

T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜŞÜK SICAKLIĞIN PIMPLA TURIONELLAE L.
(HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) DIŞI PUP VE ERGİNLERİNİN
TOTAL LİPİD, TOTAL YAĞ ASİDİ VE YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNE
ETKİLERİ**

Z. ÜLYA NURULLAHOĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
KONYA - 1992

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÜŞÜK SICAKLIĞIN *PIMPLA TURIONELLAE* L.
(HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) DIŞI PUP VE ERGİNLERİNİN
TOTAL LİPİD, TOTAL YAĞ ASİDİ VE YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNE
ETKİLERİ

Z. Ülya NURULLAHOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

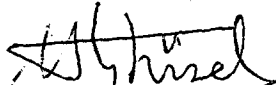
Bu tez 14.8.1992 tarihinde aşağıdaki Jüri tarafından kabul edilmiştir.



Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR
(Danışman)



Doç. Dr. Atilla YANIKOĞLU
(Üye)



Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
DÜŞÜK SICAKLIĞIN *PIMPLA TURIONELLAE* L.
(HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) DIŞI PUP VE
ERGİNLERİNİN TOTAL LİPİD, TOTAL YAĞ ASİDİ VE
YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNE ETKİLERİ

Z. Ülya NURULLAHOĞLU
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR
1992, Sayfa: 39

Jüri: Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR
Doç. Dr. Atilla YANIKOĞLU
Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Bu çalışmada, laboratuvar şartlarında doğal konak *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) pupları üzerinde yetiştirilen *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine düşük sıcaklığın (+4 °C) etkileri araştırılmıştır.

Pimpla turionellae'nin 3, 7, 15, 30, 45 ve 60 gün süreler ile düşük sıcaklığa mâruz bırakılan dişi pup ve erginlerinin 3, 7 ve 15 günlük düşük sıcaklığa karşı dirençlerinin yüksek olduğu, 45 ve 60 günlük düşük sıcaklığa karşı direnç gösteremeyip öldükleri tesbit edilmiştir. 30 günlük düşük sıcaklık uygulamasında yaşama oranı dişi puplarda %100, ergin dişilerde %60 olarak bulunmuştur.

Uzun süreli düşük sıcaklık uygulaması dişi pup ve erginlerde ağırlık kaybına neden olmuş, fakat total lipid yüzdelerini etkilememiştir. Aynı şekilde, ergin dişilerin total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi yüzdelerinde önemli bir değişiklik tesbit edilmemiş, fakat bu yüzdeler dişi puplarda önemli derecede azalmıştır.

Düşük sıcaklığa mâruz bırakılan *P. turionellae* dişi pup ve erginlerinin yağ asidi bileşiminde süreye bağlı olarak önemli değişiklikler meydana gelmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Hymenoptera, Ichneumonidae, *Pimpla turionellae*, düşük sıcaklık, total lipid, total yağ asidi, yağ asidi bileşimi.

ABSTRACT

Masters Thesis
THE EFFECTS OF LOW TEMPERATURE ON
THE TOTAL LIPID, TOTAL FATTY ACIDS, AND
FATTY ACID COMPOSITION IN FEMALE PUPAE AND
ADULTS OF *PIMPLA TURIONELLAE* L.
(HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE)

Z. Ülya NURULLAHOĞLU
Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR
1992, Page:39

Jury: Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR
Doç. Dr. Atilla YANIKOĞLU
Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

In this study, the effects of low temperature (+4 °C) on total lipid, total fatty acid and fatty acid composition of female pupae and adults of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) which reared on natural host *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) in laboratory conditions were investigated.

It was found that, the resistance to low temperature for 3, 7 and 15 day periods of female pupae and adults of *Pimpla turionellae*, which were exposed to low temperature for 3, 7, 15, 30, 45, and 60 day periods, was high, they could not resist to low temperature of 45 and 60 day periods, and were died. Ratio of viability to 30 day period of low temperature acclimation was found 100% for female pupae and 60% for adult female.

Low temperature acclimation for longtime period, caused lossing of weight of female pupae and adults, but did not effect the ratio of total lipid. At the same time, there were no significant differences on the ratio of total fatty acid and total fatty acid to total lipid of female adults, but these ratios of female pupae were reduced significantly.

Fatty acid compositions of female pupae and adults of *Pimpla turionellae* which exposed to low temperature were changed significantly by the time.

KEY WORDS: Hymenoptera, Ichneumonidae, *Pimpla turionellae*, low temperature, total lipid, total fatty acid, fatty acid composition.

TEŞEKKÜR

Bana bu tez konusunu veren ve her aŐamasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR' a ve ayrıca, her konuda destek ve yardımlarını gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Nasuh ÖDER' e, istatistik analizlerde yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL' a ve tezin yazımında yardım eden değerli arkadaşım ArŐ. Gör. Hakan KUYUMCU' ya içtenlikle teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1. Diapoz.....	4
2.2. Su Kaybı	6
2.3. Böceklerde Düşük Sıcaklığa Karşı Direnç	7
2.3.1. Koruyucu poli alkoller ve karbohidratlar.....	8
2.3.2. Koruyucu proteinler ve aminoasit miktarındaki değişiklikler.	10
2.3.3. Soğuğa direnç ve lipid metabolizması	11
2.4. <i>Pimpla turionellae</i> 'nın Yağ Asidi Bileşimi	12
3. MATERYAL ve METOD	14
3.1. Stok <i>G. mellonella</i> ve <i>P. turionellae</i> Kültürlerinin Hazırlanması	14
3.2. Örneklerin Elde Edilmesi	15
3.3. Örneklerin Özütlenmesi	16
3.4. Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografik Analizi	16
3.5. Verilerin Değerlendirilmesi	17
4. SONUÇLAR.....	18
4.1. Düşük Sıcaklığın (+4°C) <i>Pimpla turionellae</i> Dişi Pupa larının Ağırlık Kaybı, Total Lipid ve Total Yağ Asidi Yüzdelerine Etkileri.....	18
4.2. Düşük Sıcaklığın (+4°C) <i>Pimpla turionellae</i> Ergin Dişilerinin Ağırlık Kaybı, Total Lipid ve Total Yağ Asidi Yüzdelerine Etkileri.....	20
4.3. Düşük Sıcaklığın (+4°C) <i>Pimpla turionellae</i> Dişi Pupa larının Yağ Asidi Bileşimi ve Yüzdelerine Etkileri.....	22
4.4. Düşük Sıcaklığın (+4°C) <i>Pimpla turionellae</i> Ergin Dişilerinin Yağ Asidi Bileşimi ve Yüzdelerine Etkileri.....	24
5. TARTIŞMA	28
6. KAYNAKLAR	31

1.GİRİŞ

Insecta sınıfı Hymenoptera ordosuna mensup 200.000'e yakın tür doğal gelişmelerini diğer böcek türleri üzerinde tamamlayan parazitoid bir özellik göstermektedir (Doutt 1959 ve Thompson 1986). Sadece ergin öncesi evrelerinde parazit olan, gelişmeleri sırasında belirli bir tür konağın belirli bir evresini kullanan, konak fizyolojisi ve metabolizması ile uygunluk gösterme yeteneğine sahip ve konağı tamamen tüketen böcekler " Parazitoid " olarak tanımlanmaktadır (Vinson 1976, Thompson 1985). Genellikle larval evrelerinde entomofaj özellik gösteren hymenopter parazitoidler konak olarak Lepidoptera ve Coleoptera ordolarına mensup zararlı böcek türlerini ve bu türlerin yumurta, larva veya pup evrelerini kullanmaktadırlar.

Biyolojik kontrol, zararlı böcek türlerine karşı canlı organizmaların kullanılması şeklinde tanımlandığından, hymenopter parazitoidler de birer biyolojik kontrol ajanı olarak kabul edilmektedir. Günümüzde, zararlı böceklerin kontrolünde kimyasal maddelerin kullanılması sonucu çeşitli sakıncaların ortaya çıkması ile hem kimyasal maddelerin çevre sağlığına olan olumsuz etkileri ortadan kaldırılacak, hem de kimyasal mücadeleye göre daha başarılı sonuçlar alınabilecektir.

Biyolojik kontrol ajanı olarak parazitoid bir türün kullanılabilmesi için laboratuvar şartlarında yeterli sayıda, kitle halinde üretilmesi gerekmektedir. Ancak, kısa bir süre içerisinde kitle halinde üretim oldukça zordur. Bu nedenle, uygun bir saklama yönteminin bulunması gerekmektedir (Knipling 1966, Fisher 1971).

Böcekler düşük sıcaklıklara direnç göstermektedirler (Salt 1961, Asahina 1969, Bursell 1974, Danks 1978, Duman ve Horwath 1983, Baust ve Rojas 1985, Zachariassen 1985 ve Bale 1987). Bu özellikten yararlanılarak, düşük sıcaklıkta bir süre bekletme yöntemi ile elde edilen yeterli sayıdaki parazitoid ile etkin bir mücadele gerçekleştirilebilir.

Biyolojik kontrolde parazitoidlerin kullanılması ve bu parazitoidlerin kitle halinde üretilmesi amacı ile düşük sıcaklıkta saklama ve düşük sıcaklığın etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Hindistancevizi zararlısı *Opisina arenosella* türünün parazitoidi *Bracon brevicornis* erginleri düşük sıcaklıkta (+5 °C) bekletilmiş ve yaşayabildikleri en uzun süre tesbit edilmiştir. Erkek bireylerdeki ölüm oranı dişilere göre daha yüksek, süre arttıkça ölüm oranı ve erkek birey meydana gelme oranı daha fazla bulunmuştur. 30 günlük periyotta ölüm oranı %12.40 olarak tesbit edilmiştir (Jayanth ve Nagarkatti 1985).

Cadra cautella türünün larval parazitoidi olan *Habrobracon hebetor* türünün pupları ve erginleri düşük sıcaklığa toleranslıdır. 4-8 °C' de 1 ay saklanabilen bireyler ile yüksek oranda (%78.7 - 91.9) parazitizm sağlanmıştır (Huang 1986).

Heliothis armigera türünün larval endoparazitoid'i olan *Campoletis chlorideae* puplarının düşük sıcaklıkta (+8 °C) 15 gün saklanabileceği ve ergin oluşumunun çok yüksek olduğu tesbit edilmiştir (Patel ve ark. 1988).

Amerika'da *Heliothis* türlerinin biyolojik kontrolü amacıyla yapılan deneylerde *Trichogramma pretiosum* tarafından parazitlenmiş çok sayıda *Sitotroga cerealella* yumurtalarının uygulama alanına dağıtılması için yeni teknikler geliştirilmiştir. Parazitlenen yumurtalardaki *T. pretiosum* pupları düşük sıcaklıkta saklanarak biriktirilmiş ve uçakla uygulama alanına dağıtılmıştır (Bouse ve Morrisson 1985).

Pimpla turionellae, doğada Lepidoptera ordosu türleri üzerinde yaşayabilen pupal endoparazitoid türlerden birisidir. Laboratuvar şartlarında *P. turionellae* türünü Lepidoptera ordosundan Büyük Kovan Güvesi *Galleria mellonella* pupları üzerinde yetiştirmek mümkündür.

P. turionellae, kış mevsiminin düşük sıcaklıklarına dayanabilmektedir. *P. turionellae* puplarının +4 °C ve -8 °C' de bir ay süre ile bekletilmesi sonucu 25 °C' ye konulduklarında, +4 °C 'de tutulan pupların 2-6 gün içinde %80-90 oranında

ergin oldukları, -8 °C'de tutulan pupların ise öldüğü görülmüştür. +4 °C'de tutulan puplardan çıkan erginlerde herhangi bir morfolojik anormalliğe rastlanmamıştır. +4°C'de belirli periyotlar halinde tutulan puplardan zamana bağlı olarak glikojen miktarının kademeli olarak düştüğü belirlenmiştir. Bu durum, düşük sıcaklığa karşı gösterilen direncin bir sonucu olabilir (Yanıkoglu 1990).

P. turionellae türünün biyolojik kontrol çalışmalarında kullanılabilmesi amacı ile düşük sıcaklıkta saklanabilmesi, bu türün düşük sıcaklığa direncinin tam olarak anlaşılabilmesi ile mümkün olacaktır. Bu nedenle, düşük sıcaklığın, lipid metabolizması gibi diğer metabolik olaylara etkilerinin belirlenmesi önemlidir.

Bu çalışma, düşük sıcaklıkta saklama yöntemi ile elde edilen bireylerdeki lipid, yağ asidi miktarları ve yağ asidi bileşiminin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Diapoz

Böceklerde, mevsimsel çevre şartlarına bağlı olarak fizyolojik ve davranış adaptasyonları meydana gelmektedir. Büyüme, üreme ve gelişme için gerekli uygun fiziksel ve biyolojik şartlar sadece belirli bir mevsimde uygun olmaktadır. Bu nedenle, aktiviteleri uygun şartlara göre zamanlamak ve uygun olmayan şartlarda canlılık oranını arttırabilmek için, pekçok tür diapoz girer. Diapoz çok sayıda morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve davranışa ait özellikler içeren, böcek türleri arasında yaygın dormansi şeklidir (De Wilde 1962, Beck 1968 ve Lees 1968). Bazı böcek türlerinin gelişmelerini tamamlayabilmeleri için, belirli biyolojik dönemlerinde, kış diapozuna girmeleri gerekmektedir. Örneğin; *Malacosoma neustria* (Lep.) yumurtaları kış soğuşuna mâruz kalmadan larvalar yumurtalardan çıkmaz (Kansu 1988).

Diapoz; embriyo, larva, pup veya ergin olmak üzere böceklerin tüm evrelerinde meydana gelebilir. Ancak, genellikle, bir böcek türünde sadece tek bir evrede görülür. Herbir evrenin diapozunda farklı hormonlar etkili olmaktadır. Embriyo diapozu protein yapısında bir diapoz hormonu, larval diapoz juvenil hormon varlığı ile, pup diapozu protorasikotropik hormon (PTTH) ve ergin diapozu juvenil hormon yokluğu ile meydana gelmektedir (Riddiford ve Truman 1978).

Ektotermik organizmalar olan böcekler, çevre sıcaklığına karşı hassastır (Beck 1983). Çevre faktörleri, özellikle, fotoperiyot ve sıcaklık böceklerde diapoz oluşumuna neden olmaktadır (Tauber ve Tauber 1976, Ichimori ve ark. 1990). Örnek olarak; *Trichogramma euproctidis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) türünde gelişme esnasında sıcaklığın düşmesi diapozu neden olmaktadır (Mai ve ark. 1983).

De Wilde (1969)'e göre diapoz. böceklerin uygun şartlarda gelişme ve üremelerini sağlayan bir mekanizmadır (Lefevre ve ark. 1989). Yüksek ve düşük sıcaklıklar böceklerde oluşabilecek zararı engellemek amacı ile, hızlı bir şekilde biyolojik ve biyokimyasal tepki olan diapoza neden olur (Chen ve ark. 1991).

Soğuk ve ılıman bölgelerde yaşayan pekçok böcek türü kış mevsiminin düşük sıcaklıklarına inaktif olarak dayanabilme yeteneğindedir. Bu durum diapoz ile mümkün olmaktadır. *Gastrophysa viridula* (Rossolimo 1990) ve *Gastrophysa atrocyanea* (Ichimori ve ark. 1990) (Coleoptera: Chrysomelidae) türlerinde kışı geçiren form ergindir. Otlar ve toprak içinde kışı geçirerek ekolojik adaptasyon gösterirler.

De Kort (1981), De Wilde (1981) ve Denlinger (1985)' e göre, ergin böcek diapozu, ergin gelişmenin merkezi sinir sistemi tarafından hormonal kontrolü ve corpora allata tarafından baskılanması sonucu oluşur (Ichimori ve ark. 1990).

Pupal diapoz geçiren *Heliothis zea* 'da diapoz esnasında, ekdizon salgılanmasını uyaran protorasikotropik hormon (PTTH)' un bulunmadığı anlaşılmış ve bu pupların yağ dokusunda diapoza bitirici rol oynayan bir faktör bulunmuştur. Bu durum, diapozun hormonal farklılıklarını ve kontrolünü ortaya koymaktadır (Gray ve ark. 1987).

Hymenoptera ordosuna ait parazitik arılar ve parazitoidlerin büyük bir kısmı kışın düşük sıcaklıklarına dayanabilmektedir (Asahina 1969). Bu ordoya ait parazitoid bir tür olan *Pimpla turionellae* da kış mevsiminin düşük sıcaklıklarına dayanabilmektedir. Jactson (1937), bu böceğin olgun larvalarının kışı konak pupları içinde geçirdiğini, Berry (1939) ise olgun larvaların yanısıra ergin dişilerin de kışlayabildiğini açıklamışlardır (Yanıkoglu 1990).

Böcekler kışlama dormansisi esnasında, iki önemli fizyolojik problem ile karşı karşıya kalırlar. Birinci problem, açlık nedeni ile metabolizmanın etkilenmesi, ikinci problem ise, düşük sıcaklığın olumsuz etkisine karşı oluşabilecek zararlardan ko-

runma yöntemleridir. Birinci problemin çözümü, genellikle hormonal indirgemedir. Bu şekilde düşük sıcaklık periyodunun başlangıcında enerji birikimi olur. Metabolik aktivite ve enerji tüketimi indirgenir (Pullin ve Bale 1989).

Diapozdaki böcekte, metabolik hız düşüktür. Bütün anabolik olaylar ve uçuş kaslarının faaliyetleri durmaktadır (De Kort 1969). Bu böceklerin dokularındaki enerji tüketimi önemli ölçüde indirgenmekte (Downer 1981) ve diapozun sonuna doğru enerji rezervlerinin büyük bir kısmında azalma olmaktadır (Busnel ve Drilhon 1937, Ushatinskaya 1956). Enerji rezervlerinin bir kısmı, diapoz sonrası hareket ve üreme için korunmaktadır (Lefevere ve ark. 1989).

2.2. Su Kaybı

Düşük sıcaklığa karşı korunmada en önemli faktörlerden biri su kaybıdır. Su kaybında amaç, metabolik aktif suyun indirgenmesidir (Storey ve ark. 1981, Storey 1983) ve bu indirgeme mevcut suyun bir kısmının düşük sıcaklığa karşı sentezlenen düşük molekül ağırlıklı spesifik koruyuculara bağlanması ile gerçekleşmektedir. Bu kayıp, total su miktarına bağlı olarak veya olmayarak değişebilir, ancak metabolizma için bir miktar su her zaman mevcuttur (Cannon 1986).

Epiblema scudderiana (Clemens) (Lepidoptera: Olethreutidae) larvalarında sonbahardaki su miktarı yaş ağırlığın %57' si iken kış ortasında bu oran %25' e kadar düşmektedir (Kelleher ve ark. 1987).

Limenitis archippus larvalarında diapoz başlangıcında %80 olan su miktarı %55' e kadar düşmektedir. Bu kayıp, larvaların düşük sıcaklığa karşı dirençlerini artırmaktadır (Frankos ve Platt 1976).

2.3. Böceklerde Düşük Sıcaklığa Karşı Direnç

Böceklerin düşük sıcaklıklara karşı direnci, genellikle iki şekilde olmaktadır:

- 1) Donmaya tolerans gösterme.
- 2) Donmayı önleme.

Donmaya toleranslı türlerde, ekstrasellüler sıvılarında buz oluşumu gerçekleşirken donmayı önleyen türlerde, spesifik koruyucu maddeler sentezlenir (Asahina 1969, Baust ve Rojas 1985, Zachariassen 1985 ve Bale 1987).

Salt (1961) ve Bursell (1974), bu iki kategorinin yanısıra, "üşüme ve sıcaklığa alıştırma" olarak, bazı böcek türlerinin donma noktasının üzerindeki sıcaklıklara karşı dirençlerini belirtmişlerdir.

Böceğin içinde bulunduğu habitatın özellikleri ve beslenme gibi pek çok faktör böceklerin soğuga karşı dirençlerini önemli derecede etkilemektedir. Nem oranı yüksek ortamlarda *Formica polyctena* Foerst. (Hymenoptera : Formicidae) türünde ölüm oranı kuru ortama göre oldukça fazladır (Erpenbeck ve Kirchner 1983).

Wigglesworth (1972)' e göre, sıcak bölgelerde yaşayan ve besin depo eden böcekler donma noktasının üzerindeki sıcaklık derecelerinde bile direnç gösteremez ve ölürlür. Bunun nedeni, barsaklarda bulunan besin maddelerinin toksik etkisidir.

Donmaya toleranslı olmayan türlerde, buz oluşumunun, öncelikle, meydana geldiği yer sindirim sistemidir (Baust ve Rojas 1985).

Barsaktaki buz oluşumunu arttırıcı ajanların faaliyeti nedeni ile, beslenme, aşırı soğuma mekanizmasını indirgemektedir. Aşırı soğuma, donmaya toleranslı olmayan türlerde, donmaya karşı korunma mekanizmasıdır ve aşırı soğuma noktası, düşük sıcaklığın letal limit ölçüsüdür (Bale 1987).

Aşırı soğuma mekanizması, suyun kristalizasyon sıcaklığını düşürerek, donmaya toleranslı olmayan türlerde donmayı önler (Pullin ve Bale 1989).

Aşırı soğuma noktası ile düşük sıcaklığa mâruz kalan böceğin yaş ağırlığı arasında doğru orantı mevcuttur (Block ve ark. 1987).

Donmaya toleranslı türlerde, total vücut suyunun yaklaşık %65 kadarı, kış boyunca, buz olarak haftalarca veya aylarca korunmaktadır. Ayrıca, düşük molekül ağırlıklı antifriz koruyucu bileşikler (gliserol, sorbitol, glukoz, trehaloz,) ve iki önemli makromoleküler ajan oluşmaktadır. Bunlardan biri ısı düzenleyici proteinlerdir ve buz kümelerinin büyümesini inhibe ederler (Zachariassen ve Husby 1982). Diğeri ise, buz oluşturucu ajanlardır. Bunlar, buz oluşumunu ve buz kümelerinin büyümesini arttırır (Zachariassen ve Hammel 1976).

Donmaya toleranslı olmayan türlerde de benzer mekanizmalar mevcuttur, ancak buz oluşturucu ajanların bulunmaması, kaybı veya maskelenmesi nedeni ile buz oluşumu gerçekleşmez (Duman 1982, Baust ve Rojas 1985).

Eurosta solidaginis (Fitch) (Diptera : Tephritidae) donmaya toleranslı, *Epiblema scudderiana* (Clemens) (Lepidoptera : Olethreutidae) ise donmayı önleyici aktiviteye sahip türlerdir. Bu türlerde; hücresel enerji kinetikleri ve düşük sıcaklığın metabolizmaya etkileri arasında önemli farklılıklar tesbit edilmiştir. Her iki türde de glukoz - 6 - fosfat miktarında artış görülür. Bu durum, soğuk şokunun glikojen fosforilaza etkisinin göstergesidir. *E. scudderiana* ' da poli alkol artışı gözlenmezken, *E. solidaginis* ' de sorbitol miktarı dört kat artmış ve alanin miktarı yükselmiştir. Bu veriler; düşük sıcaklığa karşı, donmayı önleyen türün toleranslı türe göre, hücresel dengeyi koruma açısından daha yetenekli olduğunu göstermektedir (Churchill ve Storey 1989).

2.3.1. Koruyucu poli alkoller ve karbohidratlar

Düşük sıcaklığa mâruz kalan böceklerde, türlere bağlı olarak; poli alkoller, trehaloz, laktik asit, glikojen, glukoz ve fruktoz miktarlarında değişiklik meydana gel-

mektedir (Sømme 1967).

Poli alkollerin koruyucu etkileri hücrel membranların stabilizasyonunu sağlamak, osmotik basıncı ve total tuz miktarını azaltmaktır (Pio ve Baust 1988).

Gliserol miktarının artması ile, pek çok türde, soğuğa direnç kolaylaşır. Ergin *Pterostichus brevicornis* hemolenfinde gliserol konsantrasyonu mevsime bağlı olarak değişmektedir. Kış mevsiminde gliserol miktarı 22 g. / 100 ml. iken yaz mevsiminde 1 g. / 100 ml.' a kadar düşer (Baust ve Miller 1970).

Diapozdaki böceklerde gliserol birikimine, α - gliserofosfat' dan gliserolu ayıran henüz tanımlanmamış bir enzimin neden olduğu düşünülmektedir. Artan gliserol miktarı aşırı soğuma noktasını düşürerek donmayı geciktirir, bu nedenle antifriz görevi yapmaktadır. Bu böceklerde, diapoz sonunda su miktarı artar ve gliserol yıkımı gözlenir (Frankos ve Platt 1976).

Polistes annularis ve *Polistes exclamans* (Hymenoptera: Vespidae) türlerinde düşük sıcaklıkta yüksek oranda fruktoz, glukoz ve trehaloz, uzun süreli uygulamada ise gliserol artışı gözlenmektedir (Strassmann ve ark. 1984).

Glukoz - 6 - fosfat dehidrojenaz (G6PDH) enzimi, böceklerde soğuğa karşı koruyucu poli alkollerin sentezi için gerekli NADPH' ın oluşumunda rol oynar. Soğuğa dirençli türlerde G6PDH aktivitesi dirençli olmayan türlere göre 16-17 kat daha fazladır (Storey ve ark. 1991).

Alaskozetes antarcticus (Michael) türünde 0 °C'ye bırakılan bireylerdeki gliserol birikimi +4 °C' dekine göre daha fazladır (Cannon 1987).

Yüksek sıcaklığa mâruz bırakılan böceklerde gliserol artışı tesbit edilmemiştir. Buna rağmen, düşük sıcaklığa bırakılan bir kaç böcek türünde de poli alkol veya şeker birikimi olmadığı saptanmıştır (Wyatt 1961).

Kış mevsimini prepup evresinde geçiren *Trichiocampus populi* türünde gliserol yerine trehaloz artışı tesbit edilmiştir (Asahina ve Tanno 1964)

Gliserol ve diğer küçük moleküllü koruyucuların primer karbon kaynağı gli-

kojendir. Düşük sıcaklığa (+4 °C) mâruz bırakılan *Pimpla turionellae* puplarında zamana bağlı olarak glikojen miktarı önemli derecede azalır. Bu azalma, düşük sıcaklığa karşı gösterilen direncin bir sonucu olabilir (Yanıkoglu 1990).

Anthonomus grandis Boheman türlerinde -20 °C' de hemolenfteki glikojen miktarı önemli derecede azalır (Nettles ve Betz 1965).

Leguminivora glycinivorella kış mevsimini toprak altında larval evrede inaktif olarak geçirir. Kış başlangıcında, larvaların hemolenfinde gliserol yerine trehaloz miktarı artar ve maximum seviyeye ulaşır. İlkbaharda, trehaloz miktarı azalır glikojen miktarı artar (Shimada ve ark. 1984).

Ceratophyllus idius erginlerinde, düşük sıcaklıkta, glukoz ve trehaloz miktarı artarken glikojen miktarı azalmaktadır (Schelhaas ve Larson 1989).

Düşük sıcaklıkta (2 °C) *Galleria mellonella*' da glukoz miktarı artarken trehaloz ve çok az miktarda glikojen miktarı azalmaktadır (Lenartowicz ve Niemierko 1968).

Eurosta solidaginis larvalarında, düşük sıcaklıkta sorbitol (Salt 1961), *Bombyx mori* yumurtalarında ise hem sorbitol hem de gliserol artışı olur (Chino 1958). *B. mori*' de diapoz başlangıcında glikojen, sorbitol ve gliserol' e dönüşür ve diapoz sonunda tekrar glikojen oluşumu gözlenir (Chino 1957, 1958).

2.3.2. Koruyucu proteinler ve aminoasit miktarındaki değişiklikler

Kış mevsiminin başlangıcında böcek hemolenfinde protein miktarı artar ve spesifik düşük sıcaklık proteinleri sentezlenir (De Loof ve De Wilde 1970).

Gastrophysa atrocyanea türünün ergin kış diapozunda (Ichimori ve ark. 1990) ve *Leptinotarsa decemlineata* türünde (Peferoen ve ark. 1982) kış başlangıcında oluşan ve sonunda kaybolan diapozda spesifik proteinler tesbit edilmiştir.

Tenebrio molitor larvalarında düşük sıcaklık ve kısa gün fotoperiyodu hemolenfte " termal histeriz faktör " oluşumuna neden olmaktadır. Protein yapısındaki bu faktörün aşırı soğuma noktasını düşürerek düşük sıcaklığa karşı direnci arttırdığı düşünülmektedir (Duman 1979, 1980).

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 diapoz metabolizmasında aktif rol oynadığını göstermektedir (Khansen ve Viik 1984).

Düşük sıcaklığa bırakılan *Eurosta solidaginis* larvalarının hemolenf osmotik basınçları düşmüş, Mg^{+2} , Ca^{+2} ve Na^{+} miktarları artarken K^{+} miktarı azalmıştır. Nötral aminoasitler (treonin, serin, glisin, valin) miktarları daha yüksek, asparjin ve arjinin miktarları ise daha düşük bulunmuştur (Storey ve ark. 1986).

2.3.3. Soğuğa direnç ve lipid metabolizması

Insecta sınıfının en önemli özelliği, çok miktarda lipid depolama kabiliyeti ve normal aktiviteyi korumak amacı ile bu enerji kaynağını sübstrat olarak kullanmasıdır (Downer 1978).

Diapoz giren böceklerin büyük bir kısmı metabolizmalarını desteklemek amacı ile yağ doku ve hemolenflerinde trigliseritleri depolar. Depolama, aktif beslenme periyodunda gerçekleşir. Diapoz giren bir böceğin uzun süre hayatta kalabilmesi lipid rezervlerinin yeterliliğine bağlıdır. En çok depolanan enerji şekli trigliseritlerdir (Beenackers ve ark. 1981) ve dormansinin başlangıcında miktarındaki artış pekçok böcek türünde tesbit edilmiştir (Valder ve ark. 1969, Dortland ve Esch 1979, Adedokun ve Denlinger 1985).

Anthonomus grandis türünde, diapoz başlangıcında lipid birikimi olur, üretilenlik ve gonadlar körelir ve solunum oranı düşer. Artan lipid çeşidi trigliseritlerdir (Brazzel ve Newsom 1959).

Düşük sıcaklık periyodunda, böceklerin total lipid miktarında azalma gözlenir. *Celerio euphorbiae* (L.) pupların hemolenfinde, kış öncesinde total lipid miktarı 1975 mg./ 100 ml., kış sonunda ise 830 mg./ 100ml. bulunmuştur (Wyatt 1961).

Formica polyctena Foerster (Hymenoptera: Formicidae) türünde, yağ asitlerinin enerji kaynağı olarak kullanıldığı ve farklı evrelerde histojeneze bağlı olarak yağ asidi bileşiminde önemli değişiklikler meydana geldiği tesbit edilmiştir (Schmidt ve Sulecki 1980).

Böceklerde, yağ asidi bileşimi, sıcaklık değişikliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bir dipter türü olan *Pseudosarcophaga affinis* 'de yağ asitlerinin doymuşluk derecesi ile sıcaklık artışı arasında ilişki olduğu tesbit edilmiştir. Yüksek sıcaklıklar doymuş yağ asitlerinin, düşük sıcaklıklar ise doymamış yağ asitlerinin artmasına neden olmaktadır (House ve ark.1958).

Palmitoleik asit yüzdesi yüksek olan türlerin larval evrelerinin kışı geçirmesi, bu türlerin karakteristik özelliğidir (Bracken ve Harris 1969).

2.4. *Pimpla turionellae*'nin Yağ Asidi Bileşimi

Hymenoptera ordosunun çeşitli familyalarına ait türlerde yapılan araştırmalarda yağ asidi bileşimleri ve yüzdeleri incelenmiş ve en yüksek yüzdenin oleik asit'e ait olduğu tesbit edilmiştir (Thompson 1973).

Pimpla turionellae 'nın yumurta, larva, pup ve erginlerinin yağ asidi bileşimlerinin büyük bir kısmını oleik, palmitik, linoleik ve linolenik asitler oluşturmaktadır. Stearik, hegzadekadienoik, palmitoleik, miristik, miristoleik ve laurik

asitler ise düşük yüzdelerde bulunmuştur. Oleik asit tüm evrelerde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak tesbit edilmiş; doymuş, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitleri yüzdeleri, yumurta, tüm larva ve pup gelişme evreleri ile 28 günlük erkek ve dişi erginlerde farklı bulunmuştur. Bu farklar; büyüme, gelişme, yumurta üretimi ve uğmak için farklı evrelerde değişen enerji ihtiyaçları ile açıklanmıştır (Aktümsek ve Aksoylar 1987).



3. METARYAL VE METOD

3.1. Stok *Galleria mellonella* ve *Pimpla turionellae* Kùltürlerinin Hazırlanması

Denemelerde aynı laboratuvar şartları altında kùltüre edilen *G. mellonella* konak puplarında 14 gün süre ile gelişmeye bırakılan *P. turionellae* dişi pup örnekleri ile parazitlenmiş konak puplarından çıkan 10-20 günlük ergin dişiler kullanılmıştır. Bu amaçla, öncelikle, *G. mellonella* kùltürü hazırlanmıştır.

G. mellonella kùltürü Bronskill (1961)' den yararlanılarak 200 g. petek, 500 g. kepek, 150 ml. süzme bal, 300 ml. gliserin ve 150 ml. damıtık su ile hazırlanmış yarı sentetik besinde yetiştirilmiştir. Hazırlanan besin, cam kavanozlara konularak içlerine birkaç adet ergin *G. mellonella* bırakılmış ve kavanozun ağzı çift kat tülbent ile kapatılarak $+25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta gelişmeye bırakılmıştır. Yaklaşık 20-30 gün sonra ilk larvalar görülmeye başlamış ve bunlar geliştikten sonra kùltürden alınarak beher içine yerleştirilmiş pelür kâğıtları arasına konulmuştur. Beherlerin ağzları çift kat tülbent ile kapatılarak pup oluşumu için $+25 \pm 1^\circ\text{C}$ ' de bırakılmıştır. Oluşan puplar daha önce Konya Ertuğrul beldesi elma bahçelerinden yakalanarak S.Ü. Fen-Edebiyat Fakùltesi Biyoloji Bölümü Laboratuvar'ında yetiştirilen *P. turionellae* kafeslerine bırakılmış ve 10-20 günlük dişi bireylerin parazitlenmesi sağlanmıştır. Parazitlenen puplar beherlere konularak ağzları tek kat tülbent ile kapatılmış ve üzerlerine parazitlenme tarihleri yazılmıştır. İlk *P. turionellae* erginleri parazitlenmeden yaklaşık 16-17 gün sonra çıkmaya başlamışlardır. Çıkan erginler, üzerinde çıkış tarihi yazılı 20 x 20 x 20 cm. boyutlarındaki tel kafeslere alınmıştır. Elde edilen *P. turionellae* kùltürü %50' lik bal çözeltisi ve konak pup hemolenfi ile beslenmiştir.

Stok kùltürler, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de ve $\%60 \pm 5$ bağıl nemde, 12 saatlik fotoperiyot uygulanarak yetiştirilmiştir.

3.2. Örneklerin Elde Edilmesi :

Ergin çalışması için orta büyüklükte, 10-20 günlük iki grup beş adet ergin dişi *P. turionellae* alınarak, gruplardan biri tartıldıktan sonra içinde bir parça pelür kağıdı bulunan behere konulmuş, ağzı tek kat tülbent ve delikli naylon ile kapatılmıştır. İkinci grup, tartılarak kloroform / metanol (2 / 1, v / v) karışımı ilavesi ile tesbit edilerek deep-freez' de kontrol grubu olarak saklanmıştır. Deney grubu +4 °C' de buzdolabında belirli bir süre tutulduktan sonra, canlı kalan böcekler tartılmış ve ağırlık kaybı tesbit edilmiştir. Kloroform / metanol ilavesi ile öldürülerek deep-freez' de analiz işlemlerine kadar saklanmıştır.

Düşük sıcaklığın *P. turionellae* puplarına etkilerini araştırmak amacı ile ergin dişiler tarafından parazitlenen *G. mellonella* pupları 14. günde abdomenlerinin son kısmından bir pens yardımı ile açılarak içindeki son evre *P. turionellae* pupları çıkarılmıştır. Bu puplardan, dişi olanlar ayrılarak beşer bireylik iki ayrı grup yapılmıştır. Gruplardan biri tartılarak kloroform / metanol karışımından tesbit edilmiş ve kontrol grubu olarak deep-freez' de saklanmıştır. İkinci grup, deney grubu olarak tartılmış ve belirli bir süre + 4°C'de buzdolabında, tek kat tülbent ve delikli naylon ile kapalı beher içinde düşük sıcaklığa mâruz bırakılmıştır. Bu süre sonunda canlı kalan puplar tekrar tartılmış ve ağırlık kaybı bulunarak kloroform / metanol karışımında tesbit edilmiştir. Analiz işlemlerine kadar deep-freez' de saklanmıştır.

Deney grupları, 3 - 7 - 15 - 30 - 45 ve 60 günlük düşük sıcaklık periyotlarında üçer tekrar halinde uygulanmış ve her bir periyot için deney grubu ile aynı şartlarda gelişmiş kontrol grupları alınmıştır.

3.3. Örneklerin Özütlenmesi :

Elde edilen deney ve kontrol grupları, Edmund Bühler 7400 Tübingen' de 35.000 devir / dak.' da beş dakika süre ile homojenleştirilmiş, süzülen homojenatın çözücüsü Rotary Evaporator' de uçurularak total lipid ve total yağ asidi miktarları tesbit edilmiştir. Total lipid ve total yağ asitlerinin özütlenmesinde Folch ve ark. (1957), yağ asitleri metil esterlerinin elde edilmesinde Moss ve ark. (1974)'nın geliştirdikleri yöntemlerden yararlanılmıştır. Total yağ asitleri %14' lük BF_3 - metanol karışımında metilleştirilmiştir.

3.4. Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografik Analizi :

Metilleştirilmiş yağ asidi örnekleri alev iyonlaştırıcı dedektörlü (FID), Varian (model 3700) Gaz Kromatograf ile analiz edilmiştir. Analizde %2.5' luk DMCS (di metil di clora silan) ile silânize edilmiş ve %10' luk DEGS (di etilen glikol süksinat) sıvı fazı ile kaplanmış, 60-80 mesh Chromosorb W (asit ile yıkanmış) ile doldurulmuş, iç çapı 4 mm. olan 2 m. uzunluğundaki paslanmaz çelik kolon kullanılmıştır. Kolon McNair ve Bonelli (1969)'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

İzotermal olarak yapılan bu çalışmada kolon sıcaklığı 180 °C, enjektör ve dedektör bloğu sıcaklıkları 220 °C olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak azot kullanılmıştır. Kullanılan gaz akış hızları $N_2 = 20$ ml./ dk., $H_2 = 30$ ml./ dk. ve Kuru Hava = 300 ml./ dk.' ya ayarlanmıştır. Kromatogramlardaki piklerin yüzde alan hesabı Varian (CDS 111) integratöründen alınmıştır.

Örneklerin yağ asidi metil esterlerinin kalitatif tayini, NU- CHEK - PREP, INC (Minnesota, U.S.A.) ve ALLTECH (Illinois, U.S.A.) firmalarından sağlanan yağ asidi metil esteri standartlarından elde edilen kromatogramlardaki bağıl alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak yapılmıştır.

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi :

Verilerin istatistik değerlendirilmesi varyans analizi (Snedecor ve Cochran 1967) ile yapılmıştır. Ortalamalar arası farkın önem kontrolü için Duncan (1955)'nin "Multiple Range Test" i kullanılmıştır. Önem seviyesi 0.05 alınmış ve ortalamalar arası fark "F" değerinden büyük olunca önemli kabul edilmiştir.



4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, düşük sıcaklığın *P. turionellae* dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi miktarlarına ve yağ asidi bileşimlerine etkilerinin araştırılması amacı ile, dişi pup ve erginler değişik sürelerde, buzdolabında düşük sıcaklığa (+4°C) mâruz bırakılmıştır. Bu süreler sonunda buzdolabından çıkan grupların canlılık kontrolü yapılmış, canlılıkları devam edenlerin ağırlık kaybı, total lipid, total yağ asidi yüzdeleri tesbit edilmiş ve yağ asidi bileşimleri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kontrol grupları ile karşılaştırılmıştır.

4.1. Düşük Sıcaklığın (+4 °C) *P. turionellae* Dişi Pupaının Ağırlık Kaybı, Total Lipid ve Total Yağ Asidi Yüzdelerine Etkileri

Dişi puplarda ağırlık kaybı, total lipid ve total yağ asidi yüzdelerine düşük sıcaklığın etkileri Tablo 1 de görülmektedir.

Beşer bireylik gruplar halinde; 3, 7, 15, 30, 45 ve 60 gün düşük sıcaklığa mâruz bırakılan dişi puplarda süreye bağlı olarak canlılık oranında değişiklik gözlenmiştir. 45 ve 60 gün süre ile soğuğa mâruz bırakılan pupların süre sonunda ölü oldukları tesbit edilmiştir. Bu çalışmada böceklerin canlılığı önemli olduğu için, bu iki grupta analiz işlemleri yapılmamıştır. Pupaın 3, 7, 15 ve 30 günlük düşük sıcaklık sürelerinde canlılık oranı normal bulunmuştur. Uygulama sonrası yaş ağırlık ve başlangıç ağırlığın farkı ile tesbit edilen ağırlık kaybı %' si süre uzadıkça artarken 15 ve 30 günlük uygulamalardaki pup ağırlık kaybı yüzdeleri istatistik yönden farklı bulunmamıştır.

Düşük sıcaklığa bağlı olarak; yaş ağırlığa göre total lipid yüzdelerinde değişiklik tesbit edilmemiştir. Yaş ağırlığa göre total yağ asidi yüzdesinde 3, 7 ve 15

TABLO 1. Düşük sıcaklığın (+4 °C) *Pimpla turionellae* L. dişi puplarının ağırlık kaybı, total lipid ve total yağ asidi yüzdelere etkileri.

Düşük Sıcaklık Stresi	Birey Sayısı	Yaş Ağırlık mg. (Ortalama ^x ± S.H.)	Ağırlık Kaybı % (Ortalama ^x ± S.H.) ^y	Total Lipid mg. (Ortalama ^x ± S.H.)	Yaş Ağırlığı % Göre Total Lipid	Total Yağ Asidi mg. (Ortalama ^x ± S.H.)	Yaş ağırlığı % Göre Total Yağ Asidi	Total Lipide % Göre Total Yağ Asidi
Kontrol	20	39.63 ± 3.08	-	8.60 ± 1.01	21.52 ± 0.82 a	4.41 ± 0.87	10.89 ± 1.36 a	50.48 ± 5.48 a
3 gün	15	42.65 ± 1.97	1.68 ± 0.10 a	9.79 ± 0.31	23.00 ± 0.81 a	5.36 ± 0.28	12.59 ± 0.71 a	54.70 ± 1.36 a
7 gün	14	37.60 ± 6.07	4.72 ± 0.76 b	7.76 ± 1.49	20.88 ± 3.48 a	4.27 ± 0.98	11.32 ± 1.79 a	54.34 ± 2.53 a
15 gün	10	37.69 ± 1.18	8.30 ± 0.99 c	8.43 ± 0.39	22.46 ± 1.58 a	3.85 ± 0.19	10.25 ± 0.78 ab	45.60 ± 0.56 b
30 gün	15	43.74 ± 1.82	7.48 ± 0.20 c	8.27 ± 0.38	19.06 ± 1.72 a	3.63 ± 0.32	8.37 ± 0.98 b	43.85 ± 2.98 b

x Değerler 3 tekrarın ortalamasıdır.

S.H. Standart Hata

y Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir, P> 0.05

günlük uygulamalarda önemli bir değişiklik oluşmazken, 30 günlük düşük sıcaklık süresinde azalma gözlenmiştir. Total lipide göre total yağ asidi yüzdeleri yönünden, kontrol grubu, 3 ve 7 günlük düşük sıcaklık uygulamaları arasında farklılık yoktur. 15 ve 30 günlük düşük sıcaklık uygulamalarında ise azalma tesbit edilmiştir.

4.2. Düşük Sıcaklığın (+4 °C) *P. turionellae* Ergin Dişilerinin Ağırlık Kaybı, Total Lipid ve Total Yağ Asidi Yüzdelerine Etkileri

Ergin dişilerin ağırlık kaybı, total lipid ve total yağ asidi yüzdelerine düşük sıcaklığın etkileri Tablo 2 de görülmektedir.

Düşük sıcaklığın etkilerinin incelenmesi amacı ile 10-20 günlük ergin dişilerden beşer bireylik gruplar ayrılarak 3, 7, 15, 30, 45 ve 60 günlük süreler halinde buzdolabında (+4°C) soğuğa mâruz bırakılmıştır. Bu süreler sonunda buzdolabından alınan grupların canlılık kontrolleri yapılmış; 3, 7 ve 15 günlük düşük sıcaklığa karşı ergin dişilerin dirençleri yüksek bulunmuş, 30 günlük uygulamada ise canlılık oranı %60 olarak tesbit edilmiştir. 45 ve 60 günlük uygulama sonrasında gruplarda canlılık gözlenmemiştir. Buzdolabından alınan gruplar tartılarak düşük sıcaklık sonrası yağ ağırlıkları ile başlangıç ağırlıklarının farkından ağırlık kaybı yüzdeleri bulunmuştur. Düşük sıcaklığa bırakılma süresi ile doğru orantılı olarak ağırlık kaybı yüzdesinde önemli derecede artış gözlenmiştir.

Yağ ağırlığına göre total lipid yüzdelerinde, gruplar arasında ve gruplar ile kontrol grubu arasında farklılık yoktur. Yağ ağırlığına göre total yağ asidi yüzdeleri kontrol grubuna göre azalma gösterse de, bu fark istatistik açıdan önemli değildir. Total lipide göre total yağ asidi yüzdelerinde kontrol grubuna ve düşük sıcaklık süresinin uzunluğuna bağlı olarak değişiklik tesbit edilmemiştir.

TABLO 2. Düşük sıcaklığın (+4 °C) *Pimpla turionellae* L. ergin dişilerinin ağırlık kaybı, total lipid ve total yağ asidi yüzdeliklerine etkileri.

Düşük Sıcaklık Sırası	Birey Sayısı	Yaş Ağırlık mg. (Ortalama ^x ± S.H.) ^y	Ağırlık Kaybı % (Ortalama ^x ± S.H.) ^y	Total Lipid mg. (Ortalama ^x ± S.H.) ^y	Yaş Ağırlığı Göre Total Lipid % (Ortalama ^x ± S.H.) ^y	Total Yağ Asidi mg. (Ortalama ^x ± S.H.) ^y	Yaş ağırlığı Göre Total Yağ Asidi % (Ortalama ^x ± S.H.) ^y	Total Lipide Göre Total Yağ Asidi % (Ortalama ^x ± S.H.) ^y
Kontrol	20	29.22 ± 1.85	-	4.89 ± 0.40	16.73 ± 0.70 a	2.36 ± 0.34	8.06 ± 0.94 a	47.77 ± 3.50 a
3 gün	15	31.17 ± 0.52	3.30 ± 0.85 a	4.14 ± 0.82	13.28 ± 2.58 a	1.87 ± 0.47	5.99 ± 1.47 a	44.57 ± 3.13 a
7 gün	15	30.60 ± 2.85	10.37 ± 0.61 b	4.41 ± 0.35	14.77 ± 2.05 a	2.03 ± 0.04	6.76 ± 0.64 a	46.51 ± 2.82 a
15 gün	14	28.81 ± 0.87	15.30 ± 0.69 c	3.88 ± 0.11	13.50 ± 0.70 a	1.88 ± 0.05	6.54 ± 0.05 a	48.67 ± 2.47 a
30 gün	9	33.21 ± 0.19	25.74 ± 0.71 d	3.49 ± 0.07	10.52 ± 0.20 a	1.75 ± 0.03	5.26 ± 0.08 a	50.01 ± 0.33 a

x Değerler 3 tekrarı ortalamasıdır.

S.H. Standart hata.

y Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir, P>0.05.

4.3. Düşük Sıcaklığın (+4 °C) *P. turionellae* Dişi Pupa larının Yağ Asidi

Bileşimi ve Yüzdelerine Etkileri

Değişik sürelerde düşük sıcaklığa mâruz bırakılan dişi pupaların total lipid ve total yağ asitlerinin tesbitinden sonra mevcut yağ asitlerinin metil esterlerinin elde edilmesi ile bu örneklerin yağ asidi bileşimlerinin gaz kromatografik yöntem ile tayini gerçekleştirilmiştir. Kromatogramlardan elde edilen, yağ asidi bileşimindeki yağ asidi yüzdeleri kontrol grubuna ait yüzdeler ile karşılaştırılarak düşük sıcaklığın etkileri ve farklı düşük sıcaklık sürelerine ait yüzdelerin karşılaştırılması ile de süreye bağlı etkiler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3 de görülmektedir.

Düşük sıcaklığa mâruz bırakılmayan, kontrol grubunun yağ asidi bileşiminde en yüksek yüzdenin oleik asit (C 18:1)' e ait olduğu tesbit edilmiştir. Palmitik asit (C16:0) ikinci, linoleik asit (C 18:2) ise üçüncü yüksek düzeye sahip yağ asitleri olarak bulunmuştur, en düşük yüzdeye sahip yağ asitleri ise behenik asit (C 22:0), pentadesilik asit (C 15:0) ve miristoleik asit (C 14:1)' lerdir. Düşük sıcaklığa mâruz bırakılan gruplarda, kontrol grubunda olduğu gibi en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi oleik asit, ikinci palmitik asit ve üçüncü olarak linoleik asit bulunmuştur. Ancak; 3 ve 7 günlük düşük sıcaklık uygulamalarında palmitik asit yüzdesi önemli derecede artarken, 15 günlük uygulamada kontrol grubundaki yüzdeye göre azalmıştır. 30 günlük deney grubunda ise kontrol grubundaki yüzde ile benzerlik göstermektedir. Oleik asit yüzdesi; deney gruplarında, kontrol grubuna göre önemli derecede azalmış linoleik asit yüzdesi ise artmıştır. Kontrol grubunda tesbit edilmeyen kaprik asit (C 10:0) sadece 30 günlük düşük sıcaklık uygulamasında %0.46 oranında bulunmuştur. Laurik asit (C 12:0) yüzdesi, 30 günlük sıcaklık uygulamasında ve miristik asit (C 14:0) yüzdesi ise 15 ve 30 günlük uygulamalarda önemli derecede artmıştır. Miristoleik asit ve pentadesilik asitler 3 ve 7 günlük düşük sıcaklık gruplarında bulunmazken, 15 günlük grupta kontrol grubundaki yüzdeye benzer

TABLO 3. Düşük sıcaklığın (+4 °C) *Pimpla turionellae* L. dişi puplarının yağ asidi yüzdelere etkileri.

Yağ Asitleri	Düşük sıcaklık süresi				
	Kontrol (Ortalama \bar{x} ± S.H.)	3 gün (Ortalama \bar{x} ± S.H.)	7 gün (Ortalama \bar{x} ± S.H.)	15 gün (Ortalama \bar{x} ± S.H.)	30 gün (Ortalama \bar{x} ± S.H.)
C 10:0 ^y	-	-	-	-	0.46 ± 0.15
C 12:0	0.23 ± 0.04 b	0.10 ± 0.02 b	0.08 ± 0.02 b	0.13 ± 0.04 b	1.14 ± 0.36 a
C 14:0	0.39 ± 0.02 b	0.38 ± 0.04 b	0.37 ± 0.02 b	0.60 ± 0.06 a	0.55 ± 0.05 a
C 14:1	0.19 ± 0.04 b	-	-	0.29 ± 0.01 b	1.72 ± 0.28 a
C 15:0	0.14 ± 0.03 b	-	-	0.11 ± 0.02 b	1.06 ± 0.20 a
C 16:0	22.44 ± 0.29 c	31.20 ± 0.58 a	27.97 ± 0.39 b	20.87 ± 0.07 d	22.41 ± 0.08 c
C 16:1	0.38 ± 0.03 c	-	2.08 ± 0.39 b	3.88 ± 0.07 a	0.51 ± 0.02 c
C 16:2	0.76 ± 0.02 a	0.61 ± 0.06 a	1.02 ± 0.04 a	0.98 ± 0.07 a	1.69 ± 0.66 a
C 18:0	1.19 ± 0.01 c	1.30 ± 0.06 c	1.44 ± 0.14 bc	1.91 ± 0.07 a b	2.39 ± 0.36 a
C 18:1	47.78 ± 0.26 a	41.63 ± 0.52 c	44.27 ± 0.32 b	44.81 ± 0.47 b	37.22 ± 0.61 d
C 18:2	15.45 ± 0.15 b	17.82 ± 0.42 a	17.24 ± 0.23 a	18.37 ± 0.03 a	18.86 ± 0.50 a
C 20:0	-	-	-	-	-
C 18:3	3.15 ± 0.18 c	3.17 ± 0.07 bc	3.49 ± 0.14 ab	3.57 ± 0.44 a	3.98 ± 0.14 a
C 20:1	5.83 ± 0.14 b	1.65 ± 0.16 a	1.59 ± 0.02 a	1.42 ± 0.16 a	4.53 ± 0.16 b
C 21:0	1.96 ± 0.08 ab	2.03 ± 0.12 a	0.11 ± 0.09 c	0.58 ± 0.05 bc	0.89 ± 0.17 bc
C 20:2	-	-	-	0.30 ± 0.01 a	1.43 ± 0.34 b
C 22:0	0.11 ± 0.06 d	0.11 ± 0.02 d	0.34 ^p ± 0.05 c	2.18 ± 0.12 a	1.16 ± 0.15 b
D.Y.A.	26.02 ± 0.31 c	35.12 ± 0.71 a	30.30 ± 0.32 b	26.39 ± 0.16 c	30.06 ± 0.84 b
Dm.Y.A.	54.61 ± 0.24 a	43.28 ± 0.40 c	47.95 ± 0.44 b	50.39 ± 0.45 b	43.98 ± 1.64 c
A.Dm.Y.A.	19.37 ± 0.15 d	21.60 ± 0.40 cd	21.75 ± 0.35 bc	23.22 ± 0.61 b	25.96 ± 0.81 a

x Değerler 3 tekrarın ortalamasıdır.

S.H. Standart hata.

y Aynı satırda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir, P> 0.05.

z D.Y.A.: Doymuş yağ asitleri, Dm.Y.A.: Doymamış yağ asitleri, A.Dm.Y.A.: Aşırı doymamış yağ asitleri.

oranda tesbit edilmiş ve bu miktar 30 günlük grupta önemli derecede yükselmiştir. 3 günlük periyotta bulunmayan palmitoleik asit (C 16:1), 7 ve 15 günlük periyotlarda yüksek yüzdelerde, 30 günlük periyotta ise kontrol grubuna benzer yüzdede bulunmuştur. Hekzadekadienoik asit (C 16:2) yüzdesi düşük sıcaklık uygulamalarından etkilenmemiştir. Eikosenoik asit (C 20:1) yüzdesi 3, 7 ve 15. günlerde düşük değerdayken 30. günde kontrol grubundaki değere ulaşmıştır. Linolenik asit (C 18:3) yüzdesi 3 günlük uygulamada kontrol grubundan farksız bulunmuş, 7. günden itibaren süreye bağlı olarak artmıştır. Heneikosanoik asit (C 21:0) ve behenik asit yüzdelerinde süreye bağlı olarak değişiklik gözlenmiştir.

Yağ asidi çeşitlerinin yüzdelerindeki bu değişikliklere bağlı olarak; doymuş yağ asitleri oranı 3, 7 ve 30 günlük düşük sıcaklık uygulamalarında artarken doymamış yağ asitleri azalmıştır. En yüksek aşırı doymamış yağ asidi yüzdesi 30 günlük uygulamada tesbit edilmiştir.

4.4. Düşük Sıcaklığın (+4 °C) *P. turionellae* Ergin Dişilerinin Yağ Asidi Bileşimi ve Yüzdelerine Etkileri

Ergin dişilerin yağ asidi bileşimi ve yüzdelerine düşük sıcaklığın etkilerini incelemek amacıyla, değişik sürelerde düşük sıcaklığa mâruz bırakılan örneklerden ve kontrol gruplarından elde edilen yağ asidi metil esterlerinin yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Yağ asidi bileşimi ve yüzdelerinde düşük sıcaklığa ve uygulama süresine bağlı olarak önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4 de görülmektedir.

Kontrol grubunun, yağ asidi bileşiminde en büyük yüzdeye sahip yağ asidi oleik asittir. İkinci büyük yüzdeye palmitik asit, üçüncüsüne ise linoleik asit sahiptir. Behenik asit, hekzadekadienoik asit, pentadesilik asit, palmitoleik asit ve kaprik asit yüzdeleri oldukça düşüktür.

TABLO 4. Düşük sıcaklığın (+4 °C) *Pimpla turionellae* L. ergin dişlerinin yağ asidi yüzdelere etkileri.

Yağ Asitleri	Kontrol (Ortalama $\bar{x} \pm S.H.$)	Düşük sıcaklık süresi			
		3 gün (Ortalama $\bar{x} \pm S.H.$)	7 gün (Ortalama $\bar{x} \pm S.H.$)	15 gün (Ortalama $\bar{x} \pm S.H.$)	30 gün (Ortalama $\bar{x} \pm S.H.$)
C10:0 ^y	0.70 \pm 0.14 b	4.03 \pm 0.67 a	0.56 \pm 0.19 b	1.18 \pm 0.59 b	-
C12:0	1.10 \pm 0.18 a	1.41 \pm 0.12 a	0.57 \pm 0.11 a	1.05 \pm 0.52 a	2.16 \pm 0.15 a
C14:0	0.99 \pm 0.12 c	1.93 \pm 0.05 b	0.94 \pm 0.08 c	2.89 \pm 0.04 a	1.68 \pm 0.15 c
C14:1	0.90 \pm 0.16 c	5.47 \pm 0.74 a	1.18 \pm 0.22 b	1.52 \pm 0.08 b	-
C15:0	0.37 \pm 0.15 c	4.02 \pm 0.60 a	2.47 \pm 0.13 b	-	-
C16:0	24.53 \pm 0.52 b	10.18 \pm 0.78 d	19.87 \pm 0.37 c	27.49 \pm 0.58 a	18.30 \pm 0.13 c
C16:1	0.70 \pm 0.41 a	0.45 \pm 0.34 a	3.32 \pm 0.13 b	0.51 \pm 0.07 a	-
C16:2	0.27 \pm 0.11 a	-	0.30 \pm 0.11 a	-	-
C18:0	4.48 \pm 0.30 b	4.74 \pm 0.35 b	3.36 \pm 0.14 b	10.54 \pm 0.20 a	4.71 \pm 0.40 b
C18:1	35.03 \pm 0.41 b	18.65 \pm 0.37 d	34.90 \pm 0.92 b	39.82 \pm 0.51 a	25.40 \pm 0.47 c
C18:2	16.66 \pm 0.60 b	15.83 \pm 0.53 b	21.95 \pm 0.71 a	3.02 \pm 0.15 c	17.23 \pm 0.71 b
C20:0	-	6.52 \pm 0.43 a	-	2.27 \pm 0.05 b	1.47 \pm 0.09 b
C18:3	5.17 \pm 0.49 b	7.65 \pm 0.23 a	6.40 \pm 0.43 b	0.86 \pm 0.45 c	6.44 \pm 0.05 b
C20:1	4.98 \pm 0.67 a	2.05 \pm 0.24 b	1.25 \pm 0.15 b	-	1.85 \pm 0.40 b
C21:0	4.00 \pm 0.66 a	1.73 \pm 0.06 c	1.52 \pm 0.07 c	5.42 \pm 0.14 a	3.11 \pm 0.11 b
C20:2	-	-	0.84 \pm 0.23 a	-	2.88 \pm 0.14 b
C22:0	0.12 \pm 0.05 c	15.34 \pm 0.78 a	0.57 \pm 0.15 c	3.43 \pm 0.30 b	14.77 \pm 0.26 a
D.Y.A.	36.29 \pm 0.78 d	49.90 \pm 0.74 b	29.86 \pm 0.36 e	54.27 \pm 0.68 a	46.20 \pm 0.58 c
Dm.Y.A.	41.60 \pm 0.22 a	26.62 \pm 0.88 b	40.64 \pm 0.94 a	41.85 \pm 0.48 a	27.25 \pm 0.16 b
A.Dm.Y.	22.11 \pm 0.58 c	23.48 \pm 0.31 c	29.50 \pm 0.82 a	3.88 \pm 0.53 d	26.55 \pm 0.59 b

x Değerler 3 tekrarin ortalamasıdır.

S.H. Standart hata.

y Aynı satırda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir, P> 0.05.

z D.Y.A.: Doymuş yağ asitleri, Dm.Y.A.: Doymuş yağ asitleri, A.Dm.Y.A.: Aşırı doymuş yağ asitleri.

Düşük sıcaklık uygulamalarında, değişik sürelerle ait grupların yağ asidi bileşimlerinde en büyük yüzdeye sahip yağ asidi, kontrol grubunda olduğu gibi, oleik asittir. İkinci büyük yüzdeye sahip yağ asidi uygulama süresine bağlı olarak değişmektedir. 3 ve 7 günlük uygulamalarda linoleik asit, 15 ve 30 günlük uygulamalarda ise palmitik asit ikinci büyük yüzdeye sahip yağ asididir. Yağ asidi bileşimlerinde üçüncü en büyük yüzde, 3 günlük uygulamada behenik asit, 30 günlük uygulamada linoleik asit, 7 günlük uygulamada palmitik asit, 15 günlük uygulamada ise stearik asit (C 18:0) tir. Yağ asidi bileşimi yönünden, düşük sıcaklıktan en fazla etkilenen gruplar 15 ve 30 günlük deney grupları olmuştur. 15 günlük düşük sıcaklıkta pentadesilik asit, hegzadekadienoik asit, eikosanoik asit ve eikosadienoik asit (C 20:2) tesbit edilmemiş; palmitik asit, stearik asit, heneikosanoik asit yüzdeleri yüksek; linoleik ve linolenik asit yüzdeleri ise düşük bulunmuştur. 30 günlük uygulama süresinde kaprik asit, miristoleik asit, pentadesilik asit, palmitoleik asit ve hegzadekadienoik asit tesbit edilmemiş, behenik asit yüzdesi ise çok yüksek bulunmuştur. 3 günlük uygulamada palmitik asit ve oleik asit yüzdeleri büyük ölçüde azalmış, behenik asit yüzdesi artmıştır. Kaprik asit, miristik asit, miristoleik asit ve pentadesilik asit kontrol grubu ve diğer deney gruplarına oranla önemli ölçüde artmıştır. Kontrol ve 7 günlük düşük sıcaklık gruplarında tesbit edilmeyen arakidik asit yüzdesi 3 günlük düşük sıcaklık grubunda 15 ve 30 günlük gruplara oranla daha fazla bulunmuştur. 7 günlük düşük sıcaklık grubunda palmitik asit yüzdesi kontrol grubuna göre daha düşük, linoleik asit yüzdesi ise daha yüksektir.

Düşük sıcaklık etkisiyle, yağ asidi bileşimi ve yüzdelerinde meydana gelen bu değişikliklere bağlı olarak deney gruplarının doymuş, doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri de değişmiştir. 3 günlük deney grubunda doymuş yağ asitlerinin yüzdesi kontrol grubuna oranla artarken doymamış yağ asitlerinin yüzdesi azalmıştır. Aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdesinde önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. 7 günlük deney grubunda, doymuş yağ asitlerinin yüzdesi kontrol ve diğer deney gruplarının yüzdelere oranla düşük bulunmuştur. Doymamış yağ asit-

lerinin yüzdesi kontrol grubu ve 15 günlük deney grubunun yüzdesinden farksız, aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdesi ise, diğer gruplara oranla en büyük yüzedir.

15 günlük deney grubunda doymuş yağ asitlerinin yüzdesi önemli derecede artmış aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdesi azalmıştır. Doymamış yağ asitlerinin yüzdesi ise kontrol grubundan farklı değildir. 30 günlük düşük sıcaklık uygulamasında, doymuş yağ asitlerinin ve aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdesi artarken doymamış yağ asitlerinin yüzdesi azalmıştır.



5. TARTIŞMA

Düşük sıcaklığın *P. turionellae* dişi pupları üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda pupların 1 ay süre ile +4 °C de düşük sıcaklığa direnç gösterebildikleri ve bunlardan +25 °C de yüksek oranda ergin birey elde edilebildiği tesbit edilmiştir. Ayrıca, bu türün kış mevsimini son evre larva ve ergin formunda geçirdiği belirtilmiştir (Yanikoğlu 1990). Bu çalışmada, dişi pupların yanı sıra ergin dişilerin de +4 °C' ye 1 ay dayanabildikleri ve canlılık oranlarının %60 olduğu tesbit edilmiştir. Düşük sıcaklık uygulaması sonunda pup ve erginlerde morfolojik anormalliğe rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu türü biyolojik kontrol ajanı olarak kullanabilmek amacıyla; istenen zamanda, yeterli sayıda ve kitle halinde üretebilmek için düşük sıcaklıkta bekletme uygun bir saklama yöntemi olabilir. Günümüzde, biyolojik kontrol ile ilgili pekçok çalışma yapılmakta ve bu yöntemin etkileri araştırılmaktadır. *Opisina arenosella* türünün parazitoidi *Bracon brevicornis* ' in erginleri +5 °C de (Jayanth ve Nagarkatti 1985), *Cadra cautella* türünün larval parazitoidi *Habrobracon hebetor* türünün pup ve erginleri +4 - 8°C de (Huang 1986), *Heliothis armigera* türünün larval endoparazitoidi *Campoletis chloridae* pupları ise +8 °C de (Patel ve ark. 1988) bekletilerek etkileri incelenmiştir. *Heliothis* türlerinin kontrolü için parazitoidi *Trichogramma pretiosum* tarafından parazitlenen *Sitotroga cerealella* yumurtaları düşük sıcaklıkta bekletilerek biriktirilmiştir (Bouse ve Morrioso 1985).

3, 7, 15, 30, 45 ve 60 günlük süreler halinde düşük sıcaklığa mâruz bırakılan pup ve erginlerde zamana bağlı olarak canlılık oranı düşmektedir. 45 ve 60 günlük düşük sıcaklık uygulamasında pup ve erginler ölmüştür. Sürenin uzamasıyla ağırlık kaybı yüzdesi kademeli olarak azalmış, pup ve erginlerin büyüklüğü canlılık oranını etkilemiştir. Yaş ağırlığı büyük olan pup ve erginlerin düşük sıcaklığa daha dirençli olduğu tesbit edilmiştir. Bu nedenle, düşük sıcaklıkta saklama yönteminden ya-

rarlanırken büyük pup ve erginlerin seçilmesi daha iyi sonuç alınmasını sağlayacaktır. Uygulama süresine bağlı olarak, ağırlık kaybı yüzdesi azalmasının, böceklerde düşük sıcaklığa karşı direncin artmasında rol oynadığı düşünülebilir. Özellikle, su kaybının düşük sıcaklığa karşı korunmada en önemli faktörlerden biri olduğu pekçok araştırmacı tarafından açıklanmıştır (Storey ve ark. 1981, Storey 1983 ve Cannon 1986). *Epiblema scudderiana* larvalarında su miktarı sonbahar' da %57 iken, kış ortasında %25' e (Kelleher ve ark. 1987), *Limenitis archippus* larvalarında diapoz başlangıcında %80 olan su miktarı %55' e (Frankos ve Platt 1976) kadar düşmekte ve bu kayıp, larvaların düşük sıcaklığa karşı dirençlerini arttırmaktadır.

Deney sonuçlarında, düşük sıcaklığın pup ve erginlerin total lipid, erginlerin total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi yüzdelerine önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Dişi puplarda ise total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi yüzdeleri uzun düşük sıcaklık sürelerinde (15 ve 30 gün) büyük ölçüde azalmıştır. Bu azalma, düşük sıcaklığa karşı direncin bir göstergesidir. Ayrıca, erginlerin total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi yüzdelerinin değişmemesi nedeniyle, erginlerin puplara göre soğuğa direnç yönünden daha toleranslı olduğu düşünülebilir. Böceklerde, düşük sıcaklıkta, yağ doku ve hemolenfte trigliseritlerin biriktiği ve bu artışın özellikle dormansinin başlangıcında meydana geldiği belirlenmiştir (Valder ve ark. 1969, Dortland ve Esch 1979, Beenackers ve ark. 1981, Adedokun ve Denlinger 1985). Değişik türlerde yapılan çalışmalarda, düşük sıcaklıkta lipid miktarında değişiklikler olduğu ve türler arası farklılıklar bulunduğu anlaşılmıştır. *Anthonomus grandis* türünde diapoz başlangıcında lipid birikimi olur (Brazzel ve Newsom 1959). *Celerio euphorbiae* türünde ise düşük sıcaklık süresince total lipid miktarı önemli derecede azalmaktadır (Wyatt 1961). Puplarda, total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi yüzdelerinin azalması yağ asitlerinin bir kısmının enerji elde etme amacı ile kullanıldığı şeklinde açıklanabilir.

Yapılan çalışmalarda, pup ve ergin kontrol gruplarının yağ asidi bileşimi ve yüzdeleri önceki çalışmalar ile uygunluk göstermiştir. Normal şartlarda gelişen dişi

pup ve erginlerde yağ asidi bileşimlerinde en büyük yüzdeye sahip yağ asitleri sırasıyla oleik asit, palmitik asit ve linoleik asitlerdir (Aktümsek ve Aksoylar 1987). Bu çalışmada da kontrol gruplarında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Pup deney gruplarında, kontrol grubu ve değişik sürelerle ait deney gruplarında yağ asidi yüzdelerinde değişiklik meydana gelmiştir. Düşük sıcaklığa bağlı olarak doymamış yağ asitlerinin yüzdesi azalırken, kısa süreli uygulamalarda doymuş yağ asitleri, uzun süreli uygulamalarda ise aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri artmıştır. Ergin deney gruplarında ise düşük sıcaklığa mâruz bırakılma sürelerine bağlı olarak doymuş, doymamış ve aşırı doymamış yağ asidi yüzdelerinde uyumlu bir değişim gözlenmemiştir.

Düşük sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen bu değişikliklerin, böceklerin düşük sıcaklık sonrası canlılıklarını etkilememesi, yağ asitlerinin doymuş, doymamış ve aşırı doymamış özellikleri arasındaki metabolik ilişkinin düşük sıcaklığa karşı böceğin korunması açısından bir direnç metabolizması olduğu düşünülebilir. Süreye bağlı olarak doymuşluk özelliklerinde oluşan değişiklikler böceğin iç ortamının ve metabolizmasının çevre şartlarına karşı optimum seviyeye getirilmesi açısından önemlidir.

Sonuç olarak; zararlı böcek türlerine karşı yapılan kimyasal mücadelenin insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin olması nedeniyle, günümüzde önemi büyük ölçüde artan biyolojik kontrolün uygulanabilmesi için, parazitoid türlerin düşük sıcakta bekletilerek biriktirilmesi uygun bir yöntemdir. Ancak, doğada etkin bir mücadelenin gerçekleştirilebilmesi parazitoid türün üretgenlik oranının yüksek olmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, düşük sıcaklığın dişi pup ve erginlerde uygulama sonrası üretgenliklerine etkilerinin araştırılması, düşük sıcaklıkta saklama yönteminin etkinliği açısından önemlidir. Ayrıca, bu türün lipid metabolizmasına düşük sıcaklığın etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için gliserol miktarındaki değişikliklerin de incelenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, doğal şartlara benzerliği ve böceği soğuğa alıştırmaya açısından; düşük sıcaklık uygulamasının tedrici olarak yapılması ve buna bağlı olarak meydana gelen etkilerin araştırılması da uygun olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- ADEDOKUN, T.A. ve DENLINGER, D.L. (1985) Metabolic reserves associated with pupal diapause in the flesh fly *Sarcophaga crassipalpis*. J. Insect Physiol., 3, 229-234.
- AKTÜMSEK, A. ve AKSOYLAR, M.Y. (1987) *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nin yağ asidi bileşimi. DOĞA TU Biyol. D., 11(1), 10-18.
- ASAHINA, E. (1969) Frost resistance in insects. Adv. Insect Physiol., 6, 1-49.
- ASAHINA, E. ve TANNO, K. (1964) A large amount of trehalose in a frost-resistant insect. Nature, Lond., 204, 1222.
- BALE, J.S. (1987) Insect cold hardiness: freezing and supercooling an ecophysiological perspective. J. Insect Physiol., 33(12), 899-908.
- BAUST, J.G. ve MILLER, L.K. (1970) Variations in glycerol content and its influence on cold hardiness in the Alaskan carabid beetle, *Pterostichus brevicornis*. J. Insect Physiol., 16, 979-990.
- BAUST, J.G. ve ROJAS, R.R. (1985) Review - insect cold hardiness: facts and fancy. J. Insect Physiol., 31(10), 755-759.
- BECK, S.D. (1968) Insect Photoperiodism. Academic Press, New York, 288 pp.
- BECK, S.D. (1983) Insect Thermoperiodism. Ann. Rev. Entomol., 28, 91-108.
- BEENAKKERS, A.M.T., VAN DER HORST, D.J. ve VAN MARREWIIJK, W.J.A. (1981) Role of lipids in energy metabolism. In " Energy Metabolism in Insects " (ed. by DOWNER, R.G.H.). 53-100. Plenum Press, New York.

- BLOCK, W., TURNOCK, W.J. ve JONES, T.H. (1987) Cold resistance and overwintering survival of the cabbage root fly, *Delia radicum* (Anthomyiidae), and its parasitoid, *Trybliographa rapae* (Cynipidae), in England. *Oecologia*, 71(3), 332-338.
- BOUSE, L.F. ve MORRISON, R.K. (1985) Transport, storage, and release of *Trichogramma pretiosum*. *Southwestern-Entomologist*, 8, 36-48.
- BRACKEN, G.K. ve HARRIS, P. (1969) High palmitoleic acid in Lepidoptera. *Nature, Lond.*, 224, 84-85.
- BRAZZEL, J.R. ve NEWSOM, L.D. (1959) Diapause in *Anthonomus grandis* Boh. *J. Econ. Entomol.*, 52, 603-611.
- BRONSKILL, J.K. (1961) A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). *J. Lep. Soc.*, 102-104.
- BURSELL, E. (1974) Temperature. In "The Physiology of Insecta" (ed. by ROCKSTEIN, M.). 2, 2-36. Academic Press, New York.
- BUSNEL, R.G. ve DRILHON, A. (1937) Etude biochimique du *Leptinotarsa decemlineata* Say, pendant l'hivernation. *C. r. Séanc. Soc. Biol.*, 124, 916-917.
- CANNON, R.J.C. (1986) Effects of ingestion of liquids on the cold tolerance of an antarctic mite. *J. Insect Physiol.*, 32(11), 955-961.
- CANNON, R.J.C. (1987) Effects of low temperature acclimation on the survival and cold tolerance of an antarctic mite. *J. Insect Physiol.*, 33(7), 509-521.
- CHEN, C., LEE, R.E. ve DENLINGER, D.L. (1991) Cold shock and heat shock: a comparison of the protection generated by brief pretreatment at less temperatures. *Physiological Entomology*, 16, 19-26.

- CHINO, H. (1957) Carbohydrate metabolism in the diapause egg of the silkworm, *Bombyx mori*. I. Diapause and the change of glycogen content. *Embryol.*, 3, 295-316.
- CHINO, H. (1958) Carbohydrate metabolism in the diapause egg of the silkworm, *Bombyx mori*. II. Conversion of glycogen into sorbitol and glycerol during diapause. *J. Insect Physiol.*, 2, 1-12.
- CHURCHILL, T.A. ve STOREY, K.B. (1989) Metabolic consequences of rapid cycles of temperature change for freeze-avoiding vs freeze-tolerant insects *J. Insect Physiol.*, 35(7), 579-585.
- DANKS, H.V. (1978) Modes of seasonal adaptation in insects. I. Winter survival. *Can. Ent.*, 110, 1168-1205.
- De KORT, C.A.D. (1969) Hormones and the structural and biochemical properties of the flight muscles in the Colorado beetle. *Meded. Landb. Hogesch. Wageningen.*, 62(2), 63.
- De LOOF, A. ve De WILDE, J. (1970) The relation between haemolymph proteins and vitellogenesis in the Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *J. Insect Physiol.*, 16, 157-169.
- De WILDE, J. (1962) Photoperiodism in insects and mites. *Ann. Rev. Entomol.*, 7, 1-26.
- DORTLAND, J.F. ve ESCH, T.H. (1979) A fine structural survey of the development of the adult fat body of *Leptinotarsa decemlineata*. *Cell Tiss. Res.*, 201, 423-430.
- DOUTT, R.L. (1959) The biology of parasitic Hymenoptera. *Ann. Rev. Ent.*, 4, 161-181.

- DOWNER, R.G.H. (1978) Functional role of lipids in insects. In " Biochemistry of Insects " (ed. by ROCKSTEIN, M.). 58-91. Academic Press, New York.
- DOWNER, R.G.H. (1981) Energy Metabolism in Insects. Plenum Press, New York.
- DUMAN, J. G. (1979) Thermal hysteresis factors in overwintering insects. J. Insect Physiol., 25, 805-810.
- DUMAN, J.G. (1980) Factors involved in overwintering survival of the freeze tolerant beetle, *Dendroides canadensis* . J. Comp. Physiol. B, 136, 53-59.
- DUMAN, J.G. (1982) Insect antifreezes and ice nucleating agents. Cryobiology, 19, 613-627.
- DUMAN, J.G. ve HORWATH, K.L. (1983) The role of haemolymph proteins cold tolerance of insects. Ann. Rev. Physiol., 45, 261-270.
- DUNCAN, D.B. (1955) Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11, 1-14.
- ERPENBECK, A. ve KIRCHNER, W. (1983) Cold-resistance of the red wood-ant *Formica polyctena* Foerst. (Hymenoptera: Formicidae). Zeitschrift-fur-Angewandte-Entomologie, 96(3), 271-281.
- FISHER, R.C. (1971) Aspects of the physiology of endoparasitic Hymenoptera. Biol. Rev., 46, 243-278.
- FOLCH, J., LEES, M. ve STANLEY, G.H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- FRANKOS, V.H. ve PLATT, A.P. (1976) Glycerol accumulation and water content in larvae of *Limenitis archippus* : their importance to winter survival. J. Insect Physiol., 22, 623-628.

- GRAY, R., MEOLA, R. ve HOLMAN, G.M. (1987) Fat body stimulation of ecdysone synthesis in *Heliothis zea*. J. Insect Physiol., 33(5), 325-331.
- HOUSE, H.L., RIODAN, D.F. ve BARLOW, J.S. (1958) Effects of thermal conditioning and of degree of saturation of dietary lipids on resistance of an insect to a high temperature. Can. J. Zool., 36, 629-632.
- HUANG, X.F. (1986) Use of *Habrobracon hebetor* Say in granary pest control. Chinese J. of Biological Control, 2(2), 78-80.
- ICHIMORI, T., OHTOMO, R., SUZIKI, K. ve KURIHARA, M. (1990) Specific protein related to adult diapause in the leaf beetle, *Gastrophysa atrocyanea*. J. Insect Physiol., 36(2), 85-91.
- JAYANTH, K.P. ve NAGARKATTI, S. (1985) Low temperature storage of adult of *Bracon brevicornis* Wesmael. Entomon., 10(1), 39-41.
- KANSU, İ.A. (1988) Böcek Çevrebilimi, I. Birey Ökolojisi. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay: 1045, Ders Kitabı: 302, ANKARA, 18-31.
- KELLEHER, M.J., RICKARDS, J. ve 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.
- KHANSEN, T.E. ve VIK, M.O. (1984) The content of free amino acids in overwintering insects. Zoologicheskii-Zhurnal., 63(11), 1634-1640.
- KNIPLING, E.F. (1966) In: Insect colonization and mass production (ed. by SMITH, C.N.). pp. 8. Academic Press, New York.
- LEES, A.D. (1968) Photoperiodism in insects. In " Photophysiology " (ed. by GIESE, A.C.). 47-137. Academic Press, New York.

- LEFEVERE, K.S., KOOPMANSCHAB, A.B. ve De KORT, C.A.D. (1989) Changes in the concentrations of metabolites in haemolymph during and after diapause in female Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* J. Insect Physiol., 35(2), 121-128.
- LENARTOWICZ, E. ve NIEMIERKO, S. (1968) The effect of low temperature and starvation on carbohydrate metabolism in larvae of *Galleria mellonella* L. J. Insect Physiol., 14, 451-462.
- MAI, F.K., ZASLAYSKII, V.A. ve MAI, P.Q. (1983) Photoperiodic and temperature reactions of *Trichogramma euproctidis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Zoologicheskii-Zhurnal, 62(11), 1676-1680.
- McNAIR, H.M. ve BONELLI, E.J. (1969) Basic Gas Chromatography. Varian aerograph. Lithographed by Consolidated Printers. Berkeley, California.
- MOSS, C.W., LAMBERT, M.A. ve MERVIN, W.H. (1974) Comparison of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. Applied Microbiology, 28, 80-85
- NETTLES, W.C. ve BETZ, N. (1965) Glycogen in the weevil with respect to diapause, age and diet. Ann. Entomol. Soc. Amer., 58, 721-726.
- PATEL, A.G., YADAV, D.N. ve PATEL, R.C. (1988) Effect of low temperature storage on *Campoletis chloridae* Uchida (Hymenoptera: Ichneumonidae) an important endo-larval parasite of *Heliothis armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). Gujarat-Agricultural-Uni.-Research-J., 14(1), 79-80.
- PEFEROEN, M., STYNEN, D. ve De LOOF, A. (1982) A re-examination of the protein pattern of the haemolymph of *Leptinotarsa decemlineata*, with special reference to vitellogenesis and diapause proteins. Comp. Biochem. Physiol., 72B, 345-351.

- PIO, C.J. ve BAUST, J.G. (1988) Effects of temperature cycling on cryoprotectant profiles in the goldenrod gall fly, *Eurosta solidaginis* (Fitch). *J. Insect Physiol.*, 34(8), 767-771.
- PULLIN, A.S. ve BALE, J.S. (1989) Effects of low temperature on diapausing *Aglais urticae* and *Inachis io* (Lepidoptera: Nymphalidae): overwintering physiology. *J. Insect Physiol.*, 35(4), 283-290.
- RIDDIFORD, L.M. ve TRUMAN, J.W. (1978) Biochemistry of insect hormones and insect growth regulators. In " Biochemistry of Insects " (ed. by ROCKSTEIN, M.). 58-91. Academic Press, New York.
- ROSSOLIMO, T.Y. (1990) Temperature adaptation of *Gastrophysa viridula* in the arctic (Coleoptera: Chrysomelidae). *Zoo. Zhurnal.*, 1, 154-156.
- SALT, R.W. (1961) Principles of insect cold-hardiness. *Ann. Rev. Entomol.*, 6, 55-74.
- SCHELHAAS, D.P. ve LARSON, O.R. (1989) Cold hardiness and winter survival in the bird flea, *Ceratophyllus idius*. *J. Insect Physiol.*, 35(2), 149-153.
- SCHMIDT, G.H. ve VON SULECKI, W. (1980) Changes in the pattern of fatty acids of the lipids extracted from *Formica polyctena* during the cocoon period (Hymenoptera: Formicidae). *Comp. Biochem. Physiol. B Comp. Biochem.*, 65 (2), 223-230.
- SHIMADA, K., SAKAGAMI, S.F., HONMA, K. ve TSUTSUI, H. (1984) Seasonal changes of glycogen / trehalose contents, supercooling points and survival rate in mature larvae of the overwintering soybean pod borer *Leguminivora glycinivorella*. *J. Insect Physiol.*, 30(5), 369-373.
- SNEDECOR, G.W. ve COCHRAN, W.G. (1967) *Statistical Methods*, 6th ed. Ames, Iowa, U.S.A.: Iowa State University Press.

- SØMME, L. (1967) The effect of temperature and anoxia on haemolymph composition and supercooling in three overwintering insects. *J. Insect Physiol.*, 13, 805-814.
- STOREY, K.B. (1983) Metabolism and bound water in overwintering insects. *Cryobiology*, 20, 365-379.
- STOREY, K.B., BAUST, J.G. ve BUESCHER, P. (1981) Determination of water "bound" by soluble subcellular components during low temperature acclimation in the gall fly larvae, *Eurosta solidaginis* . *Cryobiology*, 18, 315-321.
- STOREY, K.B., McDONALD, D.G. ve BOOTH, C.E. (1986) Effect of temperature acclimation on haemolymph composition in the freeze-tolerant larvae of *Eurosta solidaginis* . *J. Insect Physiol.*, 32(10), 897-902.
- STOREY, K.B., KEEFE, D., KOURTZ, L. ve STOREY, M.J. (1991) Glucose phosphate dehydrogenase in cold hardy insects: kinetic properties, freezing stabilization, and control of hexose monophosphate shunt activity. *Insect Biochem.*, 21(2), 157-164.
- STRASSMANN, J.E., LEE, R.E., ROJAS, R.R. ve BAUST, J.G. (1984) Caste and sex differences in cold-hardiness in the social wasps, *Polistes annularis* and *P. exclamans* (Hymenoptera: Vespidae). *Insectes-Sociaux.*, 31(3), 291-301.
- TAUBER, M.J. ve TAUBER, C.A. (1976) Insect seasonality: diapause maintenance, termination, and postdiapause development. *Ann. Rev. Entomol.*, 21, 81-107.
- THOMPSON, S.N. (1973) A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of 7 insect orders. *Comp. Biochem. Physiol. B Comp. Biochem.*, 45(2), 467-482.

- THOMPSON, S.N. (1985) Metabolic integration during the host associations of multicellular animal endoparasites. *Comp. Biochem. Physiol.*, 81B, 21-42.
- THOMPSON, S.N. (1986) Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. *Ann. Rev. Entomol.*, 31, 197-219.
- USHATINSKAYA, R.S. (1956) Physiologische Untersuchungen über die Diapause der Insekten. Bericht Hundertjahrfeier dt Ent. Ges., Berlin, 251-263.
- VALDER, S.M., HOPKINS, T.L. ve VALDER, S.A. (1969) Diapause induction and changes in lipid composition in diapausing and reproducing face flies, *Musca autumnalis*. *J. Insect Physiol.*, 15, 1199-1214.
- VINSON, S.B. (1976) Host selection by insect parasitoids. *Ann. Rev. Entomol.*, 21, 109-133.
- WIGGLESWORTH, V.B. (1972) *The Principles of Insect Physiology*. Chapman and Hall, London, 663-700.
- WYATT, G.R. (1961) The biochemistry of insect haemolymph. *Ann. Rev. Entomol.*, 6, 75-103.
- YANIKOĞLU, A. (1990) Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) puplarının glikojen seviyelerine etkisi. *C.Ü. Fen-Edebiyat Fak. Fen Bil. Der.*, 13, 53-66.
- ZACHARIASSEN, K.E. (1985) Physiology of cold tolerance in insects. *Physiol. Rev.*, 65, 799-832.
- ZACHARIASSEN, K.E. ve HAMMEL, H.T. (1976) Nucleating agents in the haemolymph of insects tolerant to freezing. *Nature*, 262, 285-287.
- ZACHARIASSEN, K.E. ve HUSBY, J.A. (1982) Antifreeze effect of thermal hysteresis agents protects highly supercooled insects. *Nature*, 298, 865-867.