

Besinin *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera:Pyralidae) Larva ve Pupunun Toplam Lipid, Yağ Asidi Oranlarına ve Yağ Asidi Bileşimine Etkileri

Pelin Üstüner, Leyla Kalyoncu^{1,*}, Abdurrahman Aktümsek¹

¹Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Alaeddin Keykubat Kampüsü, 42031, Selçuklu, Konya, TURKEY

*yazışılan yazar e-posta: lkalyoncu@selcuk.edu.tr

Alınış: 18 Kasım 2009, Kabul: 18 Mart 2010

Özet: Fındık, yerfıstığı, ceviz, badem ve polen gibi farklı besinlerle beslenen *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera:Pyralidae). larva ve pupalarının toplam lipid ve total yağ asidi yüzdeleri ile yağ asidi bileşimi incelendi. Besin çeşidine göre larvalarda total yağ asidi ve total lipit yüzdelerinde farklılıklar tespit edildi. Total lipide göre total yağ asidi yüzdesi polen, badem, fındık, ceviz ve yer fıstığı ile beslenen larvalarda sırası ile %17.39, 13.65, 13.94, 20.31 ve 13.48 olarak bulundu. Bu larvaların oluşturduğu pupalarda ise total lipide göre total yağ asidi yüzdelerinde istatistiki açıdan fark bulunamadı.

Yağ asidi bileşimi gaz kromatografik yöntemle analiz edildi. Besinlerde en yüksek yüzde badem ve fındıkta oleik asit (C18:1n-9) (%67.42, %80.11), ceviz ve yer fıstığında linoleik asit (C18:2n-6) (%61.16, %49.78), polende ise %38.19 ile linolenik asit (C18:3n-3) olduğu tespit edildi. Ceviz ve fındık ile beslenen larvalarda en yüksek yüzde linoleik aside, badem, polen ve yerfıstığı ile beslenen larvalarda ise oleik aside aitti. Farklı besinle beslenen *P. interpunctella* pupalarında ise polen, badem ve fındık ile beslenenlerde oleik asit, ceviz ve yerfıstığı ile beslenen pupalarda ise en yüksek yüzdenin linoleik aside ait olduğu belirlendi. Diğer yağ asitleri yüzdelerinde besin tipine göre farklılıklar gözlemlendi.

Anahtar kelimeler: *Plodia interpunctella*, total lipid yüzdesi, total yağ asidi yüzdesi, yağ asidi bileşimi, besin.

The Effects of Food on the Total Lipid, Fatty Acid Ratios and Fatty Acid Composition of *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera:Pyralidae) Larvae and Pupae

Abstract: Total lipid, total fatty acids and fatty acid composition of *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera:Pyralidae) larvae and pupae fed by hazelnut, peanut, walnut, almond, and polen were investigated. Food type-related differences in the ratio of total lipid and fatty acids were observed in larvae. The ratios of total fatty acids to total lipids also differed in larvae fed with polen, almond, hazelnut, walnut and peanut and were found as 17.39, 13.65, 13.94, 20.31 and 13.48%, respectively. However, there were no differences in the ratios of total fatty acids to total lipids in pupae. Gas chromatographic investigation of the fatty acid composition of food types revealed that the highest ratios in the foods were oleic acid (C18:1) in almond and hazelnut (67.42 and 80.11%), linoleic acid (C18:2) for walnut and peanut (61.16 and 49.78%), linolenic acid (C18:3n-3) in polen (38.19%). Larvae fed by walnut and hazelnut exhibited the highest ratio of linoleic acid whereas the ratio of oleic acid was the highest for larvae fed by almond, polen and peanut. In the case of pupae oleic acid had highest ratio when pupae were fed by polen, almond and hazelnut. However the ratio of linoleic acid exceeded others when pupae were fed by walnut and peanut. There were also differences in other fatty acid ratios related to food type.

Key words: *Plodia interpunctella*, total lipid ratio, total fatty acid ratio, fatty acid composition, diet.

1. Giriş

Plodia interpunctella (Hübner) depo ürünlerine zarar veren bir böcektir ve Antartika dışında her kıtada bulunur [1]. Kökeni Güney Amerika olan bu kozmopolit tür yaşamını yıl boyunca sıcak ortamlarda sürdürür [2]. *P. interpunctella* dışardan beslenir ve larvalar hem besinin içine hem de yüzeyine bir ağ yapar. *P. interpunctella*'nın etrafı istila etmesi direkt olarak ürün kaybına ve dolaylı olarak ekonomik masrafa neden olur [3,4]. Larvaları ipeğimsi iplikler çıkarır ve hareket ederken bu ipeğimsi ağı bulaştırır ve böylelikle besinlere zarar vermiş olurlar. Larvalar tahıl ve tahıl ürünleri yanında kurutulmuş meyveler, süt tozu, mısır unu, buğday unu, kuru üzüm, kuru erik, fındık, fıstık, çikolata ile katkısız doğal besin ve tohumlarda, kuşyemi, kedi ve köpek mamalarında, bisküvi, makarna gibi çeşitli yiyecek ve tohumlar üzerinde beslenir [2].

Besin bileşenleri bazen böceklerdeki yağ asidi bileşimini etkilemektedir. Böceklerin yağ rezervlerinin bir kısmı bitkisel yağların asimilasyonu ile bir kısmı da besinde bulunan karbohidratlardan sentezlenerek karşılanmaktadır [5]. Bununla birlikte böceklerdeki gelişme evrelerindeki farklılıktan dolayı böcekler ile besinsel yağ asitleri arasındaki ilişkiyi doğru teşhis etmek zordur [6]. Böcekler ergin öncesi evrelerde ergin hayatta kullanılmak üzere besin depoladıklarından ergin öncesi evrelerde alınan besinin kalitesi böceğin ergin evredeki besinsel ihtiyaçlarını da etkileyebilmektedir [7,8].

Genellikle böcekler belirli mineral tuzlara, vitaminlere, proteinlere, enerji için karbohidratlara ihtiyaç duymaktadırlar. Lipid, vitamin A ve C gibi besinler bazı böcek türleri için gerekli moleküllerdir [9].

Lipidlerin böcek biyokimyasında hormonlar, yapısal bileşikler ve enerji kaynağı olarak rol oynadıkları bilinmektedir. Bundan başka yağ asitleri mumların, feromonların ve eikosanoidlerin biyosentezinde öncü rol oynamaktadır [10]. Böcekler yüksek yapılı hayvanlar gibi doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini benzer sentez yoluyla sentezleyebilmektedir [11]. Ayrıca böceğin yaşı ve eşeyi, sıcaklık, ergin beslenmesi ve aktivitenin süresi gibi biyolojik faktörler yağ asidi bileşimini etkilemektedir [12].

P. interpunctella'nın farklı besinlerde beslenen larvalarının yumurta verimi [13], biyolojisi [14], diapozu [15] ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Ancak besinin *P. interpunctella*'nın total lipid ve total yağ asidi yüzdesine ve total yağ asidi bileşimine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu zararlı türün verdiği zararı ve besinsel açıdan lipid ihtiyacını gözlemlemek amacıyla laboratuvar şartlarında kitle halinde üretilmesi gerekmektedir. Besin olarak fındık, fıstık, ceviz, badem, polen gibi farklı lipid yüzdesine sahip besinler kullanılarak, *P. interpunctella* larva ve pupalarının total lipid ve yağ asidi bileşimleri tespit edildi.

2. Materyal ve Metot

2.1. Örneklerin elde edilmesi

Kuru üzümünden alınan *P. interpunctella* pupaları, içinde polen bulunan kavanozun içerisine konuldu ve kavanozun ağzı tülbent beziyle kapatılarak 25-30 gün, 30±5 °C'de ve 65±5 bağıl nemde kapağı açık etüv içerisinde gelişmeye bırakıldı. Polen bulunan kavanozda bu süre içinde *P. interpunctella* pupaları gelişerek ergin fertlere dönüştü. Ergin fertler çiftleştirildi ve yumurta bırakmaları için polen bulunan kavanoza bırakıldı.

Ergin çıkışının görüldüğü günden itibaren 10 ± 3 gün sonra larvalar ortaya çıktı. Larvalar 15 ± 3 gün içerisinde pupa oluşturmaya başladı. Bu pupalardan 20 tanesi içerisinde yine polen olan yeni bir kavanozun içine aktarıldı. Bu şekilde *P. interpunctella* besin ortamı polen olan kavanozlar içerisinde 3 nesil üretildi.

Daha sonra içerisinde besin olarak ayrı ayrı fındık, yerfıstığı, ceviz, badem, polen içeren kavanozlar hazırlandı. Polende yetiştirilen *P. interpunctella* pupaları, bu kavanozların her birine 20 ± 5 'er adet konuldu. Bu besin ortamlarındaki örnekler gelişimlerini tamamladıktan sonra aynı besinden oluşan yeni bir kavanoza alındı ve aynı işlemler üç kez tekrarlanılarak örnekler üç nesil çoğaltıldı. Doğal besin olarak marketlerde açık olarak satılan fındık, yerfıstığı, ceviz ve badem kullanıldı.

2.2. Örneklerin Özütleme

Deney grupları Edmund Bühler 7400 Tübingen marka homojenizatörde 35 000 devir/dak.'da kloroform/metanol (2/1, v/v) karışımında 5 dak. homojenleştirildi. Elde edilen homojenat filtre kağıdından süzülme ve çözücü Rotary Evaporator'de uçuruldu ve sabit tartım için desikatörde bekletilerek total lipid miktarları tespit edildi. Total lipid ve total yağ asitlerinin özütlenmesinde [16]'nın uyguladıkları yöntemler kullanıldı. Metil esterlerinin elde edilmesinde [17]'nin uyguladıkları yöntemlerden yararlanıldı. Yağ asitlerinin metilleştirilmesi % 14 'lük BF_3 -metanol kullanılarak yapıldı. Elde edilen yağ asitleri metil esterleri gaz kromatografik analize kadar derin dondurucuda saklandı.

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka, 6890 N model FID (Flame Ionization Detector, alev iyonlaştırıcı dedektör) dedektörlü otomatik injektörlü gaz kromatografi cihazı ile gerçekleştirildi. Analizlerde DB-23, (60x250 μ m x 0,25 μ m) nominal kapiler yağ asidi kolonu kullanıldı. Enjektör bloğu sıcaklığı 270 °C ve dedektör bloğu sıcaklığı 280 °C'dir. Kolon fırın sıcaklığı 190 °C'den başlayıp 35 dakika devam ederek, dakikada 30 °C artarak 220 °C'ye ulaşım bu sıcaklıkta 5 dak. daha bekletildi. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış ve split oranı 30:1'dir. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi varyans analizi ile yapıldı. Ortalamalar arası önem kontrolü için [18]'in 'Multiple Range Test'i kullanıldı.

3. Bulgular

Besin olarak kullanılan polen, badem, fındık, ceviz ve yer fıstığının total lipid, total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi yüzdeleri Tablo 1'de verilmektedir. Farklı besinlerde (sırası ile polen, ceviz) total lipid yüzdesi 5.11 ile 64.09 arasında değişirken, total yağ asidi yüzdesi 0.76 ile 8.72 arasında değişti. Total lipide göre total yağ asidi yüzdesi polende %14.93, bademde %11.22, fındıkta %10.64, cevizde %13.61, yer fıstığında ise %9.60 olarak belirlendi.

Farklı besinlerle beslenen *P. interpunctella* larvasının total lipid, total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi yüzdeleri Tablo 2'de verilmektedir. Bu değerler larvanın total lipid yüzdesinde, alınan besinin farklılığına göre %15.71 ile %26.59, total yağ asidi yüzdesinde 2.52 ve 4.72 arasında, total lipide göre total yağ asidi oranında ise %13.48 ile %20.31 arasında değişmektedir. *P. interpunctella* pupalarında da besin çeşidine göre total lipid, total yağ asidi yüzdesinde de farklılıklar tespit edildi ve Tablo 3'de bu değerler gösterilmektedir.

Tablo 1. Farklı besinlerin total lipid, total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi oranları.

Besin çeşidi	Total lipid (%) (Ort. ^x ±S.S.)	Total yağ asidi (%) (Ort. ^x ±S.S.)	Total lipide göre total yağ asidi (%) (Ort. ^x ±S.S.)
Polen	5.11±0.46	0.76±0.08	14.93±0.23
Badem	59.95±1.74	6.73±0.23	11.22±0.09
Fındık	62.87±2.87	6.68±0.33	10.64±0.44
Ceviz	64.09±0.94	8.72±0.11	13.61±0.05
Yerfıstığı	51.83±2.06	4.97±0.23	9.60±0.16

^x Değerler üç tekrarin ortalamasıdır.
S.S. Standart sapma

Tablo 2. Farklı besinlerle beslenen *P. interpunctella* larvalarının total lipid, total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi oranları.

Besin çeşidi	Total lipid (%) (Ort. ^x ±S.S.) ^y	Total yağ asidi (%) (Ort. ^x ±S.S.) ^y	Total lipide göre total yağ asidi (%) (Ort. ^x ±S.S.) ^y
Polen	15.17±1.11d	2.52±0.21c	17.39±2.22a
Badem	26.59±0.85a	3.63±0.36b	13.65±0.92b
Fındık	19.40±1.01c	2.71±0.28c	13.94±0.76b
Ceviz	23.18±1.09ab	4.72±0.80a	20.31±2.68a
Yerfıstığı	23.30±3.47b	3.11±0.23c	13.48±1.14b

^x Değerler her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrarin ortalamasıdır.
S.S. Standart sapma

^y Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir.

Tablo 3. Farklı besinlerle beslenen *P. interpunctella* pupalarının total lipid, total yağ asidi ve total lipide göre total yağ asidi oranları.

Besin Çeşidi	Total lipid (%) (Ort. ^x ±S.S.)	Total yağ asidi (%) (Ort. ^x ±S.S.)	Total lipide göre total yağ asidi(%) (Ort. ^x ±S.S.)
Polen	30.01±3.18a	4.55±0.41a	15.17±0.29a
Badem	21.57±3.31bc	3.42±0.77ab	16.40±6.03a
Fındık	20.19±0.10c	2.24±0.34b	11.10±1.72a
Ceviz	19.32±0.41c	3.37±0.83ab	17.40±3.88a
Yerfıstığı	24.57±1.79b	3.07±0.69b	12.41±1.92a

^x Değerler her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrarin ortalamasıdır.
S.S. Standart sapma

^y Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir.

Besin olarak kullanılan polen, badem, fındık, ceviz ve yerfıstığının yağ asidi bileşimi Tablo 4’de verilmektedir. Polende en yüksek oran %38.19 ile linolenik aside bademde %67.42 ile oleik aside, fındıkta %80.11 ile oleik aside, cevizde %61.16 ile linoleik aside yerfıstığında ise %49.78 ile linoleik aside ait olduğu belirlendi.

Farklı besinlerle beslenen *P. interpunctella* son evre larvasının yağ asidi bileşimi Tablo 5’te verilmektedir. Polenle beslenen larvaya ait yağ asidi bileşiminde en büyük oran % 26.28 ile oleik asit, ikinci en büyük orana sahip yağ asidi %20.33 ile linoleik asit, bademle beslenen larvada en büyük orana sahip yağ asidi %42.52 ile oleik asit, ikinci sırada %34.98 ile linoleik asit, fındıkla beslenen larvada en yüksek orana sahip yağ asidi %45.59 ile linoleik asit, ikinci olarak %33.42 ile oleik asit, cevizle beslenen larvada en yüksek orana sahip yağ asidi % 51.94 ile linoleik asit, ikinci olarak %21.68 ile oleik asit, yerfıstığıyla beslenen larvada en yüksek orana sahip yağ asidi %39.23 ile oleik asit, ikinci olarak %26.30 ile linoleik asit olarak belirlendi.

P. interpunctella pupasının yağ asidi bileşimi Tablo 6’da verilmektedir. Polenden alınan pupanın yağ asidi bileşiminde en yüksek oranın %31.65 ile oleik aside, ikinci olarak %27.71 ile palmitik aside ait olduğu görüldü. Bademden alınan pupanın yağ asidi bileşiminde %38.87 ile oleik asit ve %21.55 ile linoleik asit en yüksek orana sahip yağ asitleri olarak belirlendi.

Tablo 4. Farklı besinlerin yağ asidi bileşimi.

Yağ asitleri	Polen (Ort. ^x ±S.S.)	Badem (Ort. ^x ±S.S.)	Fındık (Ort. ^x ±S.S.)	Ceviz (Ort. ^x ±S.S.)	Yerfıstığı (Ort. ^x ±S.S.)
C 6:0	0.08±0.01	0.47±0.71	-	0.23±0.09	0.47±0.09
C 8:0	0.16±0.01	-	0.13±0.05	-	-
C 10:0	0.83±0.02	-	-	-	-
C 12:0	0.94±0.01	-	-	-	-
C 13:0	0.23±0.01	-	-	-	-
C 14:0	2.27±0.01	0.06±0.02	0.05±0.04	0.19±0.13	0.30±0.01
C 15:0	0.57±0.01	-	0.04±0.06	0.20±0.08	0.18±0.01
C 15:1	-	-	-	0.28±0.38	0.30±0.01
C 16:0	18.92±0.02	6.99±0.41	7.05±0.45	6.81±0.76	11.51±0.01
C 16:1n-7	0.50±0.03	0.58±0.03	1.25±1.62	0.22±0.12	0.59±0.01
C 17:0	0.96±0.07	0.73±0.13	-	-	-
C 18:0	3.83±0.03	2.77±0.09	2.17±0.06	1.71±0.82	1.22±0.02
C 18:1n-9	13.23±0.05	67.42±0.42	80.11±0.27	13.02±3.71	35.04±0.05
C 18:2n-6	19.30±0.03	23.45±0.05	9.91±0.33	61.16±0.44	49.78±0.07
C 18:3n-3	38.19±0.11	0.20±0.01	0.20±0.05	16.18±3.94	0.62±0.01

^x Değerler üç tekrarı ortalamasıdır.
S.S Standart Sapma

Tablo 5. Farklı besinlerle beslenen *P. interpunctella* larvalarının yağ asidi bileşimi.

Yağ asitleri	Polen (Ort. ^x ±S.S.) ^y	Badem (Ort. ^x ±S.S.) ^y	Fındık (Ort. ^x ±S.S.) ^y	Ceviz (Ort. ^x ±S.S.) ^y	Yerfıstığı (Ort. ^x ±S.S.) ^y
C 6:0	1.92±0.07a	1.12±0.31b	0.14±0.02d	0.42±0.06c	0.29±0.05cd
C 8:0	-	-	0.10±0.00a	0.24±0.00a	-
C 10:0	1.04±0.03b	1.65±0.30a	0.05±0.01c	0.23±0.01c	-
C 12:0	2.50±0.80a	1.94±0.12b	0.07±0.00c	0.25±0.01d	0.26±0.01d
C 13:0	2.00±0.49a	1.32±0.27b	0.19±0.01c	0.41±0.02c	0.92±0.02b
C 14:0	1.40±0.03a	0.59±0.01b	-	-	-
C 14:1	1.00±0.00a	-	-	0.05±0.01c	0.21±0.01b
C 15:0	1.16±0.41a	1.06±0.43a	-	0.11±0.01b	0.36±0.01b
C 15:1	2.04±1.07a	-	0.07±0.01b	0.30±0.01b	0.34±0.09b
C 16:0	18.08±0.98b	10.38±0.05c	10.69±0.01c	11.20±0.06c	21.69±0.02a
C 16:1n-7	13.42±0.40a	1.09±0.01c	0.03±0.01e	0.48±0.01d	4.29±0.00b
C 17:0	-	-	-	-	0.89±0.01
C 17:1	-	-	-	-	0.82±0.02
C 18:0	3.13±0.29a	2.69±0.02c	2.86±0.07bc	2.67±0.01c	2.97±0.00ab
C 18:1n-9	26.28±0.72d	42.52±0.63a	33.42±0.08c	21.68±0.13e	39.23±0.06b
C 18:2n-6	20.33±0.68c	34.98±0.009c	45.59±0.03b	51.94±0.25a	26.30±0.05d
C 18:3n-3	6.06±1.06b	0.65±0.02c	6.79±0.01b	10.04±0.10a	1.46±0.01c

^x Değerler her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrarı ortalamasıdır.
S.S Standart Sapma

^y Aynı satırda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir (P<0.01).

Tablo 6. Farklı besinlerle beslenen *P. interpunctella* pupasının yağ asidi bileşimi.

Yağ asitleri	Polen (Ort ^x ±S.S.) ^y	Badem (Ort ^x ±S.S.) ^y	Fındık (Ort ^x ±S.S.) ^y	Ceviz (Ort ^x ±S.S.) ^y	Yerfıstığı (Ort ^x ±S.S.) ^y
C 6:0	-	1.35±0.02a	0.71±0.23b	0.50±0.01b	1.33±0.56a
C 8:0	-	-	0.30±0.10b	0.29±0.01b	0.96±0.09a
C 10:0	5.49±0.01a	3.33±0.23b	0.10±0.05d	0.18±0.06d	1.00±0.34c
C 12:0	1.31±0.01b	3.11±0.18a	0.22±0.01c	0.22±0.02c	0.38±0.07c
C 13:0	1.43±0.00b	3.52±0.01a	0.40±0.02d	0.62±0.02c	0.60±0.00c
C 14:0	-	1.13±0.07a	-	-	0.07±0.01b
C 14:1	-	0.96±0.07	-	-	-
C 15:0	2.25±0.00a	0.76±0.07b	-	0.20±0.00c	0.16±0.01c
C 15:1	-	1.31±0.25a	0.99±0.88ab	0.63±0.02ab	0.26±0.06b
C 16:0	23.71±0.01a	10.75±0.18d	18.50±0.09b	11.51±0.13d	13.55±1.07c
C 16:1n-7	10.99±0.0a	1.36±0.05b	-	0.50±0.16d	1.00±0.09c
C 17:0	-	-	-	-	-
C 17:1	-	-	-	-	-
C 18:0	2.08±0.02b	2.44±0.05b	2.70±0.02b	2.50±0.02b	3.57±0.90
C 18:1n-9	31.65±0.01c	38.87±1.40b	62.22±0.42a	25.17±0.07d	29.60±3.21c
C 18:2n-6	14.21±0.01	21.55±15.59b	11.23±0.03b	48.68±0.16a	46.57±4.60a
C 18:3n-3	6.87±0.01b	0.60±0.02e	2.62±0.06c	9.01±0.08a	0.98±0.02d

^x Değerler her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrarın ortalamasıdır.

S.S Standart Sapma

^y Aynı satırda aynı harfi kapsayan değerler birbirinden farklı değildir (P<0.01).

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamız sonucunda farklı besinlerle beslenen *P. interpunctella* larva ve pupasının total lipid yüzdesinde farklılıklar olduğu görüldü. Bir böceğin kapsadığı lipid miktarı ve total lipidlerin bileşimine giren yağ asitleri böceğin gelişme evresine, besinine ve yaşına bağlıdır [19,20] ve vücudun değişik organlarına bağlı farklılıklarda bulunmaktadır. Pek çok böcek türünün besinin yağ asidi bileşiminden sınırlı ölçüde etkilendiği ve doku lipidlerinin bileşimine besinin etkilerinin değişken olduğu belirtilmiştir [21]. Dut yaprağı ile beslenen *Bombyx mori* larva, pupa ve erginlerinin yağ ağırlığa göre total yağ asidi yüzdelerinde birinci larval evreden ergine doğru artışın olduğu saptanmıştır [22]. Çalışmamızda polenle beslenen *P. interpunctella* pupasının yağ asidi yüzdesinin polen ile beslenen larvalara göre yüksek olduğu belirlendi. Bu artışın polenle beslendikten sonra pupa evresine geçen *P. interpunctella*'nın yüksek total lipid yüzdesine bağlı olduğu düşünülebilir. Ancak, diğer besinlerle beslenen larva ve pupalarda besine bağlı olarak total yağ asidi yüzdesi bakımından belirgin bir farklılık gözlenmedi.

Lipidlerin böcek biyokimyasında hormonlar, yapısal bileşikler ve enerji kaynağı olarak rol oynamaları, biyolojide önemi büyük olan yağ asitlerinin enerji depolama, transport ve biyomembranların yapısal bileşenleri olma gibi bütün organizmalarda görülen fonksiyonlarının olması yönünden önemlidir [5]. *P. interpunctella*'nın üzerinde beslendiği besinlerden; ceviz %60-70 [23,24], yer fıstığı %40-50 [25], fındık %57.7 [26], badem %50-60 [23] ve polen ise %4.8 [27] lipid içermektedir. Böcek larvalarının beslenmek ve erginlerinin üremek için kullandığı besin çeşitlerinde de yaptığımız tartımlarda total lipid yüzdeleri polende %5.11, cevizde %64.09, yer fıstığında %51.83, fındıkta %62.87 ve bademde %59.95 oranında bulundu. Bu veriler daha önceki çalışmalarla uygunluk göstermektedir.

Farklı bitki polenlerinde palmitik, oleik asit ve linoleik asit (C18:2) yüzdelerinin yüksek olduğu görülmüştür [28]. Bu çalışmada da linoleik asit ikinci, palmitik asit üçüncü, oleik asit dördüncü yüksek orana sahip yağ asididir. [29]'a göre bademde %68 oleik, %25 linoleik, %4.6-4.8 palmitik, çok az palmitoleik ve stearik ile iz miktarda araşidik asit (20:0) bulunur. Bu durum bizim sonuçlarımızla uygunluk göstermektedir. [26]'a göre fındıkta en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi %73.48-81.57 oranında oleik ve %10-14.95 oranında linoleik asitdir. Bizim çalışmamızda da fındıktaki en yüksek oranların bu iki yağ asidine ait olduğu görüldü. [24]'e göre cevizde yağ asitlerinin başlıcaları oleik asit, linoleik asit ve linolenik asitdir. Bu çalışmada da aynı yağ asitlerinin oranı diğer yağ asitlerinden yüksek bulundu. [25]'e göre fıstıkta palmitik, oleik ve linoleik asit oranı yüksektir. Bizim çalışmamızda da benzer olarak aynı yağ asitleri yüksek oranlarda bulundu.

Farklı besinlerde üretilen her iki evrede de yağ asidi bileşiminde ortak olarak en büyük yüzdeye sahip yağ asitlerinin değişken olmak şartıyla oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit olduğu görüldü. Farklı böcek türleri ile yapılan çalışmalarda, türlere bağlı olarak total yağ asidi bileşiminde bir veya birkaç yağ asidinin yüksek düzeyde olduğu ve farklı evrelerde yağ asidi yüzdelerinde değişiklik olabileceği tespit edilmiştir. *P. interpunctella* ile aynı familyaya ait başka bir tür olan *Galleria mellonella* ile yapılan çalışmada farklı larva evreleri ve pupasının yağ asidi bileşimlerinin büyük bir kısmının oleik asit ve palmitik aside ait olduğu tespit edilmiş ve bu tür üzerinde yetiştirilen *Pimpla turionellae* türünde de benzer sonuçlar elde edilmiştir [30,31]. Ayrıca besinlerde de palmitik, oleik ve linoleik asit oranları yüksek çıkmıştır. Fakat besinlerde larva ve pupanın bu üç yağ asidi karşılaştırıldığında palmitik asit oranı larva ve pupada yüksek, oleik ve linoleik asit oranının değişken olduğu ayrıca larvanın palmitik asit oranının pupadakine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. *P. interpunctella* ile yapılmış önceki çalışmalarda yağ asidi yüzdeleriyle ilgili farklılıkların olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda polen, badem ve yerfıstığında yetişen larvalarda ortak olarak en yüksek orana sahip yağ asidi oleik asit olarak bulundu. [32]'nin yaptıkları çalışmalarda da larva evresine ait yağ asidi bileşiminde en büyük yüzdelere oleik asidin sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda, fındık ve ceviz ile beslenen larvalarda diğer üç besinle beslenmiş larvalardan farklı olarak en yüksek orana sahip yağ asidinin linoleik asit olduğu belirlendi. [33]'nin aynı tür ile yaptığı çalışma sonucunda en yüksek yüzdenin linoleik aside ait olduğunu belirlemiş olmaları da sonucumuzu destekler niteliktedir. Çalışmamızda: polen, badem ve fındıktan alınan pupalarda en yüksek oranlı yağ asidinin oleik asit, ceviz ve yerfıstığından alınan pupalarda ise linoleik asit olduğu tespit edildi.

Polenin yağ asidi bileşiminde bulunan kaprilik asit (C8:0) ve margarik aside (C17:0) polenle beslenen larva ve pupalarda rastlanmadı. Fındık ile beslenen larvalarda miristik ve pentadesilik aside rastlanmazken bu yağ asitleri besinin bileşimine katıldı. Aynı şekilde ceviz ile beslenen larva ve pupalarda bulunan bazı yağ asitlerine cevizin yağ asidi kompozisyonunda rastlanmadı. Bu sonuçlar *P. interpunctella*'nin farklı besinlerle beslenmesi besinin yağ asidi bileşimine giren yağ asitlerinin böceğin larval ve pupa evresinde tamamen değişikliğe neden olmadığını göstermektedir. Besinsel lipidlerin böceğin yağ asidi bileşimine etkisi ile ilgili pek çok çalışma vardır. Böceklerin, özellikle fosfolipid fraksiyonundaki yağ asidi dağılımı sabit değildir. Çünkü değişik gelişim evreleri, besin ve sıcaklık gibi çevresel faktörler, bu dağılımı etkileyebilir. Yapılan bir çalışmada besinde bulunmayan bazı yağ asitlerinin *Anthonomus grandis*'in larva ve

erginlerinde tespit etmişlerdir [34]. *Trichoplusia ni* [35] larvaları diyetdeki yağ asidi kompozisyonunu değiştirebilir. Ayrıca, *Apis mellifera*'nın trigliserid kompozisyonları besinden etkilenmiştir. Besin kompozisyonuna zıt olarak, palmitoleik asidin, *Sarcophaga bullata* ve *Phormia regina*'nın bütün gelişim safhalarında trigliseritlerinde oldukça fazla miktarda olduğu saptanmıştır [36]. *Monosteria lobulifera* Reut. türü ile yapılan besin etkili çalışmada besinin böceğin yağ asidi dağılımına önemli bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır [37].

Bu çalışmada aynı laboratuvar şartlarında farklı besinlerde yetiştirilen *P. interpunctella* türü en kolay polen ve bademde üretildi. Ceviz ve yerfıstığında üremenin biraz daha yavaş, fındıkta ise en uzun sürede olduğu tespit edildi. Bu sonuç biyolojik mücadele çalışmalarında bu türü kültüre almak ve konak olarak kullanmak isteyenler için yol gösterici olabilir.

Kaynaklar

- [1] Rees D., 2004. Insects of Stored of Products, *CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria, Australia*.
- [2] Baker J., 2000. *The Problem: Indian Meal Moths*. [Http://İpmofalaska.Homestead.Com/Files/İndianMealMoth.Html](http://İpmofalaska.Homestead.Com/Files/İndianMealMoth.Html).
- [3] Phillips T.W., Berbert R.C., Cuperus G.W., 2000a. Post-Harvest Integrated Pest Management. In : (Ed.:Francis, F.J.), *Encyclopedia of Food Science and Technology*, 2nd ed. Wiley Inc., New York, p. 2690-2701.
- [4] Mohandas S., Arthur F.H., Zhu K.Y., Throne J.E., 2007. Biology and Management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Pyralidae) in Stored Products, *Journal of Stored Products Research*, 43 (3): 302-311.
- [5] Stanley-Samuels D.W., Jurenka R.A., Cripps C., Blomquist G.J., Renobales M., 1988. Fatty Acid in Insect Composition Metabolism and Biological Significance, *Archives Insect Biochemical Physiology*, 9: 1-33.
- [6] Moore R.F., 1980. The Effects of Varied Amounts of Starch, Sucrose and Lipids on The Fatty Acids of The Boll Weevil, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 27: 246-254.
- [7] House H.I., 1974. Nutrition, In "The Physiology of Insect", Vol. V. (Ed.By Rockstein) Academic Pres, New York, p.1-62.
- [8] Emre İ., 1988. Meridik Bir Besinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Ergin Dişilerinin Yumurta Verimine Etkisi, *Doğa Türk Biyoloji Dergisi*, 12 (2): 101-105.
- [9] Hagen K.S., Dadd R.H., Reese J., 1984. The Food of Insects, in *Ecological Entomology* (Ed.: Huffaker C.B. & Robb R.L.), 79-112.
- [10] Wakayama E.J., Dillwith J.E., Blomquist G., 1980. In Vitro Biosynthesis of Prostaglandins in The Reproductive Tissues of The Male House Fly *Musca domestica* (L.). *American Zoologist Abstract*, 1010.
- [11] Thompson S.N., 1979. The Effect of Dietary Carbohydrate on Larval Development and Lipogenesis in The Parasite, *Exeristes roborator* (Fabricius) (Hymenoptera:Ichneumonidae), *Journal of Parasitology*, 65 (6): 849-854.
- [12] Cohen A.C., 1990. Fatty Acid Distributions as Related to Adult Age, Sex and Diet in The Phytophagous Heteropteran, *Lygus hesperus* (Heteroptera:Miridae), *Journal of Entomological Science*, 25 (1): 75-84.
- [13] Johnson J.A., Wofford P.I., Whitehand L.C., 1992. Effect of Diet and Temperature on Development Rates, Survival and Reproduction of The Indianmeal Moth (Lepidoptera: Pyralidae), *Journal of Economic Entomology*, 85: 561-566.
- [14] Allotey J., Goswami L., 1990. Comparative Biology of Two Phycid Moths, *Plodia interpunctella* (Hüb.) and *Ephestia cautella* (Wlk.) on Some Selected Food Media, *Insect Science and Its Application*, 11: 209-215.
- [15] Johnson J.A., Wofford P.I., Gill R.F., 1995. Developmental Thresholds and Degree-Day Accumulations of Indianmeal Moth (Lepidoptera: Pyralidae) on Dried Fruits And Nuts, *Journal of Economic Entomology*, 88: 734-741.
- [16] Folch J., Less M., Sloane Stanley G.H., 1957. A Simple Method for The Isolation and Purification of Total Lipids From Animal Tissues, *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.

- [17] Moss C.W., Lambert M.A., Mervin W.H., 1974. Comparison of Rapid Methods For Analysis of Bacterial Fatty Acids, *Applied Microbiology*, 28: 80-85.
- [18] Duncan D.B., 1955. Multiple range and multiple F tests, *Biometrics*, 11: 1-14.
- [19] Barlow J.S., 1966. Effects of Diet on The Composition of Body Fat in *Lucilia Sericata* (Meigen), *Nature*, 212: 1478-1479.
- [20] Moore R.F., Taft H.M., 1970. Fatty Acid in Lipid Fractions of Early And Late Stage Larvae of *Heliothis Zea* and in The Diet, *Annals of The Entomological Society of America*, 63: 1275-1279.
- [21] Thompson S.N., Barlow J.S., 1972. The Consistency of The Fatty Acid Pattern of *Galleria mellonella*, Reared on The Fatty Acid Supplemented Diets, *Canadian Journal of Zoology*, 50: 1033-1034.
- [22] Nakasone S., Ito T., 1967. Fatty Acid Composition of The Silkworm, *Bombyx mori* L. *Journal of Insect Physiology*, 13, 1237-1246.
- [23] Özyurt S., 1992. *Ekonomik Botanik*. Erciyes Üniversitesi Yayınları, , Kayseri, p. 96-101
- [24] Akça Y., Kara H., Yazıcıgil Z., Öztekin Y., Özgen M., Sütyemez M., Kalyoncu L., 2006. Fatty Acid and Dietary Fibre Content of Walnut (*Junglans regia* L.) Varieties Grown in Turkey, *Asian Journal of Chemistry*, 12 (2): 1361-1365.
- [25] Yoshida H., Hirakawa Y., Tomiyama Y., Nagamuzi T., Mizushima Y., 2005. Fatty Acid Distributions of Triacylglycerols and Phospholipids in Peanut Seeds (*Arachis Hypogea* L.) Following Microwave Treatment, *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 3-14.
- [26] Balta M.F., Yarılgaç T., Aşkın M.A., Küçük M., Balta F., Özrenk K., 2006 . Determination of Fatty Acid Compositions, Oil Contents And Some Quality Traits of Hazelnut Genetic Resources Grown in Eastern Anatolia of Turkey, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 681-686.
- [27] Schmidt J.O., 1997. Bee Products Chemical Compositions and Application. International Conference on Bee Products: Properties Applications and Apitherapy, Israel, p. 15.
- [28] Saa-Otero M.P., Diaz-Losada E., Fernandez-Gomez E., 2000. Analysis of Fatty Acids, Proteins and Ethereal Extract in Honeybee Polen, *Grana*, 39: 175-181.
- [29] Shi Z., Fu Q., Chen B., Xu S., 1999. Analysis of Physiochemical Property and Composition of Fatty Acid of Almond Oil, *Chinese Journal of Chromatography*, 17 (5): 506-507.
- [30] Aktümsek A., Aksoylar M.Y., 1987. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Yağ Asidi Bileşimi, *Doğa Türk Biyoloji Dergisi*, 11 (1): 10-18.
- [31] Aktümsek A., Nurullahoğlu Z.Ü., Kalyoncu L., 2000. *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) Larva ve Pupunun Yağ Asidi Bileşimi, *Selçuk Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 17: 29-32.
- [32] Subramanyam B.H., Cutkomp L.K, 1987. Total Lipid and Fatty Acid Composition in Male and Female Larvae of Indianmeal Moth And Almond Moth, (Lepidoptera:Pyralidae), *Great Lakes Entomologist*, 20: 99-102.
- [33] Shastri-Bhalla K., Consigli R.A., 1994. Lipid And Fatty Acid Analysis of Uninfected and Granulosis Virus –Infected *Plodia interpunctella* Larvae, *Journal of Invertebrate Pathology*, 63: 249-254.
- [34] Lambremont E.N., Blum M.S., Schrader R.M., 1964. Storage And Fatty Acid Composition of Tryglicerides During Adult Diapause of the Boll Weevil. *Annals of The Entomological Society of America*, 57: 526-532.
- [35] Nelson D.R., Sukkestad D.R., 1968. Fatty Acid Composition of The Diet and Larvae and Biosynthesis of Fatty Acids From ¹⁴c-Acetate in The Cabbage Looper, *Trichoplusia ni*, *Journal of Insect Physiology*, 14: 293-300.
- [36] Harlow R.D., Lumb R.H., Wood R., 1968. Insect Lipids: Carbon Number Distribution of Triglycerides in Five Species, *Comparative Biochemistry Physiology*, 30: 761-769.
- [37] Çakmak Ö., Başhan M., Bolu H., 2005. *Monosteria lobulifera* Reut. (Heteroptera:Tingidae) Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17 (4): 637-643.