

***PLODIA INTERPUNCTELLA* (HUBNER) (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE)  
PUPLARININ YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNE DÜŞÜK SICAKLIĞIN ETKİLERİ**

**Tülay Akıncı, Leyla Kalyoncu\***

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya-TURKEY  
**e-mail:lkalyoncu@selcuk.edu.tr**

(Geliş: 17 Temmuz 2014; Düzeltme: 19 Ağustos 2014; Kabul: 28 Ağustos 2014)

---

**Özet:** 10, 20, ve 30 gün süreyle düşük sıcaklıkta (+4°C) tutulan *Plodia interpunctella* (Hübner) pupalarının yağ asidi bileşimleri araştırılmıştır. Yağ asidi bileşimlerinin büyük bir bölümünü oleik asit (%52.60-54.58), palmitik asit (%20.80-22.87), palmitoleik asit (%1.81-2.75), linoleik asit (%15.29-15.67) ve stearik asidin (%2.90-3.23) oluşturdukları görülmüştür. Düşük sıcaklığa bağlı olarak pupaların yağ asidi bileşiminde kantitatif farklılıklar belirlenmiştir. Düşük sıcaklıktan dolayı pupaların yağ asidi bileşimlerinde toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi (%27.17-24.65) azalmış, toplam aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesi (%16.79-18.58) ise artmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Düşük sıcaklık, *Plodia interpunctella*, Yağ asidi bileşimi.

---

**EFFECTS OF LOW TEMPERATURE ON THE FATTY ACID COMPOSITIONS OF PUPAE OF *PLODIA INTERPUNCTELLA* (HUBNER) (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE)**

---

**Abstract:** Fatty acid compositions of pupae of *Plodia interpunctella* (Hubner) which exposed to low temperature (+4°C) for 10, 20 and 30 days were investigated. It was showed that oleic acid (52.60-54.58%), palmitic acid (20.80-22.87%), palmitoleic acid (1.81-2.75%), linoleic acid (15.29-15.67%) and stearic acid (2.90-3.23%) constituted the major part of fatty acid compositions of pupae. Quantitative differences were found due to low temperature in the fatty acid compositions of pupae. In the fatty acid compositions of pupae, total saturated fatty acids percentage (27.17-24.65%) were decreased but percentage of total polyunsaturated fatty acids (16.79-18.58%) were increased by low temperature.

**Keywords:** Low temperature, *Plodia interpunctella*, Fatty acid composition.

---

## 1. Giriş

Lipitler, böcek biyokimyasında enerji kaynağı, hormonlar ve yapısal bileşikler olarak anahtar rol oynamaktadır. Böceklerde yağ dokusu işlev olarak omurgalıların karaciğer dokusuna benzemekte ve hormonal, çevresel ve büyüme ile ilgili fonksiyonlarda da metabolik homeostazı devam ettirmektedir. Yağ dokusunun glikojen, lipit ve proteinleri harekete geçiren, depolayan ve sentezleyen tek bir hücre tipini içerdiği tespit edilmiştir (Wyatt, 1980; Gold ve Dawey, 1989).

Lipitlerin, üreme ve uçuş faaliyetlerinde (Fast, 1970) ve böcek embriyogenezisi esnasında temel enerji kaynağı olduğu bilinmektedir (Gilbert, 1967). Böceklerde enerji kaynakları, düşük sıcaklığa maruz kalındığındaki açlık sırasında tüketilmektedir. Bunun nedeninin düşük sıcaklık mı yoksa açlık mı olduğunu ayırmak zordur. Ayrıca ikisi birden de etkili olabilir. Böceklerde düşük sıcaklıkta bekletmede, lipit kaynakları da kullanıldığı için ağırlık kaybının olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir. *Aphidius colemani* (Hymenoptera:Aphidiidae) ile yapılan çalışmada enerji kaynağının fazla olmasıyla düşük sıcaklığın zararlı etkileri azalırken düşük sıcaklık süresince açlığa dayanıklılığın arttığı görülmüştür (Colinet ve ark., 2007).

Biyolojide enerji depolama, transport, mobilizasyon, ve biyomembranların yapısal bileşenleri olma gibi bütün organizmalarda önemli işlevleri olan yağ asitlerinin az da olsa böceklere özel bazı görevleri de vardır. Ayrıca yağ asitleri mumların, feromonların ve eikosanoidlerin biyosentezinde öncü madde olarak önemli rol oynarlar. Bununla birlikte korunma sekresyonlarında bileşen olarak görev aldıkları da bilinmektedir (Wakayama ve ark., 1980; Stanley-Samuelson ve ark., 1988; Başhan, 1996).

Pek çok böcek türünde yağ asidi bileşimleri, gelişme evrelerine bağlı olarak değişmektedir (Stanley-Samuelson ve ark., 1988, 1991). Ayrıca sıcaklık, böceğin yaşı ve eşeyi, ergin beslenmesi ve aktivitenin süresi gibi biyolojik faktörler de yağ asidi bileşimini etkilemektedir (Moore, 1980; Cohen, 1990). Sıcaklık, böceklerin metabolik faaliyetlerini etkileyen önemli bir abiyotik faktördür ve böceklerin yeryüzünde dağılışı sınırlarının belirlenmesinde de asıl rolü oynamaktadır. Ayrıca metabolizma, vital aktiviteler, döl verimi, gelişme ve gelişme süresi, morfolojik, fizyolojik, ekolojik ve etolojik adaptasyonlar üzerinde de önemli etkileri vardır.

Düşük sıcaklığa dayanabilme; türe, türün yaşadığı bölgeye, gelişme evresine, eşey tipine, beslenme durumuna ve daha önce bulunduğu sıcaklık derecesine göre değişebilir. Örneğin sıcaklığın etkisi küçük vücutlu olanlara göre büyüklerde daha fazladır (Romoser ve Staffolano, 1994).

Biyolojik sistemlerde donmanın etkisi vücut sıvısının donması şeklinde kendini gösterir ve öldürücü etki yapar. Böcekler düşük sıcaklığın bu öldürücü etkisinden kurtulmak için iki farklı şekilde direnç gösterirler. Ya vücut sıcaklıklarını çok soğuk tutarak donmaktan kurtulurlar ya da donmayı önleyen bir mekanizma geliştirirler. Her iki stratejiyi kullanan böceklerde bir dizi fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalar mevcuttur. Böcekler buz yapan ajanların dağıtımını ve miktarını değiştirebilirler. Polihidrik alkol gibi düşük molekül ağırlıklı, yüksek konsantrasyonlu solutları üretebilirler (Zachariassen, 1985).

*Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera:Pyralidae) tahıllara zarar veren bir güve türüdür. Kökeni Güney Amerika olan bu kozmopolit tür yaşamını yıl boyunca sıcak ortamlarda sürdürür (Baker, 2000).

Kuru meyve güvesi olarak bilinen *P. interpunctella* (Hübner), kuru meyvelerin yanı sıra depo edilmiş hububat çeşitlerinde, kuru yemişlerde, kurutulmuş sebzelerde hatta kürklerde sıklıkla görülen önemli bir zararlıdır. Farklı iklimlerde yaşayabilmesi nedeniyle dünya üzerindeki yayılış alanı oldukça geniş bir türdür. Larvalar buldukları gıda ortamlarında yoğun bir şekilde beslenip ağ örerler. Ayrıca çıkardıkları atıklar ve değiştirdikleri gömlek ve baş kapsülü kalıntıları ile ürünün kalitesini bozarak zarar verirler (Yıldırım ve ark., 1997).

Sabit ve değişken sıcaklığın *P.interpunctella*' ya etkisinin araştırıldığı bir çalışmada embriyo gelişiminin 17 °C de 12.6; 21°C de 5.6 ve 28°C de 3.7 gün sürdüğü, toplam gelişme döneminin ise 28°C de 69; 21°C de 110 ve 17°C de 120 günde tamamlandığı belirtilmiştir. Ayrıca değişkenin düşük sıcaklıklara maruz bırakılması larva ve ergin çıkışını aynı zamanda da dişilerin üreme gücünü olumsuz yönde etkilemektedir (Krnjaic ve Ilic, 1982).

Nurullohoğlu ve Kalyoncu (2000)' nun düşük sıcaklığın *Galleria mellonella* (Lepidoptera:Pyralidae) puplarının total lipit ve total yağ asidi yüzdelerine etkilerini araştığı bir çalışmada, +4°C de farklı sürelerde bekletilen pupların süreye bağlı olarak ağırlık kaybı, total lipit ve total yağ asidi yüzdelerine etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak düşük sıcaklığın *G. mellonella* puplarında, zamana bağlı olarak ağırlık kaybı yüzdelerinde önemli bir artış olduğu, yağ ağırlığına göre total lipit ve total yağ asidi yüzdelerinin azaldığı görülmüştür.

*P. interpunctella* 0°C'nin altındaki uygulamalarda en hassas tür olarak tespit edilirken *E. kuehniella*'nin ise en toleranslı tür olduğu görülmüştür (Locatelli ve ark., 1990).

Zararlı bir türün mücadelesi için yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere laboratuvar şartlarında üretilebilmesi için böceklerin biyolojik ve fizyolojik özelliklerinin, beslenme durumlarının ve metabolik ihtiyaçlarının çok iyi bir şekilde bilinmesi gerekir (Volkoff ve ark., 1992).

Bu çalışma, bir depo zararlısı olan *P. interpunctella* puplarının yağ asidi bileşimlerine düşük sıcaklığın etkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Örneklerin elde edilmesi

Kuru üzümünden alınan *Plodia interpunctella* pupları, içinde polen bulunan kavanozun içerisine aktarıldı ve kavanozun ağzı tülbent beziyle kapatılarak 25-30 gün, 30±5°C'de ve %60±5 bağıl nemde etüv içerisinde gelişmeye bırakıldı. Bu süre içerisinde puplar gelişerek ergin fertlere dönüştü ve erginler çiftleşip yumurta bıraktıktan bir süre sonra öldü. Ergin çıkışını izleyen 10±3 gün sonunda ortaya çıkan larvalar, 15±3 gün içerisinde pup oluşturmaya başladı. Oluşan puplardan başka bir polen kavanozuna alınarak bu şekilde 3 nesil üretildi.

Polen kavanozundan alınan *Plodia interpunctella* larvaları içinde beyaz pelür kağıtlar bulunan kaplara aktarılıp pup evrelerine geçmeleri beklenmiştir. 2-3 günlük puplar dikkatlice ayrılarak her biri 10 birey ihtiva eden deney grupları oluşturulmuştur. Pup kozalarından dikkatlice çıkarılan puplardan oluşan gruplar tartılarak ilk yaş ağırlık tartımları alınmıştır. Bunlardan üç grup, kontrol grubu olmak üzere, kloroform/metanol (2:1, v/v) çözeltisi içeren kapaklı küçük tüplere konularak analiz işlemlerine kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Deney gruplarını oluşturmak için 10, 20 ve 30 gün süre ile düşük sıcaklıkta bekletilmek üzere, her biri üç tekrardan oluşan üç ayrı gruplama yapılmıştır. Bunlar, içi pelür kağıdı ile kaplanmış plastik bardaklara, ağızları tek kat tülbent bezi ile kapatılarak +4°C' ye ayarlanmış soğutucuya konulmuştur. 10, 20 ve 30 günlük süreler sonunda soğutucudan alınan deney grupları tekrar tartılarak düşük sıcaklık sonrası yaş ağırlık değerleri elde edilmiştir. Bütün deney grupları ayrı ayrı, küçük şişelere konulmuş ve kloroform/metanol karışımı ilave edilmiştir. Bu gruplarda analiz işlemlerine kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

### 2.2. Yağ ekstraksiyonu

Kontrol ve deney gruplarını oluşturan puplar Folch ve ark. (1957)' nin yöntemlerinden yararlanarak 24 bin devir/dk'ya ayarlı homojenizatörde kloroform:metanol karışımında (v:v, 2:1) homojenleştirildi ve numuneler metilleştirilinceye kadar deep-freeze'de saklandı.

### 2.3. Yağ asitlerinin metil esterlerinin hazırlanması

Deep-freeze'den alınan numunelerin çözücüsü rotary evaporatörde uçuruldu. Yağ örneklerinden 0.1-0.2 gram kadar balonlara aktarıldı ve balonlar sokslet aparatına yerleştirildi. Yağ örneklerinin üzerlerine 4 ml %2'lik NaOH çözeltisinden eklenerek sabunlaşmanın gerçekleşmesi için 10 dakika kaynatıldı. Sabunlaşma tamamlandıktan sonra 5 ml %14 BF<sub>3</sub>-metanol kompleksi eklendi ve 5 dakika kaynatıldı. Daha sonra karışım üzerine 2 ml n-heptan eklendi ve bir dakika kaynamaya bırakıldı. Kaynama tamamlandıktan sonra 4 ml doymuş NaCl çözeltisinden eklendi. Balonlar iyice

kariştirıldıktan sonra faz ayrımı için ayırma hunilerine aktarıldı ve 5-10 dakika beklendi. Bu süre sonunda alttaki sulu kısım atıldıktan sonra üstteki sarı renkli faz viallere aktarılarak analiz edileceye kadar -20 °C'de saklandı (IUPAC, 1979).

#### 2.4. Gaz kromatografik analizler

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka 7890 model FID (Flame Ionization Detector, alev iyonlaştırma dedektörü) dedektörlü ve otomatik injektörlü gaz kromatograf ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde 100 metrelik HP-88 kapiller kolon kullanılmıştır. Gaz kromatografte injektör bloğu sıcaklığı 240 °C, dedektör bloğu sıcaklığı ise 240 °C olarak ayarlanmıştır. Kolona sıcaklık programı uygulanmıştır. Kolonun başlangıç sıcaklığı 50 °C olarak ayarlanmış. Bu sıcaklıkta 10 dakika bekletilmiş daha sonra dakikada 4°C artarak 240 °C'ye ulaşılmıştır. Bu sıcaklıkta da 10 dakika bekletilmiştir. Gaz kromatografın gaz akış hızları hidrojen: 30 ml/dak., kuru hava: 300 ml/dak. ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum:13.38 psi. olarak ayarlanmıştır.

Yağ asiti metil esterleri standartları olarak Supelco 37'lik mix kullanılmıştır. Standartların bağıl alıkonma zamanları (relative retention time) gaz kromatografi cihazında aynı koşullarda analizlenerek belirlenmiştir. Böylece elde edilen standartların bağıl alıkonma zamanları yardımı ile kromatogramlardaki piklere karşılık gelen yağ asitleri belirlenmiştir. Üç tekrarlı olarak elde edilen kromatogramlardaki piklerin yüzde alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak tablolar halinde verilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Anova Testi ile yapılmıştır.

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Düşük sıcaklığa maruz bırakılan *Plodia interpunctella* pupalarının yağ asidi bileşimi gaz kromatografik yöntemle tespit edilmiştir. Kontrol ve deney gruplarına ait yağ asidi bileşimleri Çizelge 1' de ve ağırlık kaybı miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Düşük sıcaklıkta bekletme işlemi sonunda *P. interpunctella* pupalarında uygulama süresine bağlı olarak artan miktarda ağırlık kaybı tespit edilmiştir. En fazla ağırlık kaybı 30 günlük deney gruplarında görülmüş, bu gruplardaki ağırlık kaybı yüzdesi 10, 20 ve 30 günlük düşük sıcaklık (+4°C) uygulamasında sırasıyla %10.6, %16.4 ve %23.3 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç daha önce yapılmış benzer çalışmalarla da uygunluk göstermektedir (Nurulloğlu ve Aksoylar, 1997; Nurulloğlu, 1998; Nurulloğlu ve Kalyoncu, 2000). Yapılan çalışmalarda ağırlık kaybının düşük sıcaklığa karşı korunmada önemli bir faktör olduğu tespit edilmiş (Storey, 1983; Cannon, 1986; Nurulloğlu ve Aksoylar, 1997), düşük sıcaklığa maruz bırakılan türlerde gliserol (Lefevre ve ark., 1989), etilen glikol ve hexitol (Baust, 1982), glukoz (Lenartowicz ve Niemierko, 1968), sorbitol (Churchill ve Storey, 1989) ve trehaloz (Tanno, 1971) miktarlarının önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir.

Kalyoncu ve Aksoylar (1998), azalan sıcaklığa ve süreye bağlı olarak *Pimpla turionellae* dişi pup ve erginlerinde ağırlık kaybının arttığını ve yaş ağırlığı fazla olan pupaların düşük sıcaklığa karşı daha fazla direnç gösterdiğini saptamışlardır.

Gaz kromatografik analizler sonucu C12:0 ile C22:2 arasında 22 adet yağ asiti belirlenmiş, yağ asidi bileşimlerinde en büyük yüzdeler sırasıyla oleik asit (C18:1ω9), palmitik asit (C16:0) ve linoleik asite (C18:2ω6) ait bulunmuştur. Çeşitli ordolara ait böcek türleri ile yapılan çalışmalarda yağ asidi bileşimlerini genel olarak 10-20 karbonlu yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir (Thompson, 1973). Bu çalışmada da *Plodia interpunctella* pupalarının GC analizleri sonucu C12:0 ve C22:2 arasında 22 adet yağ asidi tespit edilmiştir.

Kontrol grubunun yağ asidi bileşiminde %52.07 ile oleik asit en büyük yüzdeye sahiptir. Bunu sırasıyla %23.55 ile palmitik asit ve %14.51 ile linoleik asit takip etmektedir. En düşük oranda bulunan laurik asit (C12:0) ise sadece 10 günlük peryotta tespit edilmiştir. Laurik asit miktarı bakımından kontrol ve diğer deney grupları ile 10 günlük deney grubu arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Çizelge 1. Kontrol ve deney gruplarının yağ asidi kompozisyonları (%)

YAĞ ASİTLERİ	Kontrol grubu (Ort <sup>x</sup> ±S.H)	Bekletme süreleri (+4°)		
		10 gün (Ort <sup>x</sup> ±S.H)	20 gün (Ort <sup>x</sup> ±S.H)	30 gün (Ort <sup>x</sup> ±S.H)
C12:0 <sup>y</sup>	0.03±0.03a	0.06±0.02b	0.00±0.00a	0.00±0.00a
C14:0	0.37±0.15	0.44±0.10	0.37±0.05	0.35±0.04
C15:0	0.07±0.01	0.10±0.02	0.09±0.01	0.08±0.01
C16:0	23.55±0.48a	20.80±1.16b	21.70±0.22cb	22.87±0.53ac
C17:0	0.12±0.03	0.13±0.01	0.13±0.01	0.15±0.03
C18:0	2.68±0.46	2.90±0.09	3.23±0.41	2.92±0.31
C20:0	0.18±0.04	0.05±0.05	0.13±0.05	0.13±0.05
C21:0	0.10±0.02	0.05±0.04	0.09±0.02	0.64±1.07
C22:0	0.07±0.07	0.12±0.10	0.12±0.10	0.08±0.01
C14:1 ω5	0.00±0.00a	0.09±0.03b	0.00±0.00a	0.00±0.00a
C16:1 ω7	3.73±0.16a	2.69±0.24b	1.81±0.07c	2.75±0.32b
C17:1 ω8	0.08±0.02	0.13±0.01	0.09±0.01	0.07±0.06
C18:1 ω9	52.07±1.35	54.58±1.08	53.44±0.38	52.60±1.02
C20:1 ω9	0.12±0.01	0.16±0.01	0.12±0.03	0.11±0.03
C18:2 ω6	14.51±0.49	15.29±1.38	15.67±0.64	15.35±0.94
C18:3 ω6	0.14±0.00	0.16±0.03	0.17±0.04	0.15±0.00
C18:3 ω3	0.58±0.04	0.56±0.06	0.58±0.06	0.53±0.03
C20:2 ω6	0.98±0.55	1.17±0.41	1.34±0.70	0.77±0.69
C20:3 ω6	0.07±0.07	0.13±0.12	0.24±0.05	0.12±0.07
C20:3 ω3	0.18±0.08	0.16±0.13	0.19±0.16	0.00±0.00
C20:5 ω3	0.19±0.03	0.20±0.01	0.21±0.01	0.21±0.01
C22:2 ω6	0.14±0.12	0.00±0.00	0.17±0.02	0.07±0.11
<b>ΣSFA*</b>	<b>27.17±0.83</b>	<b>24.65±1.05</b>	<b>25.95±0.09</b>	<b>27.22±0.96</b>
<b>ΣMUFA*</b>	<b>56.00±1.09</b>	<b>57.65±1.10</b>	<b>55.47±0.29</b>	<b>55.53±0.74</b>
<b>ΣPUFA*</b>	<b>16.79±0.37</b>	<b>17.67±0.00</b>	<b>18.58±0.23</b>	<b>17.20±0.34</b>

\* Değerler üç tekrarın ortalamasıdır.

<sup>y</sup> Tüm satırda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir. P>0.05

\*SFA: Doymuş yağ asitleri; MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri;

PUFA: Çoklu doymamış yağ asitler

S.H. :Standart Hata

Çizelge.2 Düşük sıcaklık uygulaması sonucu süreye bağlı ağırlık kaybı oranları.

Gün	İlk Ağırlık(g) <sup>y</sup>	Son Ağırlık(g) <sup>y</sup>	Ağırlık Kaybı(g) <sup>y</sup>	Ağırlık kaybı(%)
10 Günlük	0.0987	0.0882	0.0105	10.6
20 Günlük	0.0961	0.0803	0.0158	16.4
30 Günlük	0.1093	0.0838	0.0255	23.3

<sup>y</sup> Değerler üç tekrarın ortalamasıdır.

Çalışma genelinde ikinci büyük yüzdeye sahip olan palmitik (C16:0) asit yüzdesi kontrol grubuna göre azalmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Palmitoleik asit (C16:1) oranında kontrol grubuna göre azalma olmuş gruplar arasında ve kontrol grubuna göre deney gruplarında istatistiksel farklılık anlamlı bulunmuştur. Oleik asit (C18:1ω9) yüzdesi en fazla 10 günlük düşük sıcaklık uygulamasında bulunmuştur (%54.58). Kontrol grubuna oranla linoleik asit

miktarında süreye bağlı olarak artış olmakla birlikte 10, 20 ve 30 günlük peryotlar arasında yakın değerlere sahiptir.  $\gamma$ -Linolenik asit (C18:3 $\omega$ 6) yüzdesi kontrol grubuna göre artarken  $\alpha$ -linolenik asit (C18:3 $\omega$ 3) miktarları bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Behenik asit (C22:2) ise 10 günlük peryotta görülmemiş, 20 günlük grupta miktarı kontrol grubuna göre artarken 30 günlük peryotta azalma gözlenmiştir.

Toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi bakımından, en düşük yüzde 10 günlük deney grubunda bulunmuştur (%24.65). 20 günlük grupta bu değer %25.95 iken en yüksek yüzde ise 30 günlük deney grubuna aittir (%27.22).

Toplam tekli doymamış yağ asitleri yüzdesi kontrol grubunda %56.00, 10, 20 ve 30 günlük gruplarda sırayla %57.65, %55.47 ve %55.53 olarak tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitleri yüzdesi en düşük 20 günlük uygulamada, en yüksek 10 günlük uygulamada tespit edilmiştir.

Toplam aşırı doymamış yağ asitleri miktarı en büyük orana (%18.58) 20 günlük düşük sıcaklık uygulanan grupta ulaşırken, en düşük oran (%17.20) 30 günlük deney grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubuna (%16.79) oranla toplam aşırı doymamış yağ asidi yüzdelerinde üç deney grubunda da artış gözlenmiştir. Böceklerde yağ asidi bileşimi, sıcaklık değişikliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bir çalışma sonucu yağ asitlerinin doymuşluk derecesi ile sıcaklık artışı arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıklar doymuş yağ asitlerinin, düşük sıcaklıklar ise doymamış yağ asitlerinin artışına neden olmaktadır (House ve ark., 1958).

Donmaya toleranslı *Eurosta solidaginis* ve donmaya tolerans göstermeyen *Epiblema scudderiana* türlerinin kışlayan larvalarının yağ asidi içeriği ve metabolizması ile ilgili enzimlerin araştırıldığı çalışmada, iki türde de kış mevsiminde doymamış yağ asitleri miktarının arttığı tespit edilmiştir. Vücut sıvılarının akışkanlığının sağlanması için geliştiği düşünülen depo lipit profilindeki bu değişikliklerin, böceğin düşük sıcaklığa karşı direnç metabolizmasında önemli rol oynadığını göstermektedir (Joanisse ve Storey, 1996). Uzun süreli düşük sıcaklık uygulamasının lipid metabolizması üzerinde önemli etkileri olmaktadır. *Galleria mellonella* pupalarının 10, 20 ve 30 gün süre ile +4°C' de bekletilmesi sonucu total lipit ve total yağ asidi miktarlarının süreye bağlı olarak azaldığı ve 30 günlük uygulamada total lipide göre total yağ asidi yüzdesinin diğer uygulama grupları ve kontrol grubuna göre önemli derecede düşük olduğu bulunmuştur (Nurulloğlu ve Kalyoncu, 2000).

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

Bu çalışmada da kontrol grubunda normal şartlarda yetişen pupaların yağ asidi bileşimine benzer sonuçlar elde edilmiş, düşük sıcaklıkta bekletme sonucu süreye bağlı olarak aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesinin süreye bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

Kontrol, 10 gün, 20 gün ve 30 gün süreyle düşük sıcaklık uygulanan deney gruplarına ait  $\Sigma$ SFA, MUFA ve PUFA değerleri ve karşılaştırmaları ise şekil 1'de grafik halinde verilmiştir.

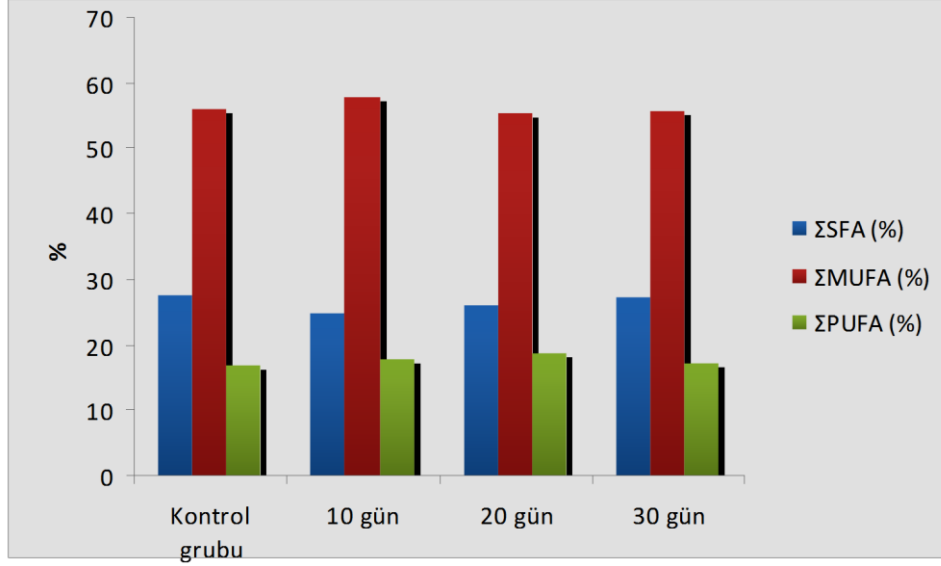
Elde edilen sonuçlara göre yağ asidi bileşimlerinde gruplar arasında miktar olarak artışlar ve azalmalar olmasına rağmen önemli farklar tespit edilmemiştir. Kontrol grubu ve farklı sürelerde düşük sıcaklık uygulanan deney gruplarında, yağ asidi bileşimlerinin en büyük yüzdelerini oluşturan yağ asitleri aynıdır. Gruplar arasında yalnızca kantitatif farklılıklar tespit edilmiştir. Laurik aside sadece 10 günlük grupta rastlanmıştır.

Kontrol grubu ve düşük sıcaklık uygulanan deney gruplarının yağ asidi bileşimlerinde en büyük yüzdeye oleik asit, ikinci büyük yüzdeye palmitik asit ve üçüncü büyük yüzdeye ise linoleik asitin sahip olduğu görülmüş, bu sonuçlar daha önce bu türün farklı evrelerinin incelendiği çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uygunluk göstermiştir (Seven, 2004; Üstüner ve ark., 2010).

Dohino ve ark. (1999), laboratuarda yetiştirilmiş *P. interpunctella*'nin tüm evrelerinin (yumurta, larva, pup ve ergin) -18 °C ye 1.5 -2 saat maruz bırakıldığında öldüklerini görmüşlerdir. Bu çalışmada da +4°C'den alınan deney gruplarından 30 günlük uygulamada laboratuvar şartlarında hareket eden pupalar seçilmiş ve analiz edilmiştir. Soğuga alışmış ve diyapozlu *P. interpunctella* larvalarını kontrol etmek için güvenilir bir tahıl saklama yönetim tekniği henüz geliştirilmemiştir. Depolanmış tahıl zararlılarının kontrolü için düşük sıcaklık kullanımı, kimyasal olmayan böcek kontrol metodları arasında cazip bir kontrol metodu haline gelmektedir (Maier ve ark., 1997; Wilcke ve Cannon, 2002).

Su kaybı, böceklerde donmaya karşı geliştirilmiş bir başka korunma yöntemidir. Su miktarındaki önemli değişiklikler de diapozun karakteristik özelliğidir (Baust ve Rojas, 1985).

Bu çalışma sonucunda, 30 güne kadar düşük sıcaklıkta bekletmenin *P. interpunctella*'nın lipid metabolizmasını olumsuz etkilemediği, pupların düşük sıcaklığa karşı yağ asidi bileşimlerini değiştirerek ve su kaybı ile adaptasyon sağladıkları anlaşılmıştır.



Şekil 1. Kontrol grubu, 10, 20 ve 30 günlük gruplara ait ΣSFA, MUFA ve PUFA değerlerinin karşılaştırılması

### Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi 10201094 no'lu BAP projesi ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Aktümsek A, Nurullahoğlu ZÜ, Kalyoncu L (1997). Düşük sıcaklığın *Dibrachys boarmiae* (Walker) (Hymenoptera:Pyteromalidae) dişi puplarının yağ asidi bileşimine etkileri. *Turkish Journal of Zoology* 21: 223-227.
- Baker J (2000). The Problem; Indian meal moths. [http://impofalaska.homestead.com/files/indian\\_meal\\_moth.html](http://impofalaska.homestead.com/files/indian_meal_moth.html).
- Başhan M (1996). Effect of various diets on the total lipid compositions the black cricket *Melanogryllus desertus* Pall. *Turkish Journal of Zoology* 20:376-379.
- Baust JG (1982). Enviromental triggers to cold hardening. *Comporative Biochemistry and Physiology* 73(A), 563-670.
- Baust JG, Rojas RR (1985). Review-insect cold hardiness: facts and fancy. *Jornal Insect Physiology* 31(10):755-759.
- Cannon RJC (1986) Effects of ingestion of liquids on the cold tolerance of an antartic mite. *Journal Insect Physiology* 32(11):955-961.
- Churchill TA, Storey KB(1989). Metabolic consequences of rapid cycles of temperature change for freeze-avoiding vs freeze-tolerant insect. *Journal Insect Physiology* 35(7):579-585.
- Cohen AC (1990). Fatty acid distributions as related to age, sex and diet in the phytophagous Heteropteran, *Lygus hesperus* (Heteroptera:Miridae). *Journal Entomological Science* 25(1):75-84.
- Colinet H, Hance T, Vernon P, Bouchereau A, Renault, D (2007). Does fluctuating thermal regime trigger free amino acid production in the parasitic wasp *Aphidius colemani* (Hymenoptera:Aphidiinae). *Comparative Biochemistry and Physiology* 147:484-492.

- Dohino T, Masaki S, Matsuoka I (1999). Low temperature as an alternative to fumigation for disinfecting stored products. *Research Bulletin of the Plant Protection Service* (Japan) 35:5–14.
- Fast GP (1970). Insect lipids. In 'Progress in the chemistry of fats and other lipids' (ed. Holman, R.T.), Pergamon Press, USA, 11(2):181-237.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226:497-509.
- Gilbert LI (1967). Lipid metabolism and function in insects. *Advances Insect Physiology* 4:69-211.
- Gold SMW, Dawey KG (1989). The effect of juvenile hormone on protein synthesis in the transparent accessory gland of male *Rhodnius prolixus*. *Insect Biochemistry* 19(2):139-143.
- House HL, Riordan DF, Barlow JS (1958). Effect of thermal conditioning and degree of saturation of dietary lipids on resistance of an insect to a high temperature. *Canadian Journal Zoology* 36 (5):629-632.
- IUPAC (1979). Standards methods for analysis of oils, fats and derivatives. Paquot, C. (ed.), 6th edn, Oxford Pergamon Press, pp. 59–66.
- Joanisse DR, Storey KB (1996). Fatty acid content and enzymes of fatty acid metabolism in overwintering cold-hardy gall insects. *Physiological Zoology* 69(5):1079-1095.
- Kalyoncu L, Aksoylar MY (1998). *Pimpla turionellae* (Hym:Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine tedrici azalan sıcaklığın etkileri. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi 7-10 Eylül 1998, Samsun 3:323-333.
- Krnjaic T, Ilic B (1982). The effect of constant and variable temperatures on the Indian meal moth *Plodia interpunctella*. *Zastita Bilja* 33(3):317-324.
- Lefevre KS, Koopmanschab AB, De Kort CAD (1989). Changes in the concentrations of metabolites in hemolymph during and after diapause in female Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemliana*. *Journal Insect Physiology* 35(2):121-128.
- Lenartowicz E, Niemierko S (1968). The effect of low temperature and starvation on carbohydrate metabolism in larvae of *Galleria mellonella* L. *Journal Insect Physiology* 14:451-462.
- Locatelli DP, Papale G, Daolio E (1990). Evaluation of the resistance to low temperature of eggs of the pyralids *Ephestia kuehniella* (Zell.), *Ephestia cautella* (Wilk.), *Plodia interpunctella* (Hbn.) and *Corcyra cephalonica* (Stainton.). *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura* 22(1):17-30.
- Maier DE, Rulon RA, Mason LJ (1997). Chilled versus ambient aeration and fumigation of stored popcorn, Part 1: temperature management. *Journal of Stored Products Research* 33:39–49.
- Moore RF (1980). The effects of varied amounts of starch, sucrose and lipid on the fatty acid of the boll weevil. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 27:246-254.
- Nurullahoğlu ZÜ, Kalyoncu L (2000). Düşük sıcaklığın *Galleria mellonella* (Lepidoptera:Pyralidae)'nın yağ asidi bileşimine etkileri. Bilimsel Araştırma Projeleri, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Proje No: FEF 98/058.
- Nurullahoğlu ZÜ (1998). Effect of the cold stored host on adult emergence and sex ratio of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae), *The VI. European Congress of Entomology* Ceske Budejovice, Czech Republic, 599.
- Nurullahoğlu ZÜ, Aksoylar MY (1997). Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi bileşimine etkileri. *Turkish Journal of Zoology* 21:295-301.
- Romoser SW, Staffolano JG (1994). The science of entomology. *University of Massachusetts. III Edition*, Winn C. Brown Publishers.
7. Tembhare, R. D. 2000. *Modern Entomology*. Himalaya Publishing H
- Seven SE (2004). *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Konya, 5-15.
- Stanley-Samuelson DW, Jurenka RA, Cripps C, Blomquist GJ, De Renobales M (1988). Fatty acids in insect: Composition, metabolism and biological significance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 9:1-33.
- Stanley –Samuelson DW, Jensen E, Nickerson KW, Tiebel K, Ogg CI, Howard RW (1991). Insect immune response to bacterial infection is mediated by eicosanoids. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 88:1064-1068.
- Storey KB (1983). Metabolism and bound water in overwintering insects. *Cryobiology* 20:365-379.
- Tanno K (1971). Frost injury and resistance poplar sawfly, *Trichiocampus populi*, Okamoto. *Contributions from the Institute of Low Temperature Science* B16:1-41.
- Thompson SN (1973). A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of seven insect orders. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 45:467-482.



- Üstüner P, Kalyoncu L, Aktümsek A (2010). Besinin *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun total lipit ve total yağ asidi bileşimine etkileri. *Süleyman Demirel Üni. Fen Dergisi (E-Dergi)*5:29-37.
- Volkoff N, Vinson SB, Wu ZX, Nettles WC (1992). In vitro rearing of *Trissolcus basalis* (Hymenoptera:Scelionidae) an egg parasitoid of *Nezara viridula* (Hemiptera:Pentatomidae). *Entomophaga* 37(1):141-148.
- Wakayama EJ, Dilwith JE, Blomquist GJ (1980). In vitro biosynthesis of prostaglandins in the reproductive tissues of the male house fly, *Musca domestica* (L.). *American Zoologist Abstract* 1010.
- Wilcke WF, Cannon CA (2002). Managing stored grain insects in fall and winter, Minnesota/Wisconsin Engineering Notes. November 2002 issue, *University of Minnesota Extension Service, University of Minnesota, St. Paul, MN.*
- Wyatt GR (1980). The fat body as a protein factory. *In Insect Biology in the Future, Ed.by Locke, M and Smith, DS., Academic Press New York* 201-226.
- Yıldırım E, Özbek H, Aslan İ (1997). Türkiye'deki önemli depolanmış ürün zararlıları ve mücadeleleri, *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 191, 95s.*
- Zachariasen KE (1985). Physiology of cold tolerance in insects. *Physiological Reviews* 65:799-832.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL DERGİLER KOORDİNATÖRLÜĞÜ  
SELÇUK UNIVERSITY  
COORDINATION UNIT OF SCIENTIFIC JOURNALS  
© 2014 Reproduction is free for scientific studies