçen sürenin 2- 6 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Ballal ve ark. 1989). Matadha ve ark. (2004), *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae)' ya düşük sıcaklığın etkisini araştırmışlar ve sıcaklıktaki azalmanın gelişme süresini uzattığını, ergin bireylerin ömür uzunluklarını ise kısalttığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar gözlenmiştir. Dişilerde en kısa çıkış süresi kontrol grubunda ortalama 22,5 gün, en uzun çıkış süresi ise tedrici azalan sıcaklık uygulaması sonrasında 4°C'de 5 gün bekletilen grupta 34,12 gün olarak bulunmuştur. Erkek bireylerde de en uzun çıkış süresi yine aynı grupta (4°C'de 5 gün bekletilen) 31,19 olarak tespit edilmiştir.

Jahan ve ark. (1995), düşük sıcaklık uygulanan puplardan ergin çıkışının azaldığını belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da aynı sonuç elde edilmiştir. Kontrol grubunda ergin çıkış yüzdesi 72,92 iken, düşük sıcaklık uygulamasında 4°C'de bekletme süresinin uzamasıyla bu oran da düşmüş ve 5 gün bekletilen uygulama grubunda ergin çıkış yüzdesi 28,75 olarak tespit edilmiştir.

Foerster ve ark. (2004)' nın *Telenomus cyamophylax* (Hymenoptera: Scelionidae) ile yaptığı çalışmada, sıcaklığın eşey oranını önemli derecede etkilemediği bulunmuştur. 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. Bizim çalışmamızda ise, erginleşen bireylerde dişi yüzdesi erkek bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. 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. Düşük sıcaklığın tedrici olarak denendiği bir başka çalışmada; *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) erkekleri ve dişileri üzerinde ani soğutma uygulamaları yapılmış, laboratuvarda yetiştirilen erginler 24°C' den 2 saatliğine -6,5°C' ye alındığında %5' inin yaşadığı belirlenmiştir. 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).

Bu çalışmada, erginleşen dişi yuzdelerinin erkek yuzdelerinden daha fazla olması da önceki çalışmalarda olduğu gibi, dişilerin düşük sıcaklığa daha dirençli olduğu şeklinde açıklanabilir.

Böceklerde enerji kaynakları, özellikle fat body, düşük sıcaklığa maruz kalındığındaki açlık sırasında tüketilmektedir. Böceklerde düşük sıcaklıkta bekletilmeye lipid kaynakları da kullanıldığı için ağırlık kaybının olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir.

Beş, 10, 15 ve 20 gün süre ile düşük sıcaklıkta (+4°C) bekletilen *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) puplarında, düşük sıcaklıkta bekletme süresinin uzaması ile ağırlık kaybında artış olduğu gözlenmiştir (Yenice 2005).

Biyolojik mücadele 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, pupların 2- 6 gün içinde % 80- 90 oranında ergin oldukları ve morfolojik anormallığe rastlanmadığı görülmüştür (Yanikoğlu 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 sıcaklıkta (+4°C) 10, 20 ve 30 gün süre ile bekletilen *G. mellonella* puplarının ağırlık kaybı, total lipid ve total yağ asidi yuzdeleri tespit edilmiştir.

Sürenin uzaması ile ağırlık kaybında artış, total lipid ve total yağ asidi yüzdelerinde azalma olduğu bulunmuştur (Nurullohoğlu ve Kalyoncu 2000).

Bu çalışmada, tedrici azalan sıcaklık sonrasında çıkan erkek bireylerin ağırlığı ile kontrol grubundan çıkan erkek bireylerin ağırlıkları arasında istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir. 4°C' de 2 ve 3 gün bekletilen gruplardaki puplardan çıkan dişi bireylerin ağırlıkları ile kontrol grubu arasında bir fark gözlenmezken, 4°C' de bekleme süresinin artışıyla dişi bireylerin ağırlığında bir azalma olduğu saptanmıştır. Düşük sıcaklık uygulamasının tedrici olarak yapılmasının ağırlık kaybı açısından da olumlu olduğu görülmektedir.

Böceklerde, ömür uzunluğu da düşük sıcaklıktan etkilenen bir özelliktir. Tedrici azalan düşük sıcaklığın uygulandığı deney gruplarında dişi parazitoidlerin ömür uzunluklarının kontrol grubuna göre azaldığı görülmüştür. 4°C' de 2 gün bekletilen puplardan çıkan dişi bireylerin ömrü hem kontrol gurubundan hem de diğer uygulama gruplarından daha kısa olarak tespit edilmiştir. Erkek bireylerin ömür uzunluklarında da 4°C' de bekletme süresinin uzamasıyla birlikte kontrol grubuna göre bir azalma söz konusudur.

Allorhogas pyralophagus (Hymenoptera: Braconidae) ile yapılan bir çalışmada düşük sıcaklığa bağlı olarak, puptan ergin çıkış süresinin uzadığı belirlenmiştir (Ballal ve ark. 1989). Bu çalışmada da, dişi parazitoidlerde daha belirgin olmak üzere, puptan çıkış süreleri uzamıştır.

Soğuğa maruz bırakma süresi uzadıkça ergin dişlerde yumurta verimi azalmaktadır (Jahan ve ark. 1995, Adıyaman ve Aktümsek 1996, Uçkan ve Gülel 2001, van Baaren ve ark. 2005, Ulmer ve ark. 2006, Larentzaki ve ark. 2007). Bizim çalışmamızda da, tedrici azalan sıcaklık uygulanan tüm gruplardaki dişi parazitoidlerin yumurta veriminde kontrol grubuna göre bir azalma tespit edilmiştir. Ama gruplar arasında bırakılan ortalama yumurta sayısı bakımından istatistiki bir fark yoktur. Bırakılan en düşük yumurta sayısı, 4°C' de 2 gün bekletilen grupta görülmektedir. 4°C' de bekletme süresinin uzamasıyla bu sayıda artış olmuştur.

Pup evresinde uygulanan tedrici azalan sıcaklığın *P. turionellae*' nin yumurta verimine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, düşük sıcaklıkta (4°C) bekletme süresinin uzamasının olumlu etki yaptığı, ergin çıkış yüzdesini

arttırırken yumurta veriminin de daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kaynak 2010). Bizim çalışmamızla karşılaştırıldığında, bu sonuç *P. turionellae'* nin larval evresinin düşük sıcaklıktan daha fazla etkilendiğini göstermektedir.

Değişik parazitoid türleriyle yapılan çalışmalarda ergin parazitoid veriminin, oğul döldeki eşey oranının ve dişi parazitoidlerin parazitlenme gücünün; parazitoid yaşına, etkilediği konağın türüne, konak evre/ evrelerine, konağın daha evvel parazitlenmiş olup olmamasına, dişinin bıraktığı yumurta sayısına, ergin olduktan sonra konağı bulma zamanına, konak bolluğuna, besin miktarına ve özellikle de sıcaklığa bağlı olarak değiştiği ortaya konmuştur. Parazitoid verimi biyolojik mücadele için çok önemlidir. Farklı koşullar altında, parazitoidin bu biyolojik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi, laboratuvar şartlarında parazitoidlerin kitlesel üretiminde ve biyolojik mücadele uygulamalarında başarıya ulaşmanın temel unsurudur (Uçkan ve Gülel 1999).

Sonuç olarak, zararlı böcek türlerine karşı yapılan kimyasal mücadelenin insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkilerinin olması sebebiyle, günümüzde önemi oldukça artan biyolojik mücadelenin uygulanabilmesi için parazitoidlerin düşük sıcaklıkta bekletilerek biriktirilmesi uygun bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmamızın 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 tetrici azalan düşük sıcaklığın tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Doğal şartlara benzerliği ve böceği soğuğa alıştırmayı açısından, düşük sıcaklık uygulamasının tetrici olarak yapılması daha olumlu sonuçlar vermektedir.

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.
- AKBULUT, S. 2000. Küresel ısınmanın böcek populasyonları üzerine muhtemel etkileri. Çev. Kor., 9 (36), 25-27.
- AKTÜMSEK, A. 1996. Parazitoid, *Itopectis maculator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' un yağ asidi bileşimine konak ve eşey farklılığının etkisi. Tr. J. of Zool., 20: 7-10.
- van BAAREN, J. and BOIVIN, G. 1998. Learning effects host discrimination behavior in a parasitoid wasp. Behavioral Ecology and Sociobiology, 42, 9-16.
- van BAAREN, J.V., OUTREMAN, Y. and BOIVIN, G. 2005. Effect of low temperature exposure on oviposition behaviour and patch exploitation strategy in parasitic wasps. Animal Behaviour, 70, 153-163.
- BALE, J.S. 1987. Insect cold hardiness: freezing and supercooling an ecophysiological perspective. J. Insect Physiol., 33 (12): 899-908.
- BALE, J.S. 1996. Insect cold hardiness: a matter of life and death. Eur. J. Entomol., 93, 369-382.
- BALLAL, C.R., SPINGH, S.P., JALALI, S.K. and KUMAR, P. 1989. Cold tolerance of cocoons of *Allorhogas pyralophagus* (Hym.: Braconidae). Entomophaga, 34:4, 463-468.
- BAYHAN, E., OLMEZ- BAYAN, S., ULUSOY, M.R. and CHI, H. 2006. Effect of temperature on development, mortality, fecundity, and reproduction of *Aphis rumicis* L. (Homoptera: Aphididae) on broadleaf dock (*Rumex obtusifolius*) and Swiss chard (*Beta vulgaris vulgaris* var. cida). Journal of Pest Science, 79 (1), 57-61.
- BLOCK, W. 2003. Water or ice? The challenge for invertebrate cold survival. Science Progress, 86, 77-101.

- BONATO, O., LURETTE, A., VIDAL, C. and FARGUES, J. 2007. Modelling temperature- dependent bionomics of *Bemisia tabaci* (Q- biotype). *Physiological Entomology*, 32, 50-55.
- BRONSKILL, J.K. 1961. A cage to simplify of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). *J. Lep. Soc.*, 102-104.
- BURSELL, E. 1974. *The Physiology of Insecta*. Rockstein, M. (ed.). Academic Press, New York., 2: 2-36.
- CASTILLO, J., JACAS, J.A., PEÑA, 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.
- CHO, J.R., LEE, M., KIM, H.S., KIM, Y.Y. and BOO, K.S. 2007. Cold hardiness in the black rice bug, *Scotinophara lurida*. *Physiological Entomology*, 32, 167-174.
- COLINET, H., VERRON, P. and HANCE, T. 2007. 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.
- ÇALIŞIR, S., KILINÇER, A.N., KAYDAN, M.B. ve ÜLGENTÜRK, S. 2005. *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae)' nin farklı yaştaki *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) üzerindeki bazı biyolojik özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (4), 434-441.
- ÇANAKÇIOĞLU, H. 1989. *Orman Entomolojisi*. İst. Üni. Orman Fak. Yayınları: 3405, İstanbul, 385 s.
- DANKS, H.V. 1978. Modes of seasonal adaptation in the insects. I. Winter survival *Can. Entomol.*, 110,1167-1205.
- De KORT, C.A.D. 1990. Thirty- five years of diapause research with the Colorado potato beetle. *Entomol. Exp. Appl.*, 56:1- 13.
- 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.

- 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.
- EL-AW, M.A. 2003. Effect of host plant, photoperiod, day time, developmental stage and sex on protein patterns and esterase inhibition heads of the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Agri. Res.*, 48 (1): 89-52.
- ELIOPOULOS, P.A. and 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.
- ERGIN, E., ER, A., UCKAN, 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.
- 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.*, Brasilia, 39:9, 841-845.
- FOROUZAN, M., AMIRMAAFI, M. and SAHRAGARD, A. 2008. Temperature- dependent development of *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae) reared on larvae of *Galleria mellonella* (Lep.: Pyralidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 28 (1), 67-78.
- FRANKOS, V.H. and PLATT, A.P. 1976. Glycerol accumulation and water content in larvae *Limenitis archippus*: their importance to winter survival. *J. Insect Physiol.*, 22: 623-628.
- GARCIA, P.V., WAJNBERG, E., PIZZOL, J. and OLIVEIRA, M.L.V. 2002. Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis*: role of temperature. *Journal of Insect Physiology*, 48, 349- 355.
- GOEBEL, R. 2006. The effect of temperature on development and reproduction of the sugarcane stalk borer, *Chilo sacchariphagus* (Bojer 1856) (Lepidoptera: Crambidae). *African Entomology*, 14 (1), 103-111.

- GOMI, T. 2006. Sexual difference in the effect of temperature on the larval development in *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae). Appl. Entomol. Zool. 41 (2): 303- 307.
- GRENIER, S., DELOBEL, B. and BONNOT, G. 1986. Physiological considerations of importance to the success of in vitro culture: an overview. J. Insect Physiol., 32 (4), 403-408.
- GÜL, M. ve GÜLEL, A. 1995. Parazitoid *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)' un biyolojisi ve konak larva büyüklüğünün verim ve eşey oranı üzerine etkisi. Tr. J. of Zoology, 19, 231-235.
- GÜNDÜZ, N.E.A. ve GÜLEL, A. 2002. Effect of temperature on development, sexual maturation time, food consumption and body weight of *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera: Acrididae). Turk, J. Zool., 26, 223-227.
- GÜNDÜZ, E.A., GÜLEL, A. ve İŞİTAN, Ö.V. 2008. İki konukçu türün, larva ektoparazitoidi *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)' da protein, lipit ve glikojen miktarlarına etkisi. Turk. Entomol. Derg., 32 (1): 33-42.
- 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.
- HÉRARD, F., KELLER, M.A., LEWIS, W.J. and TUMLINSON, J.H. 1988. Beneficial arthropod behaviour mediated by airborne semiochemicals. III. Influence of age and experience on flight chamber responses of *Microplitis demolitor* Wilkinson. Journal of Chemical Ecology, 14, 1583-1596.
- HILL, T.A. and FOSTER, R.E. 2000. Effect of insecticides on the diamonback 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.
- HONDELMANN, P. and POEHLING, H-M. 2007. Diapause and overwintering of the hoverfly *Episyrphus balteatus*. DOI: 10.1111/j.15707458.2007.00568.x.
- HUANG, X.F. 1986. Use of *Habrobracon hebetor* Say in granary pest control. *Chinese J. of Biological Control*, 2:2, 78-80.
- IRWIN, J.T. and LEE JR., R.L. 2000. Mild winter temperatures reduce survival and potential fecundity of the goldenrod gall fly, *Eurosta solidiganis* (Diptera:Tephritidae). *J. Insect Physiol.*, 46:5, 655-661.
- 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.
- IZUMI, Y., ANNIWAER, K., YOSHIDA, H., SANODA, S., FUJISAKI, K. and TSUMUKI, H. 2005. Comparison of cold hardiness and sugar between diapausing and nondiapausing pupae of the Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Physiol. Entomol.*, 30: 36-41.
- JAHAN, M.S., RAHMAN, S.M. and 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.
- JAYANTH, K.P. and NAGARKATTI, S. 1985. Low temperature storage of adult of *Bracon brevicornis* Wesmael. *Entomon.*, 10:1, 39-41.
- JIANG, N., SÉTAMOU, M., NGI- SONG, A.J. and 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, 155-164.
- KALAITZAKI, A., LYKOURESSIS, D., MICHELAKIS, S. and ALEXADRAKIS, V. 2005. Effect of temperature on the development and

- on other biological parameters of the parasitoid *Pnigalio pectinicornis* (Linnaeus) (Hymenoptera: Eulophidae). Bulletin OILB/SROP, 28 (9), 67-71.
- 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, Samsun, 3, 323-333.
- KALYONCU, L., ÜSTÜNER, T. ve AKTÜMSEK, A. 2005. Farklı sıcaklık derecelerinin *Galleria mellonella* (L.) puplarının açılma oranına etkileri. S Ü Fen Ed Fak Fen Derg., 26, 71-74.
- KANSU, İ.A. 1994. Genel Entomoloji (Genişletilmiş 6. Baskı) Kıvanç Basımevi. Ankara.
- KAYNAK, E. 2010. Pup evrede uygulanan tedrici azalan sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nın yumurta verimine etkileri. S.Ü. Fen. Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Sayfa: 1- 30.
- KELLEHER, M.J., RICKARDS, J. and STOREY, K.B. 1987. Strategies of freeze avoidance in larvae 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.
- KHAFAGI, W.E. and HEGAZI, E.M. 2004. Is the host or the parasitoid in control?: effects of host age and temperature on pseudoparasitization by *Microplitis rufiventris* in *Spodoptera littoralis*. Journal of Insect Physiology, 50, 577-584.
- KHANSEN, T.E. and VIK, M.O. 1984. The content of free amino acids in overwintering insects. Zoologicheskii- Zhurnal, 63 (11), 1634-1640.
- KIVAN, M. ve KILIC, N. 2005a. Effects of storage at low- temperature of various heteropteran host eggs on the egg parasitoid, *Trissolcus semistriatus*. BioControl, 50: 589-600.

- KIVAN, M. and KILIC, N. 2005b. Effects of temperature on reproductive capacity and longevity of *Trissolcus simoni*, an egg parasitoid of *Eurygaster integriceps*. J Pest Sci, 78: 105-108.
- KIVAN, M. ve KILIÇ, N. 2006. Çiftleşme ve parazitlenme süreleri ile konukçu yumurta kümesi büyüklüğünün *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera, Scelionidae)' un cinsiyet oranı üzerine etkisi. Trakya Üniv J Sci, 7 (1): 59-63.
- KOLAROV, J. 1995. A catalogue of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). Entomofauna, 7, 137-188.
- KOVEOS, D.S. 2001. Rapid cold hardening in the olive fruit fly *Bactrocera oleae* under laboratory and field conditions. Entomologia Experimentalis et Applicata, 101: 257- 263.
- KRUGNER, R., DAANE, K.M., LASON, 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. and 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* Scale, *Unaspis euonymi* (Comstock), and *Quadraspidotus*

- perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). Environ. Entomol., 33 (5): 1185-1191.
- MBATA, G.N., THOMAS, A. and FADAMIRO, H.F. 2005. Parasitism by *Pteromalus cerealellae* (Hymenoptera: Pteromalidae) on the Cowpea weevil, *Callosbruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): Host density, temperature effects, and host finding ability. Biological Control, 33, 286-292.
- MEATS, A. and LEIGHTON M. 2004. Protein consumption by mated, unmated, sterile and fertile adults the Queensland fruit fly, *Bactocera tryoni* and it's relation to egg production. Physiol. Entomol., 29: 176-182.
- 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.
- NAKAHIRA, K., NAHAKARA, R. and ARAKAWA, R. 2005. Effect of temperature on development, survival, and adult body size of two green lacewings, *Mallada desjardinsi* and *Chrysoperla nipponensis* (Neuroptera: Chrysopidae). Appl. Entomol. Zool., 40 (4): 615-620.
- NAR, E., ULUSOY, M.R. ve KARACA, İ. 2009. Farklı sıcaklıkların avcı böcek, *Rhyzobius lophantae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae)' nin gelişmesi üzerine etkisi. SDÜ Fen Dergisi (E- Dergi), 4 (1), 59- 74.
- NURULLAHOĞLU, Z.Ü. 1998. Effects of the cold stored host on adult emergence and sex ratio of *Pimpla turionellae* L. (Hym: Ichneumonidae). The VI European congress of entomology. Ceske Budejovice, Czech Republic. 599.
- 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. ve KALYONCU, L. 2000. Düşük sıcaklığın *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarının total lipid ve total yağ asidi yüzdelerine etkileri. S.Ü. Fen- Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 1: 91-93.
- NURULLAHOĞLU, Z.Ü. ve ÖZTÜRK, R. 2006. Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nin konak içindeki gelişimine, yumurta verimine ve yağ asidi bileşimine etkileri. BAP Projesi.
- OLSON, D.M., FADAMIRO, H., LUNDGREN, J.G. and HEIMPEL, G.E. 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. *Physiol. Entomol.*, 25: 17-25.
- ÖNCÜER, C. 2000. Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, Aydın, 13: 379s.
- ÖZKAN, C. ve GÜRKAN, M.O. 2001. Farklı sıcaklıkların yumurta parazitoiti *Trichogramma turkeiensis* Kostadinov ve *T. embryophagum* (Hartig) (Hymenoptera: Trichogrammatidae)' un biyolojik özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 120-125.
- ÖZNERGİZ, Ç.İ. 2006. Farklı besin ortamlarında yetiştirilen *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarının, *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nin eşey oranı ve ergin evreye ulaşma süresine etkileri. Ç.Ü. Fen. Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Sayfa: 1- 28.
- ÖZTEMİZ, S. ve 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.
- PATEL, A.G., YADAV, D.N. and PATEL, R.C. 1988. Effect of low temperature storage on *Campoletis chloridae* Uchida (Hymenoptera: Ichneumonidae) an important endo-larval a parasite of *Heliothis armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Gujarat-Agricultural-Uni.-Research-J.*, 14:1, 79-80.

- PIERRE, J.S., van BAAREN, J. and BOIVIN, G. 2003. Patch leaving decision rules in parasitoids: do they use sequenital decisional sampling? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54, 147-155.
- PILKINGTON, L.J. and HODDLE, M.S. 2007. Use of life tables to quantify reproductive and developmental biology of *Gonatocerus triguttatus* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Homalodisca vitripennis* (Hemiptera: Cicadellidae). *Biological Control*, 42, 1-8.
- QI, X-L., WANG, X.H., XU, H.F. and KANG, L. 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.
- 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. Decication and cryoprotection: overlapping adaptations. *Cryo-Letters*, 15, 181-190.
- RWOMUSHANA, I., EKESI, S., OGOL, C.K.P.O. and GORDON, I. 2008. Effect of temperature on development and survival of immature stages of *Bactocera invadens* (Diptera: Tephritidae). *J. Appl. Entomol.*, DOI: 10.1111/j.1439-0418.2008.01318.x.
- SAK, O. ve UÇKAN, F. 2009. Cypermethrinin *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)' nın puplaşma ve ölüm oranlarına etkisi. *U. Arı Drg.*, 9 (3): 88- 96.
- SALT, R.W. 1961. Principles of insect cold hardiness. *Ann. Rev. Entomol.* 6: 55-74.
- SHULKA, Y., YADAV, A. and ARORA, A. 2002. Carcinogenic and cocarcinogenic potential of cypermethrin on mouse skin. *Cancer Letters*, 182: 33-41.
- ŠLACHTA, M., VAMBERA, J., ZAHRADNÍČKOVÁ, H. and KOŠTÁL, V. 2002a. Entering diapause is a prerequisite for successful cold-acclimation in adult *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Insect Physiology*, 48, 1031- 1039.

- ŠLACHTA, M., BERKOVÁ, P., VAMBERA, J. and KOŠTÁL, V. Á 2002b. Physiology of cold- acclimation in non- diapausing adults of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera). Eur. J. Entomol, 99: 181-187.
- SMIETANKO, A., WISNIEWSKI, J.R. and CYMBOROWSKI, B. 1989. Effect of low rearing temperature on development of *Galleria mellonella* larvae and their sensitivity to juvenizing treatment. Comp. Biochem. and Physiol., A Com. Physiol., 92 (2):163-169.
- 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.
- SOKAL, R. R. and ROHLF, F. J. 1995. Biometry. Freeman, San Francisco, CA.
- SØMME, L. 1964. Effect of glycerol on cold hardiness in insects. Can. J. Zool. 42: 87-101.
- SPSS Inc. 1999. SPSS 10.0 Statistics, SPSS, Chicago, IL.
- 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 (*Alternanthera philoxeroides*). New Zealand Journal of Zoology, 26: 11- 20.
- ŞEKER, D.A. ve YANIKOĞLU, A. 1999. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nin açlık, beslenme, parazitlenme ve yaşlılık durumlarında glikojen seviyesindeki değişimler. Tr. J. of Zoology, 23 (1): 289-296.
- TAUBER, M.J. and TAUBER, C.A. 1976. Insect seasonality: diapause maintenance termination and postdiapause development. Ann. Rev. Entomol., 21, 81-107.
- 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. 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 değişirme 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. ve ERGİN, E. 2003. Temperature and food source effects on adult longevity of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). Environ. Entomol., 32 (3): 441-446.
- UÇKAN, F. ve GÜLEL, A. 1999. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym; Braconidae)' un verim ve eşey oranına parazitoit- dişi eşdeğeri konak sayısındaki artışın etkileri. BAÜ Fen Bil. Enst. Derg. 1 (1).
- UÇKAN, F. ve GÜLEL, A. 2000. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.; Braconidae)' nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri. Turk J Zool., 24,105-113, Ek sayı.
- UÇKAN, F. ve 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. ve 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.
- UĞUR, A. ve KANSU, İ.A. 1994. *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nin yetiştirilmesinde konukçudan kaynaklanan bazı etkiler. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, İzmir.
- ULMER, B.J., JACAS, J.A., PEÑA, J.E., DUNCAN, R.E. 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, 19-25.
- WAAGE, J.K. 1979. Foraging for patchily distributed hosts by the parasitoid *Nemeritis canescens*. Journal of Animal Ecology, 48, 353-371.

- 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.
- YANIKOĞLU, A. 1990. Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hym.: Ichneumonidae) puplarının glikojen seviyelerine etkisi. C. Ü. Fen Edebiyat Fak. Fen Bil. Der.,13, 53-66.
- YENİCE, H. 2005. Düşük sıcaklığın *Achroia grisella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) puplarının total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine etkileri. S.Ü. Fen. Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Sayfa: 1- 24.
- YILDIRIM, F. 2008. *Sitona crinitus*' un (Herbst.) yumurta verimi ve ömür uzunluğu üzerine araştırmalar. Trakya Univ J Sci, 9 (1): 47- 52.