

T.C.
DICLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI BESİNLERİN *TROGODERMA GRANARIUM*
(COLEOPTERA: DERMESTIDAE)'UN
LARVA ve ERGİNİNİN YAĞ ASİDİ İÇERİĞİNE ETKİLERİ

Emine ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

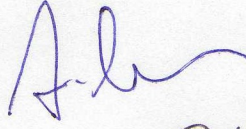
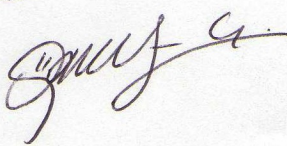

DIYARBAKIR

Haziran 2011

T.C
DICLE UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DIYARBAKIR

Emine ÇELİK tarafından yapılan “Farklı besinlerin *Trogoderma granarium*'un larva ve erginin yağ asidi içeriğine etkileri ” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

<u>Ünvanı</u>	<u>Adı Soyadı</u>	
Başkan: Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN		
Üye: Doç. Dr. Özlem ÇAKMAK (Danışman)		
Üye: Doç. Dr. Elif İpek SATAR		

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 28/06/2011

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

28/06/2011

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve yazımında bilgi ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Özlem ÇAKMAK'a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmamızda kullandığımız böceğin teŐhisini yapan Dr. Tomas Pavlicek ve fotoğraflarının çekilmesinde emeği geçen, Doç. Dr. Ali SATAR ve Yrd. Doç. Dr. Halil BOLU'ya; çalışmalar için uygun Őartları temin eden Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığına ve Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN'a; laboratuvar çalıŐmalarımnda ve analizlerin yapılmasında yardımda bulunan Semra KAÇAR'a; her türlü yardımını esirgemeyen arkadaşlarım Melek POLAT ve mer ACAR'a teşekkür ederim.

09-EF-16 no'lu proje ile maddi katkı sağlayan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatrlğ'ne teŐekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	IX
ŞEKİL LİSTESİ.....	X
EK LİSTESİ.....	XI
KISALTMA VE SİMGELER.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı.....	2
1.2. Böceklerde Yağ Asitlerinin Fonksiyonu.....	3
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Böceklerdeki Genel Yağ Asidi Dağılımı ile İlgili Çalışmalar.....	4
2.2. <i>Trogoderma granarium</i> 'un Yayılışı ile İlgili Çalışmalar.....	6
2.3. <i>Trogoderma granarium</i> 'un Biyolojisi ile İlgili Çalışmalar.....	8
2.4. Böceklerdeki Yağ Asidi Dağılımını Etkileyen Etmenler ile İlgili Çalışmalar.....	8
2.5. <i>Trogoderma granarium</i> ile İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar.....	11
2.6. <i>Trogoderma granarium</i> ile İlgili Yapılan Yağ Asidi Analizi Çalışmaları.....	11
3. MATERYAL VE METOD.....	13
3.1. Analizleri Yapılan Böcek Türü Hakkında Genel Bilgiler.....	13
3.1.1. <i>T. granarium</i> 'un Sistematikteki Yeri.....	13
3.1.2. Yaygın Adı.....	13
3.1.3. Tanımı.....	13
3.1.4. Yayılışı.....	14
3.1.5. Genel Etkileri (Zararları).....	15

3.1.6	Biyoloji ve Ekoloji.....	15
3.1.7.	Yaşam Döngüsü.....	17
3.1.8.	Savaşı.....	18
3.2.	Örneklerin Elde Edilmesi.....	18
3.3.	Stok Kültürün Oluşturulması.....	18
3.4.	<i>Trogoderma granarium</i> Farklı Besinlerde Beslenmesi.....	19
3.5.	Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine Dönüştürülmesi.....	19
3.6.	Gaz Kromatografi Koşulları.....	20
3.7.	Verilerin Değerlendirilmesi.....	22
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA.....	23
4.1.	Farklı Besinlerin <i>T. granarium</i> ' un Ergine Geçiş Süresine Etkisi.....	23
4.2.	Dövme ile Beslenen <i>T. granarium</i> Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit, Monoaçilgliserol, Diaçilgliserol, Triaçilgliserol ve Kolesterol gibi Çeşitli Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği.....	25
4.3.	<i>T. granarium</i> ' un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği.....	29
4.3.1.	Dövme ile Beslenen <i>T. granarium</i> ' un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği.....	29
4.3.2.	Pirinç ile Beslenen <i>T. granarium</i> ' un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği.....	29
4.3.3.	Kepek ile Beslenen <i>T. granarium</i> ' un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği.....	30
4.3.4.	Mısır Unu ile Beslenen <i>T. granarium</i> ' un Larva Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği.....	31
4.3.5.	Ceviz ile Beslenen <i>T. granarium</i> ' un Larva Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği.....	31
4.3.6.	Böceğin Yağ Asidi Dağılımı.....	37
4.3.7.	Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler.....	37
4.3.8.	Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi	37

4.4.	Farklı Besinlerle Beslenen <i>Trogoderma granarium</i> ' un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA Yüzdelerinin Karşılaştırılması.....	43
4.5.	Farklı Besinlerle Beslenen <i>Trogoderma granarium</i> ' un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması.....	46
4.6	Farklı Besinlerin Yağ Asidi İçeriği.....	51
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	53
6.	KAYNAKLAR.....	55
EKLER	65
ÖZGEÇMİŞ	74

ÖZET

FARKLI BESİNLERİN *TROGODERMA GRANARIUM* (COLEOPTERA: DERMESTIDAE)'UN LARVA ve ERGİNİN YAĞ ASİDİ İÇERİĞİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine ÇELİK

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2011

Bu çalışmada, *Trogoderma granarium*'un fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşiminin besinlere bağlı değişimleri üzerinde durulmuştur.

Dövme, pirinç, kepek, mısır unu ve ceviz gibi farklı besinlerle beslenen *Trogoderma granarium* larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzdeleri ile besinin yağ asidi yüzdeleri araştırılmıştır.

Böceklerin başlangıç örnekleri Diyarbakır ilindeki buğday ambarlarından 2009 yılının Nisan-Mayıs aylarında toplanılmıştır.

Böceklerin larva ve erginlerindeki fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri ile besinlerin yağ asidi içeriği, yağ asidi standartları kullanılarak, gaz kromatografi ile belirlenmiştir.

Trogoderma granarium'un larva ve erginlerinin yağ asidi bileşimlerinin büyük bir kısmının oleik, palmitik, linoleik ve linolenik asitlerinin oluşturduğu; stearik, hegzadekadioneik, palmitoleik, miristik ve laurik asitlerin düşük yüzdelerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Gaz kromatografi koşullarına göre; besinlerde en yüksek yüzdeler doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (16: 0), tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit (16: 1n-7), oleik asit (18: 1n-9), aşırı doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (18:2n-6) ve cevizde linolenik asit (18: 3n-3) olduğu tespit edilmiştir.

Dövme, pirinç, kepek, mısır unu ve ceviz ile beslenen larvalarda fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarında en yüksek yüzdeler oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit yüzdesi yüksek bulunmuştur.

Dövme, pirinç ve kepek ile beslenen erginlerde fosfolipit fraksiyonunda en yüksek yüzdeler oleik asit, linoleik asit ve palmitik aside, triaçilgliserol fraksiyonunda en yüksek yüzdeler pirinç ile beslenen erginlerde palmitik asit, oleik asit; kepek ile beslenen erginlerde linoleik asit, palmitik asit; dövme, mısır unu ve ceviz ile beslenen erginlerde oleik asit, linoleik asit ve palmitik aside ait olduğu belirlenmiştir.

Diğer yağ asidi yüzdelerinde besin tipine göre farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Coleoptera, Dermestidae, *Trogoderma granarium*, Fosfolipit, Triaçilgliserol, Yağ Asidi İçeriği

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT DIETS ON FATTY ACID COMPOSITION OF TROGODERMA GRANARIUM (COLEOPTERA: DERMESTIDAE) LARVAE AND ADULTS

MS THESIS

Emine ÇELİK

DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2011

In this study, it is focused on the change of the fatty acid composition in phospholipid and triacylglycerol fractions of *Trogoderma granarium* according to nutrient.

The study includes investigation of the percentages of fatty acid of nutrient and the fatty acid percentages in phospholipid and triacylglycerol fractions of *Trogoderma granarium* larvae and adult, which feed on grain, rice, pellicle, corn flour and walnut.

First samples of insects were collected from grain stores in Diyarbakır in April and May, 2009.

The fatty acid composition of nutrients and the fatty acid composition in phospholipid and triacylglycerol fractions of *Trogoderma granarium* larvae and adults using fatty acid standarts by gas chromatography.

It is found that most of the fatty acid composition of the larvae and adults of *Trogoderma granarium* were oleic acid, palmitic acid, linoleic acid and linolenic acid; the percentages of stearic acid, heksadecadioneic acid, palmitoleic acid, miristic acid and lauric acids were low.

According to conditions of gas chromatography the highest percentages in nutrients were found; palmitic acid (16:0), one of the saturated fatty acid, palmitoleic acid (16: 1n-7), oleic acid (18: 1n-9), both of the monounsaturated fatty acid, linoleic acid (18: 2n-6) and linolenic acid (18: 3n-3) in walnut, both of the polyunsaturated fatty acid.

For larvae feeding on grain, rice, pellicle, corn flour and walnut the highest percentages in phospholipid were oleic acid, linoleic acid and palmitic acid.

For adults feeding on grain, rice and pellicle phospholipid fractions of the highest percentages of oleic acid, linoleic acid and palmitic acid; in triacylglycerol fractions the highest percentages of palmitic acid and oleic acid for adults feeding on rice; linoleic acid and palmitic acid for adult feeding on pellicle; oleic acid, linoleic acid and palmitic acid for adult feeding on grain, corn flour and walnut were found.

Differences according to nutrient types were observed the other fatty acid percentages.

Key words: Coleoptera, Dermestidae, *Trogoderma granarium*, Fatty Acid Composition, Phospholipid, Triacylglycerol.

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.	Otuz metrelik kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları	21
Çizelge 4.1.	<i>T. granarium</i> 'un farklı besinlerde, gelişme dönemi için geçen ortalama süreler	24
Çizelge 4.2.	Dövme ile beslenen <i>T. granarium</i> larvalarının fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol, triaçilgliserol ve kolesterol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	27
Çizelge 4.3.	Dövme ile beslenen <i>T. granarium</i> erginlerinin fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol, triaçilgliserol ve kolesterol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	28
Çizelge 4.4.	Dövme ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	32
Çizelge 4.5.	Pirinç ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	33
Çizelge 4.6.	Kepek ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	34
Çizelge 4.7.	Mısır unu ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	35
Çizelge 4.8.	Ceviz ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	36
Çizelge 4.9.	Farklı besinlerle beslenen <i>T. granarium</i> 'un larvalarının fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriği	47
Çizelge 4.10.	Farklı besinlerle beslenen <i>T. granarium</i> 'un ergin bireylerinin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriği	48
Çizelge 4.11.	Farklı besinlerle beslenen <i>T. granarium</i> 'un larvalarının triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği	49
Çizelge 4.12.	Farklı besinlerle beslenen <i>T. granarium</i> 'un ergin bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği	50
Çizelge 4.13.	Farklı besinlerin yağ asidi içeriği	52

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1.	<i>T. granarium</i> 'un, yumurta, larva, prepupa, pupa ve ergini	14
Şekil 3.2.	<i>T. granarium</i> 'un dünyadaki yayılışı	15
Şekil 3.3.	<i>Trogoderma granarium</i> 'un yaşam döngüsü	17
Şekil 3.4.	İnce tabaka kromatografisi ile başlıca lipit sınıflarının birbirinden ayrılmaları	20
Şekil 4.1.	Dövme ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA yüzdelerinin karşılaştırılması	43
Şekil 4.2.	Pirinç ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA yüzdelerinin karşılaştırılması	43
Şekil 4.3.	Kepek ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA yüzdelerinin karşılaştırılması	44
Şekil 4.4.	Mısır unu ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA yüzdelerinin karşılaştırılması	44
Şekil 4.5.	Ceviz ile beslenen <i>T. granarium</i> 'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA yüzdelerinin karşılaştırılması	45

EK LİSTESİ

<u>Ek No</u>		<u>Sayfa</u>
EK 1.	<i>Trogoderma granarium</i> 'un larvası	65
EK 2.	<i>Trogoderma granarium</i> 'un dişi ergini	66
EK 3.	<i>Trogoderma granarium</i> 'un erkek ergini	67
EK 4.	<i>Trogoderma granarium</i> 'un farklı evreleri bir arada	68
EK 5.	Yağ asidi standart kromatogramı (13: 0, 15: 0, 17: 0, 19: 0, 21: 0)	69
EK 6.	Yağ asidi standart kromatogramı (16: 0, 18: 0, 18: 1n-9, 18: 2n-6, 18: 3n-3)	70
EK 7.	Yağ asidi standart kromatogramı (20: 1n-9, 20: 2n-6, 20: 4n-6, 20: 5n-3)	71
EK 8.	Cevizle beslenen <i>T. granarium</i> 'un larvasının fosfolipit yağ asidi kromatogramı	72
EK 9.	Pirinçle beslenen <i>T. granarium</i> 'un larvasının triaçilgliserol yağ asidi kromatogramı	73

KISALTMA VE SİMGELER

SFA	: Saturated Fatty Acids: Doymuş yağ asitleri
MUFA	: Monounsaturated Fatty Acids: Tekli doymamış yağ asitleri
PUFA	: Polyunsaturated Fatty Acids: Aşırı doymamış yağ asitleri
AA	: Arakidonik asit: C20:4n-6
EPA	: Eikosapentaenoik asit: C20:5n-3
LA	: Linoleik asit: C18:2n-6
MG	: Monoağılglicerol
DG	: Diağılglicerol
PL	: Fosfolipit
TAG	: Triağılglicerol
C20 PUFA	: Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri

1. GİRİŞ

Dünyada en fazla bulunan hayvan türü böceklerdir. Yaklaşık 1 milyon türü vardır. İnsanlar, böcekleri hastalık bulaştıran zararlılar veya tarımsal ürünleri tüketen canlılar olarak kabul eder. Aslında böceksiz bir yaşam düşünülemez. Böcekler tozlaşmada görev alırlar, bal ve ipek gibi faydalı maddeleri üretirler. Meksika gibi bazı ülkelerde besin kaynağı olarak kullanılan böcekler, biyosferde ölü materyallerin yok edilmesinde de rol oynarlar (Defoliart 1999).

Böcekler, genel biyolojiyi anlamamızı kolaylaştıran araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Birçok metabolik mekanizmalar, böceklerde ve omurgalılarda ortaktır. Çoğu yönden böceklerdeki yağ metabolizması, omurgalılardakine göre daha az komplekstir. Bu nedenle yağ metabolizmasının temelini anlamada böcekler geçerli bir model sistemi oluşturmaktadırlar (Canavoso ve ark. 2001).

Yağ asitlerinin, tüm organizmalarda birçok biyolojik fonksiyonları vardır. Bunlar hücre ve organel zarlarının yapısına girerler. Biyolojik enerji için depo ve transfer maddesi olarak kullanılır. İkincil habercilerin, prostaglandinlerin, tromboksan ve lökotrien gibi biyolojik bakımdan aktif bileşikler olan eikosanoidlerin öncül maddeleri olarak iş görürler. Bu işlevlere ek olarak böceklerde, mumların ve feromonların biyosentezinde öncül olan yağ asitleri, aynı zamanda korunma salgılarının bileşenlerini oluştururlar (Stanley-Samuelson ve ark. 1988).

Besin bileşenleri, bazen böceklerdeki yağ asidi bileşiminin şeklini kuvvetli bir şekilde etkilemektedir. Buna göre böceklerin yağ rezervlerinin bir kısmı bitkisel yağların asimilasyonu ile bir kısmı da besinde bulunan karbonhidratlardan sentezlenerek karşılanmaktadır (Stanley-Samuelson ve ark. 1988). Bununla birlikte böceklerdeki ve gelişme evrelerindeki farklılıktan dolayı böcekler ile besinsel yağ asitleri arasındaki ilişkiyi doğru teşhis etmek zordur (Moore 1980). Böcekler ergin öncesi evrelerde, ergin hayatta kullanılmak üzere besin depoladıklarından ergin öncesi evrelerde alınan besinin kalitesi böceğin ergin evredeki besinsel ihtiyaçlarını da etkileyebilmektedir (House 1974, Emre 1988).

Genellikle böcekler belirli mineral tuzlara, vitaminlere, proteinlere, enerji için karbohidratlara ihtiyaç duymaktadırlar. Lipit, vitamin A ve C gibi besinler bazı böcek türleri için gerekli moleküllerdir (Hagen ve ark. 1984).

Lipitlerin böcek biyokimyasında hormonlar, yapısal bileşikler ve enerji kaynağı olarak rol oynadıkları bilinmektedir. Bundan başka yağ asitleri mumların, feromenlerin ve eikosanoidlerin biyosentezinde öncü rol oynamaktadır (Wakayama ve ark. 1980). Böcekler yüksek yapılı hayvanlar gibi doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini benzer sentez yoluyla sentezleyebilmektedir (Thompson 1979). Ayrıca böceğin yaşı ve eşeyi, sıcaklık, ergin beslenmesi ve aktivitenin süresi gibi biyolojik faktörler yağ asidi bileşimini etkilemektedir (Cohen 1990).

1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı

Lipitler, canlı organizmalar tarafından kullanılan, suda çözünmeyen organik biyomoleküllerdir. Lipitlerin yapısını uzun hidrokarbon zincirleri içeren yağ asitleri oluşturur. Bütün yağ asitleri bir ucunda bir metil grubu, uzun hidrokarbon zinciri ve diğer ucunda bir karboksil grubu bulundurur. Yağ asitleri uzun hidrokarbon zincirindeki bağ, sayı ve uzunluklarının farklılaşmasına göre incelenebilir. Hidrokarbon zincirinde çift bağ içermeyenlere doymuş yağ asitleri denir. Bitki ve hayvanlarda en genel olanları, 16 karbonlu palmitik asit ve 18 karbonlu stearik asittir. Çift bağ içeren yağ asitleri, doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilir. Yapısında tek çift bağ içeren yağ asitlerine, tekli doymamış yağ asitleri denir. Organizmalarda en fazla bulunanlar 16 karbonlu palmitoleik asit ve 18 karbonlu oleik asittir. Yapısında birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerine çoklu doymamış yağ asitleri denir. Bunlara örnek 18 karbonlu iki çift bağ içeren linoleik asit, 18 karbonlu üç çift bağ içeren linolenik asit verilebilir. Zincir uzunluğu, sayısı ve çift bağın pozisyonu yağın biyolojik özelliklerini belirlemektedir (Burr ve Burr 1929, Voet ve Voet 1990).

Bitkiler, linoleik ve linolenik asite kadar olan yağ asitlerini sentezlerler. Böceklerin çoğunluğu dahil, hayvanlar bu iki temel yağ asitlerini sentezleyemezler ve bunları bitkilerden sağlarlar. Hayvanlar, bu iki bileşeni kullanarak zincir uzatma ve desaturaz reaksiyonları ile arakidonik ve eikosapentaenoik asitler gibi 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini sentezlerler.

1.2. Böceklerde Yağ Asitlerinin Fonksiyonu

Böceklerin yedek besin maddesi olarak biriktirdiği yağ miktarı, ortalama olarak larvaların kuru ağırlığının %30'u, erginlerin ise %20'sini oluşturur. Bu değer bazı Lepidoptera larvalarında %80 gibi bir orana ulaşır.

Çoğu böceklerde, yağ asitlerinin büyük bir kısmını triaçilgliserol oluşturur. Triaçilgliseroller, çeşitli ekolojik ve fizyolojik ihtiyaçlara göre mobilize olabilen bir depo görevi görürler. Yağ enerji depoları, böceklerin yumurtalarının olgunlaşmasında, hibernasyon döneminde ve lokomotor aktivitelerinde enerji kaynağı olarak görev alır. Fosfolipitler, hücre ve organellerin membranların yapısında yer alarak hücre biyolojisinde yapısal ve fonksiyonel yönden önem kazanmışlardır. Bu anlamda yağ asitlerinin başlıca biyolojik önemleri; hidrokarbonların, mumların, feromenlerin ve aşırı doymamış yağ asitlerinin biyosentezinde öncül maddelerdir. Ayrıca korunma salgılarında bileşenlerini oluştururlar (Stanley-Samuelson ve ark. 1988).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Böceklerdeki Genel Yağ Asidi Dağılımı ile İlgili Çalışmalar

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

Birçok böcekte, yağ asidi profilinin farklı gelişim evrelerinde değiştiği öne sürülmüştür (Stanley-Samuelson ve ark. 1988). Yağ asidi dağılımı, *Dacus oleae* (Madariaga ve ark. 1974), *Ceratitis capitata* (Pagani ve ark. 1980) ve *Galeria mellonella*'nın (Janda 1975) gelişim evrelerine göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca *Periplaneta americana*'nın embriyonik gelişimi sırasında da yağ asidi dağılımında değişimler gözlenmiştir (Kinsella 1966).

Böceklerin özellikle fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi dağılımı sabit değildir. Zira değişik gelişim evreleri, besin ve sıcaklık gibi çevresel faktörler, bu dağılımı etkileyebilir.

Culex torsalis larvalarında oleik asit, ergine oranla düşük bulunmuştur (Takata ve Harwood 1964). *Dentroctenus frontalis*'in yumurta, larva, pupa ve erginlerinin fosfolipit yağ asidi profilinin farklı olduğu saptanmıştır (Hodges ve Barras 1974). *Manduca sexta* da benzer bulgular elde edilmiştir. Böcekler, pupa evrelerinde enerji ihtiyaçlarını depo edilen trigliseridlerden karşılar. Pupa evresi boyunca trigliserid yavaşça tüketilir, metamorfozun sonuna doğru tüketim hızlanır (Ogg ve Stanley-Samuelson 1992). *Myrmeleon inconspicuus*'un larva ve ergininin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşenlerinin her ikisinde de ergin evrede palmitoleik asitte düşüş gözlenirken, linoleik asitte ise yükseliş saptanmıştır (Çakmak ve ark. 2004). Holometabol böceklerin yumurta, larva, pupa ve ergin evrelerindeki yağ asidi kompozisyonlarında görülen farklar (Ogg ve Stanley-Samuelson 1992) hemimetabollere göre daha belirgindir. Çünkü tam metamorfoz geçiren holometabol böceklerdeki doku organizasyonu derecesi, yarı metamorfoz geçiren hemimetabol böceklerden daha komplekstir (Cripps ve De Renobales 1988).

Thompson (1973); Lepidoptera, Hemiptera, Ortoptera, Diptera, Hymenoptera ve Dictyoptera ordolarına ait türlerin, yağ asitleri ile ilgili yaptığı derlemede miristik

(14:0), miristoleik (14:1), palmitik (16:0), palmitoleik (16:1n-7), stearik (18:0), oleik (18:1n-9), linoleik (18:2n-6) ve linolenik (18:3n-6) asitlerin böceklerde oluştuğu; ordolar arasında bazı yağ asitleri bakımından kantitatif olarak farkların olduğu, dipterlerde palmitoleik asidin, hemipterlerin bazı türlerinde ise miristik asidin diğer ordolara ait böceklere oranla çok yüksek miktarda olduğu görülmüştür. Denenen böceklerin büyük çoğunluğunun palmitik, oleik ve linoleik asitlerin majör yağ asitleri olduğunu; miristik, miristoleik ve palmitoleik yağ asitlerinin ise minör olduğunu belirtmiştir.

Stanley-Samuelson ve Dadd (1983), değişik ordolara ait çeşitli böcekler üzerine yaptıkları çalışmada; total vücut lipitlerini, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Önceki çalışmalarda, fraksiyonlama yapılmadan total vücut lipitlerindeki yağ asitleri analiz edildiği için, saptanamayan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri olan eikosatrienoik asit (20:3n-6), arakidonik asit (20:4n-6) ve eikosapentaenoik asit (20:5n-3) fosfolipit fraksiyonunda tespit edilmiştir. Anılan bu yağ asitleri, membranların yapısını oluşturmaları ve prostaglandinlerle diğer ilgili eikosanoidler gibi biyolojik olarak aktif maddelerin öncül molekülleri olmalarından dolayı, fizyolojik olarak çok önemlidirler. Diğer çoğu böceklerin fosfolipitlerinde de 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin bulunabileceğini ileri sürmüşlerdir. Nitekim bu tarihten sonra yapılan çalışmalarda da fosfolipit fraksiyonunda bu bileşenlere rastlanmıştır (Stanley-Samuelson ve ark. 1986, 1992, Uscian ve ark. 1992).

Stanley-Samuelson ve ark. (1992), Hoback ve ark. (1999) böceklerde triaçilgliserol ve fosfolipit yağ asitlerini kantitatif olarak birbirinden farklı bulmuştur. Triaçilgliserolde genellikle doymuş yağ asitleri ile tek çift bağ içeren oleik asit, fosfolipitte ise aşırı doymamış yağ asitleri fazla miktarda saptanmıştır. Fosfolipit fraksiyonunda %0,5-1 gibi eser miktarda saptanabilen 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerine, triaçilgliserol fraksiyonunda rastlanmamıştır (Stanley-Samuelson ve ark. 1986, Uscian ve ark. 1992, Başhan ve ark. 2002). Fakat Hanson ve arkadaşlarının (1985), suda yaşayan 58 tür böcek üzerinde yaptıkları araştırmada, böceklerin tümünde 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini yüksek oranda tespit etmişlerdir. Bu farklılığın nedeni, sucul böceklerin alglerle beslenmesinden ileri gelebilir. Karasal olan

böceklerden de karnivor ve omnivor olanlarda 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri daha yüksek oranda tespit edilmiştir (Stanley-Samuelson ve ark. 1988).

Genellikle böceklerin besin içeriğinde aşırı doymamış yağ asitlerinin miktarı arttırıldığında, böceğin dokularındaki aşırı doymamış yağ asitlerinin miktarında da artış gözlenirken tek doymamış yağ asitlerinde ise düşüş gözlenmiştir. Bu konuyla ilgili çalışmalara *Argyrotaenia velutinana* (Rock ve ark. 1965), *Pieris brassicae* (Turunen 1974), *Musca domestica* (Barlow 1966) *Galleria mellonella* (Stanley-Samuelson ve ark. 1987) ve *Culex pipiens* (Dadd ve ark. 1987) örnek olarak verilebilir. Ayrıca, *Apis mellifera*'nın trigliserid kompozisyonları besinden etkilenmiştir (Harlow ve ark. 1969). Lambremont ve arkadaşları (1964) ise, besinde bulunmayan bazı yağ asitlerinin *Anthonomus grandis*'in larva ve erginlerinde tespit etmişlerdir. *Trichoplusia ni* (Nelson ve Sukkestad 1968) ile *Heliothis zea* (Schaefer 1969) larvalarının yağ asid içeriği, besinden farklı bulunmuştur. Besinde çok az miktarda bulunan palmitoleik asit, *Sarcophaga bullata* ve *Phormia regina*'nın trigliseritlerinde oldukça fazla miktarda bulunmuştur (Harlow ve ark. 1969).

2.2. *Trogoderma granarium*'un Yayılışı ile İlgili Çalışmalar

Ring (1964) hükümete Khapra Sürveyi bakımından verdiği raporunda bu böceğin Akçakale, Ceylanpınar, Şenyurt, Elâzığ, Bismil, Diyarbakır TMO'larında da mevcut olduğunu belirtmiştir ve bu böceğin Türkiye'den elimine edilebilmesi için hububat muhafazası ile ilgili bütün teşekküllerin Khapra programında birleşik şekilde çalışmaları tavsiye etmiştir.

Faber (1982), Avusturya'da depolanmış hububatta zarar meydana getiren türlerin belirlenmesi ve birincil, ikincil zarar yapan türlerin teşhis edilmesinin yapılacak mücadele için temel olacağını belirtmiş, birincil zararlı türler olarak *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitotroga cerealella*, *Trogoderma granarium*, *Plodia interpunctella* ve önemli ikincil zararlı türler olarak da *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Cryptolestes turcicus*, *Tenebroides mauritanicus*, *Acarus siro* ve *Glycyphagus domesticus*'u bildirmiştir.

Seifelnasr (1992), Sudan'ın merkezinde bulunan ana tahıl depolarında yaptığı incelemelerde, tahıl ve mamüllerinde zarar yapan böceklerin *Trogoderma granarium*, *Rhyzopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Oryzaephilus mercator*, *Tribolium*

confusum, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Sitotroga cerealella* ve *Tenebroides mauritanicus* olduğunu belirtmektedir.

Tezcan ve ark. (2004) yaptığı çalışmada Türkiye'nin oldukça zengin Dermestidae faunasına sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında LEMT (Lodos Entomological Museum Turkey)'de koruma altına alınan koleksiyonun 25 tür ve alt türünü içeren Dermestidae familyasını belirlemiştir. Bu türler arasında *Trogoderma granarium*'u tanımlamıştır.

Coşkuncu (2004), Bursa ilinde bulunan un fabrikaları ve değirmenlerinde zararlı böcek türlerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Türlerin saptanması için un fabrikası ve değirmenlerinde Haziran-Aralık aylarında haftada bir gözlemler yapmış un, buğday, kepek alan Coleoptera takımı Curculionidae familyasına ait iki tür, Bostrichidae familyasına ait iki tür, Trogossitidae familyasına ait bir tür tespit edilmiştir. Diğer yandan, sağlam tanelerle beslenmeyen ikincil zararlı türler olarak ise Coleoptera takımı Cucujidae familyasına ait iki tür, Tenebroidae familyasına ait altı tür, Pitinidae familyasına ait bir tür yaygın olarak bulunmuştur. Özellikle temizliğe önem vermeyen un fabrikalarında bu zararlıların zararını arttırdığı belirlenmiştir. Değirmen güvesinin unda meydana getirdiği kalite kaybı yanında larvalarının oluşturduğu ağların un borularını tıkaması ve un akışını engellemesi bu türlerin zararını ve önemini arttırmaktadır. Ayrıca alınan buğday örneklerinde düşük yoğunlukta saptandığı işletmelerde bile bu türün ergin ve larvalarına un çuvallarının üzerinde ve duvarlarda rastlanmıştır.

Işıkber ve ark. (2005) çalışmasında, Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinde depolanmış buğdaylar üzerinde rastlanan böcek türleri, bunların bulaşma oranları ve yoğunlukları hakkında çalışmıştır. Kahramanmaraş ve Adıyaman illerindeki buğday depolarında *Trogoderma granarium* dahil toplam 7 tür tespit etmiştir. Kahramanmaraş'tan alınan buğday örneklerinde iç karantinaya tabii olan *Trogoderma granarium* yalnızca bir örnekleme tarihinde düşük bulaşma oranında bulurken, Adıyaman'dan alınan örneklerde çok sık ve yüksek bulaşma oranında bulmuştur. Sonuç olarak Adıyaman ilinde iç karantinaya tabii *Trogoderma granarium* için en kısa süre içinde ciddi önlemlerin alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

2.3. *Trogoderma granarium* 'un Biyolojisi ile İlgili Çalışmalar

Harris (1984), Khapra böceğinin tanımını, özelliklerini, biyolojisini ve ekonomik önemini belirtmiştir.

Pasek (1998), *Trogoderma granarium*'un morfolojisini, biyolojisini ve ekolojisi ile ilgili bilgi vermiştir. Larvanın yıllarca diapoz evresinde kalabildiğini fakat yeni besinler karşılandığında, özellikle sıcak ortamda, yeniden gelişme gösterdiğini ve pupaya dönüştüğünü belirtmiştir.

Sarah ve ark. (2005), *Trogoderma granarium*'un biyolojisi ve yaşamını sürdüğü ürünleri göstermiştir.

Uygun sıcaklıkta *Trogoderma granarium*'un gelişimi 26 günden 220 güne kadar sürer. Larva çok çeşitli depo gıdalarla beslenebilir. Bütün buğday ürünleri ve arpa, pirinç gibi tahıl ürünlerini tercih ederler fakat larva yulaf, çavdar, mısır, kuru kan, süt tozu gibi besinlerde de kaydedilmiştir (Harris 2009).

2.4. Böceklerdeki Yağ Asidi Dağılımını Etkileyen Etmenler ile İlgili Çalışmalar

Pek çok böcek türünde yağ asidi bileşimleri, gelişme evrelerine bağlı olarak değişmektedir (Stanley-Samuelson ve ark. 1988, 1991). Ayrıca böceğin yaşı ve eşeyi, sıcaklık, ergin beslenmesi ve aktivitenin süresi gibi biyolojik faktörler yağ asidi bileşimini etkilemektedir (Turunen 1974, Moore 1980, Cohen 1990).

Böcek grupları, yağ asidi bileşimlerinin spesifik olmasına ve besinlerine bağlı olarak değişebilmesine göre iki gruba ayrılır (Turunen 1974). Bundan başka yağ asidi bileşimi bakımından eşeye (Nakasone ve Ito 1967, Turunen 1975) ve vücudun değişik organlarına bağlı farklılıklar da bulunmaktadır. Nakasone ve Ito (1967), dut yaprağı ile beslenen *Bombyx mori* larva, pup ve erginlerinin yağ ağırlığa göre total yağ asidi yüzdelerinde birinci evreden ergine doğru bir artışın olduğunu saptamışlardır. Bu total yağ asidi oranı total lipitin %75'ini teşkil etmektedir.

Pek çok böcek türünde besinin yağ asidi bileşiminden sınırlı ölçüde etkilendiği ve doku lipitlerinin bileşimine besinin etkilerinin çok değişken olduğu belirtilmiştir (Thompson ve Barlow 1972).

Anthonomus grandis erginlerinin yağ asidi bileşiminin kısmen besindeki yağ asitlerine benzediği, bununla birlikte larva ve erginde tespit edilen bazı yağ asitlerine besinin bileşiminde rastlanmadığı belirtilmiştir (Lambremont ve ark. 1964).

Hymenoptera ordosuna ait parazitoid türlerin yağ asidi bileşimi, üzerinde yetiştiği konağın yağ asidi bileşimi ile uygunluk göstermektedir (Thompson ve Barlow 1983).

Lymantria dispar türü ile yapılan bir çalışmada linoleik asit ve linolenik asitten daha uzun zincirli yağ asitlerinin biyosentezinin yapıldığı tespit edilmiş ve besinde tespit edilmeyen 20 C'lu aşırı doymamış yağ asitlerinin böcek doku fosfolipidlerinde ortaya çıktığı gözlenmiştir (Stanley-Samuels ve ark. 1991).

Başhan (1996), *Melanogryllus desertus* ergin erkek ve dişileri için hazırlanan üç farklı besin ile beslenmesinden sonra yağ asidi bileşiminin 16-18 karbonlu olduğunu tespit etmiştir. Besinin değişikliği yağ asidi oranlarını önemli ölçüde etkilemiştir.

Besinin bileşimindeki yağ asitlerinin etkileri genellikle bu asitlerin böceğin larva, pup ve erginlerinde meydana getirdiği morfolojik değişiklikler ile anlaşılmıştır. Hemimetabol böcek türleri olan *Locusta migratoria* ve *Schistocerca gregaria* (Orthoptera) ile yapılan çalışmada da besinde linoleik veya linolenik asit eksikliğinde nimflerin özellikle ergin evreye geçerken eski kutikulaı atamadığı ve meydana gelen erginlerde kanat yapısının anormal olduğu görülmüştür (Dadd 1960, 1961).

Böcek türlerinin çoğu ergin evrede gereksinim duydukları besin bileşenlerini larval evrede depo etmektedir (House 1977, Dadd 1985).

Gelişme, ergin büyüklüğü, yumurtadan çıkma yüzdesi üzerine, beslenme direkt etkilidir. Çoğu kez ergin evre sırasında beslenme, yumurta üretimi için gerekli ise de pek çok böcek türü larval evre sırasında depoladıkları besinleri yumurta üretiminde kullanmaktadır (Cangussu ve Zucoloto 1992).

Nurulloğlu (1996), besinsel yağ asitlerinin parazit bir tür olan *Pimpla turionellae*'nin ergin dişilerinin yağ asidi bileşimine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre; sentetik temel besinden stearik, palmitik, oleik, linoleik ve linolenik asitlerin tek tek veya tamamen çıkarılması total lipit, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimini önemli derecede etkilemediğini belirlemiştir.

Monosteira lobulifera'nın fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içerikleri ile böceklerin beslendiği badem bitkisinin yağ asidi kompozisyonunun yapıldığı çalışmada; yağ asidi bileşenlerinin kantitatif olarak büyük bir kısmını palmitik ve linoleik asit oluşturduğunu; triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonundaki yağ asitleri kantitatif olarak birbirinden farklı olduğunu, triaçilgliserolde yüzde dağılımda en fazla bulunan yağ asitlerinin palmitik ve oleik asit, fosfolipitte ise linoleik ve linolenik asitler olduğunu saptamıştır. Ayrıca, sadece fosfolipit fraksiyonunda eikosanoitlerin öncül maddesi olan arakidonik (20:4n-6) ve eikosapentaenoik (20:5n-3) asitler saptandı. Besinin, böceklerin yağ asidi dağılımına önemli bir etkide bulunmadığı, böceklerin özellikle triaçilgliserol fraksiyonunda yüksek değerlerde bulunan oleik asitin besinden gelmediği saptanmıştır (Çakmak ve ark. 2005).

Üstüner (2006), fındık, fıstık, ceviz, badem ve polen gibi besinlerin ve bu besinlerle beslenen *Plodia interpunctella* larva ve pupalarının total lipit, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimini incelemiştir. Farklı besinlerle beslenen *Plodia interpunctella* larva ve pupunun total lipit, total yağ asidi yüzdeleri ve yağ asidi bileşimlerinin incelenmesi sonucunda total lipit yüzdesinin ve yağ asidi bileşimindeki bazı yağ asitlerinin yüzdelerinin farklılık gösterdiğini söylemiştir. Farklı besinlerde üretilen her iki evrede de yağ asidi bileşiminde ortak olarak en büyük yüzdeye sahip yağ asitlerinin değişken olmak kaydıyla oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit olduğu görmüştür. Diğer büyük yüzdeye sahip yağ asitleri bakımından iki evre arasında farklar tespit etmiştir.

Bozkuş (1995), *Melanogryllus desertus*'un çeşitli gelişim safhalarında fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği ile ilgili yaptığı çalışmada böceklerin tüm gelişim safhalarında, yağ asitlerinin büyük bir kısmının oleik, linoleik, palmitik ve stearik asitlerden oluştuğunu ve farklı gelişim evrelerinde yağ asitlerinde artma ve azalmaların olduğunu kaydetmiştir.

Çakmak (2006), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yayılış gösteren Neuroptera ordosuna ait bazı türlerin yağ asitleri kompozisyonu üzerine yaptığı çalışmada; böceklerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarında yüzde dağılımında en fazla miktarda palmitik, oleik ve linoleik asitler bulmuştur. Ayrıca doğal besinin, böceklerin yağ asidi dağılımına önemli bir etkide bulunmadığı, böceklerin özellikle triaçilgliserol

fraksiyonunda yüksek değerde bulunan linolenik asitin besinde düşük değerde olduğu saptamıştır.

Taşkın ve Aksoylar (2010), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larva ve pupasının yağ asidi bileşimini incelediği çalışmada, her iki evrede de total yağ asidi bileşimini 12:0-18:2n-6 yağ asitlerinin oluşturduunu; oleik asitin en yüksek yüzdeye ve palmitik asit, linoleik asitlerin de yüksek yüzdelere sahip olduğunu belirlemiştir.

Çakmak ve arkadaşları (2010), asma çeşitleri ve *Arboridia adanae* (Dlabola, 1957) (Homoptera: Cicadellidae)'nin total yağ asidi içeriği arasındaki ilişki üzerine yaptıkları çalışmada; genelde C16 ve C18 yağ asitlerinin bulunduğunu ve besinin böceğin yağ asidi profiline etkisi olmadığını saptamışlardır.

Taşkın (2011) yaptığı çalışmada, besinin *Galleria mellonella* pupalarında toplam lipit ve toplam yağ asidi yüzdelere etkisinin olduğu belirlemiştir. Lipit ve yağ asidi yüzdelilerindeki farklılık yaş ağırlık miktarlarının farklı olmasından kaynaklandığını ileri sürmektedir. Ayrıca bu çalışma ile *Galleria mellonella*'nın gliserinli mısır ununda gelişebildiğini, besin çeşidinin yaş ağırlığı etkilediğini, ancak lipit ve yağ asidi miktarlarına etki etmediğini bulmuştur.

2.5. *Trogoderma granarium* ile İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar

Genetik olarak heterojen popülasyona sahip *Trogoderma granarium*'da ısının, popülasyon yoğunluğunun ve beslenmenin diapozza etkisinin araştırıldığı çalışmada; gerçek diapozun yanında besine dayalı diapozun olduğunu göstermiştir (Nair ve Desai 1972).

Trogoderma granarium'un immünolojik tespitinde yapılan çalışmada; tek klonlu, antikora dayalı, enzime bağlı geliştirilen deney sonucunda bu türün ergin, pupa ve larvalarını Amerika'da bulunan diğer altı çeşitten doğru ve hızlı bir şekilde ayrıldığını göstermiştir (Stuart ve ark. 1993).

2.6. *Trogoderma granarium* ile İlgili Yapılan Yağ Asidi Analizi Çalışmaları

Rao (1969), *Trogoderma granarium*'un larva ve ergin bireylerinin lipitleri üzerine çalışmıştır. Larvaların %27; erginlerin %10 total lipitlerden olduğunu, erginlerde lipit içeriğindeki azalmanın sebebini nötral lipit fraksiyonundaki azalmanın

olduğunu ve özellikle %90'dan daha az nötral lipitleri içeren trigliseridler, monogliseridler, digliseridler, steroller ve sterol esterleri iki safhada da gözlemlediğini belirtmiştir.

Ikan (1970), yağ asitlerinin diapozdaki etkilerini araştırmıştır. *Trogoderma granarium*'un palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitleri içeren larval posanın yağ asidi fonksiyonunun aynı türdeki larvada diapozu sağladığını ve devamını gerçekleştirdiğini, bunlardan en etkilisinin linoleik asit olduğunu belirtmiştir. Diapoz girmiş ve girmemiş larvalarının yağ asidi kompozisyonunu karşılaştırdığında diapozdaki larvaların miristoleik, palmitoleik ve linoleik asitler açısından yoğun, palmitik asit içeriği açısından ise yoğun olmadığını belirtmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Analizleri Yapılan Böcek Türü Hakkında Genel Bilgiler *Trogoderma granarium* (Everts, 1899)

3.1.1. *Trogoderma granarium*'un Sistematikteki Yeri

Alem: Animalia

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta (Linnaeus, 1758)

Altsınıf: Dicondylia

Takım: Coleoptera (Linnaeus, 1758)

Alttakım: *Polyphaga*

Familya: Dermestidae

Cins: *Trogoderma*

Tür: *Trogoderma granarium* (Evert,1899)

3.1.2. Yaygın Adı

Khapra kınkanatlısı

3.1.3. Tanımı

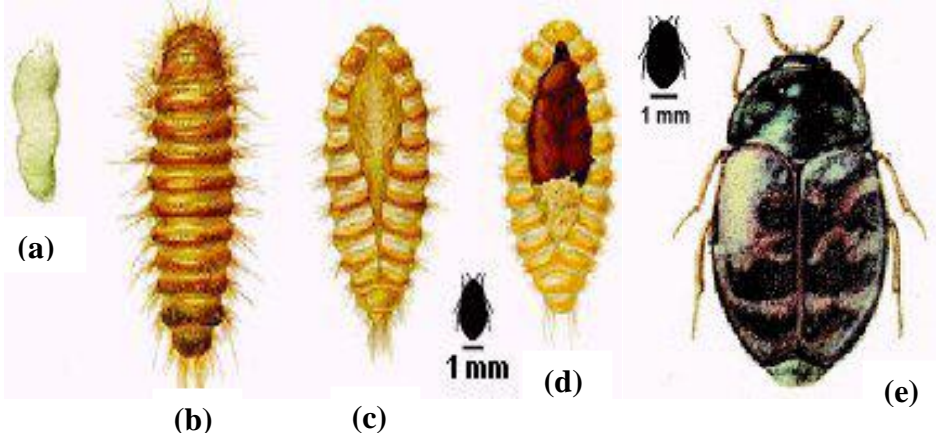
Khapra böceği (*Trogoderma granarium*), Coleoptera takımına ait Dermestidae ailesinin bir üyesidir, depolanmış gıda maddelerine önemli zararlı olarak kabul edilir. Varlıklarını besin depolarında çok düşük sayılarda sürdürebilir ve uzun bir süre hareketsiz bir durumda yaşayabilir.

Ergin: Küçük, boyu genişliğinden uzun, 1.8–3.0 mm uzunluğunda ve 0.9 ile 1.7 mm genişliğinde, kırmızımsı-kahverengi toraks genellikle ergin koyu kahverengidir. Tahrip edilmiş tahıl tozlarını kaplayan tüyler, kirli bir görüntü verir.

Dişi: Rengi daha açık, erkekten daha geniş, küçük başlı, antenleri 11 segmentli, anten ucu 3-5 segmentten oluşmuş ve çok belirgindir. Antenler, protoraxtaki karınsal çizgiye bağlıdır.

Larva: İlk evrede, sarımsıdan parlak kahverengiye, son evrede kırmızımsı kahverengi ya da altın rengine dönüşür. Vücut kıllarla kaplı, püsküller bölgesel abdominal segmentlerin her bir tarafında kuyruk şeklinde dikenli kıl demetleri bulunur. İlk evrelerde boyu 1.6 mm'den son evrelerde 6 mm'ye ulaşır. Larvalar beslenebilir.

Yumurtalar: Süt beyazından soluk sarımsıya dönüşür. Silindirik, 0.7 mm ile 0.22 mm uzunluğunda, bir ucu yuvarlak diğer ucu sivridir.



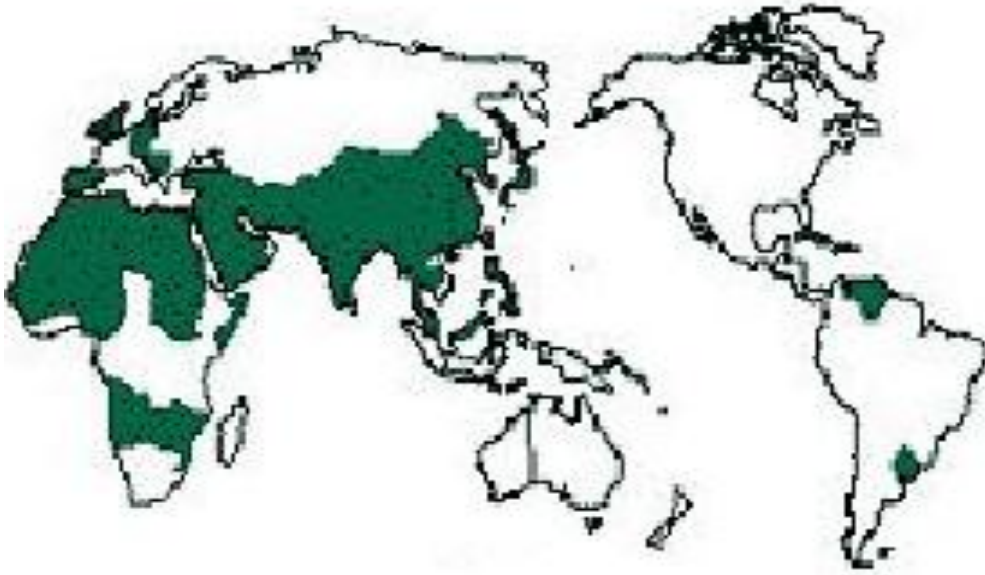
Şekil 3.1. *Trogoderma granarium*'un (a) yumurta, (b) larva, (c) prepupa, (d) pupa ve (e) ergini

3.1.4. Yayılışı

Trogoderma granarium, kuzeyde 35° paralelinde, güneyde ekvator, batıda Batı Afrika, doğuda Burma'ya kadar geniş bir alana yayılmıştır. Danimarka, Fransa, Almanya, İngiltere, Hollanda, Portekiz gibi Avrupa ülkelerinde de bulunur.

Türkiye'de özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunur (Pasek 1998).

Khapra böceği, kargo, gemi yükü, artan insan hareketliliği ile yayılır.



Şekil 3.2. *Trogoderma granarium*'un dünyadaki yayılışı.

3.1.5. Genel Etkileri (Zararları)

Trogoderma granarium, çevreye direk bir etkiye sahip olmamasıyla birlikte tahıl ve tahıl ürünlerinde zarar yapar. Bulaştıkları ürünlerde, yoğun bir biçimde beslenerek ağırlık kayıpları oluşturur. Yeme ile yaptıkları zararın yanı sıra, yaşlı larvaları diğer bakımlardan da materyalin bozulmasına neden olur. Yaşlı larvaların gömlek kalıntıları, pislikleri ve salgıladıkları ağ maddeleri nedeniyle, ürün nitelik kaybına uğrar. Yoğun bulaşmalarda, üründe küflenme ve kokuşmalar ortaya çıkar. Larvalar pupalaşacakları zaman kurumaktan korunmak için tahta, torf, odun, tütün dalyaları, duvar ve deriden yapılmış ayakkabı ökçelerine, hatta aspest plakalar ve amonyum klorit içerisine dahi girerler.

Larvalarının kırılan tüyleri, alerji yapar. Bağırsaklarında ve dışkılarında virülant, şarbon ve antraks etkenleri bulunabilir.

3.1.6. Biyoloji ve Ekoloji

Khapra böceğinin gelişimi sıcaklık, ışık, nem, mevsim gibi çevresel faktörlere dayanarak çeşitlenir. Yaşam döngüsü 26, 166, 220 veya 310 gün arasında değişir. Bununla birlikte ideal sıcaklıkta (35°C) ve nem koşullarında gelişimi hızlanır. Fakat yüksek nemden ters yönde etkilenir. Ayrıca gelişiminin süresi, depolanmış tahıl çeşidine ve ışık yoğunluğuna bağlıdır.

Bu zararlı, her yıl 1 ile 9 arasında nesil çeşitlilik gösterir. Konakçı materyalde bulunan yumurtalar, 3-4 gün içerisinde çıkarlar. Dişiler (40 °C'de) 50 ile 90 arasında yumurta bırakabilirler fakat 20 °C'nin altında yumurtalar üremez.

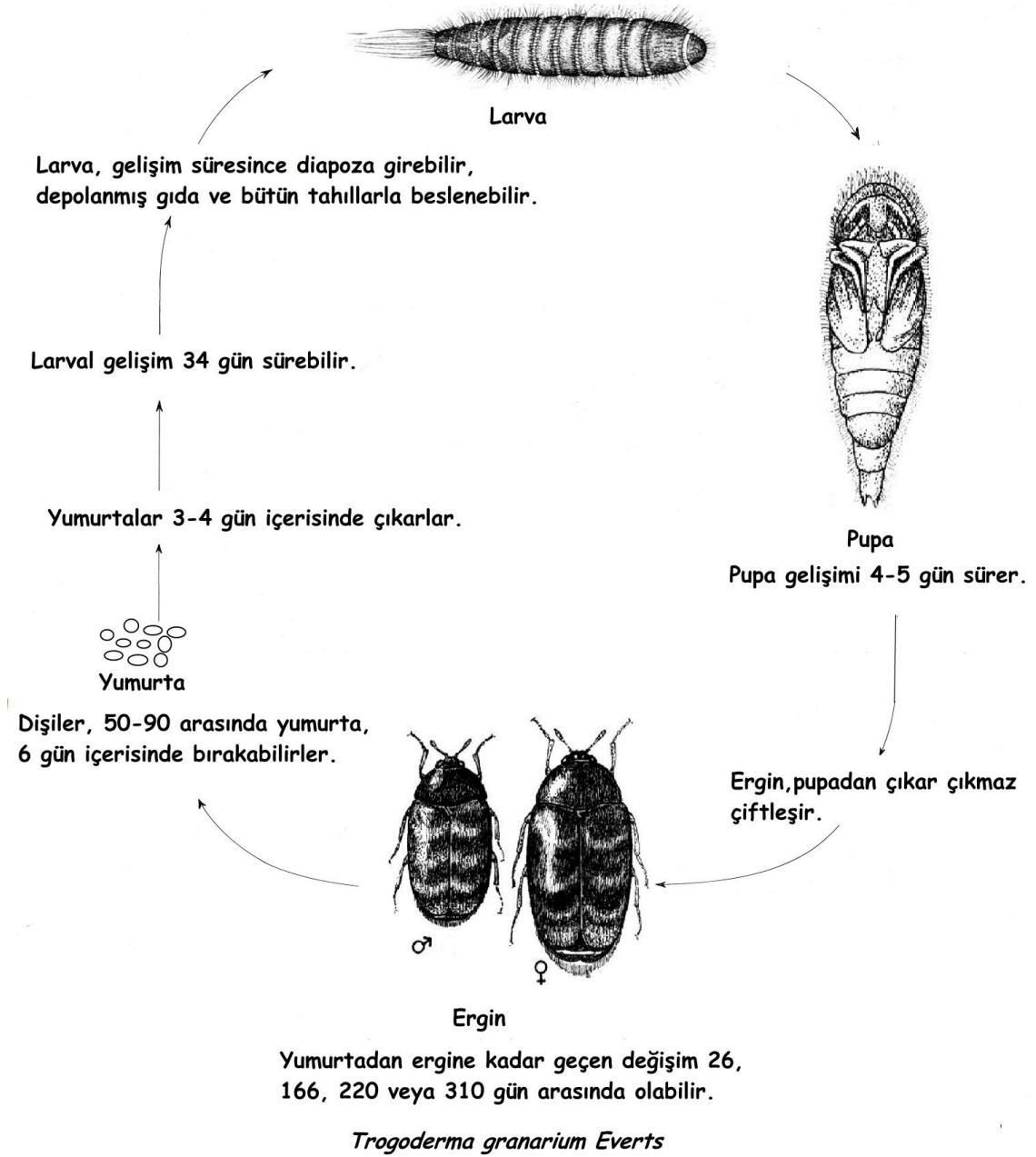
Larval gelişim 34 günde oluşabilir. Fakat larval gelişim 35 °C'de ve %73 bağıl nemde 18 gün sürer.

Larva 4-8 arasında kılıf değiştirir. Larva diapoz döneminde çok çeşitli depolanmış gıdalarla, kuru gıdalarla, özellikle bütün tahıl ve hububatlarla beslenir. Larvalar 21 °C'nin altında gelişmezler.

Pupa gelişim dönemi 4-5 gündür. Çiftleşme, ergin pupadan çıkar çıkmaz gerçekleşir. 6 gün içerisinde yumurtalar bırakılır. Uygun olmayan hava ve koşullarda, larva bilinçli diapoza girer. Çiftleşmiş dişiler 4-7 gün yaşar, çiftleşmemiş dişiler 20-30 gün yaşar ve erkekler 7-12 gün yaşarlar (Harris 1984).

Trogoderma granarium çoğunlukla kurutulmuş bitki ve hayvan maddeleriyle beslenir. Bununla birlikte tahıl ve mısır gevreği ürünlerini özellikle buğday, arpa, yulaf, çavdar, pirinç, un ve erişteyi tercih ederler.

3.1.7.Yaşam Döngüsü



Şekil 3.3. *Trogoderma granarium*'un yaşam döngüsü

3.1.8. Savaşı

Kimyasal kontrol: Böcekleri çekmek için feromen tuzakları kullanılır. Besin, tuzak ve feromen bileşimi böcekleri çekmeye yardımcı olur ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlar. Yarık ve çatlaklarda yaşadıkları için kimyasal bileşimleri kullanarak böceği kontrol etmek zordur. Bu yüzden yüksek dozlarda böcek ilaçları kullanmak gerekir. Zararlıyı kontrol etmek için metil bromit gibi dezenfektan iyi sonuç verir. Bununla birlikte metil bromit ozon tabakasına zarar verdiği için bazı ülkelerde yasaklanmış ya da kısıtlanmıştır.

Diğer kullanılan dezenfektanlar; karbonil sülfid, fosfin ve karbondioksit bileşimi %75'ten %100'e karbondioksit gazı 30°C'de zararlının larval ölüm oranını artırır. Pasek (1998) ve Harris (1984), Khapra böceğinin fosfin ve fosfor bileşiği gibi kimyasallara karşı direnç gösterdiğini belirtmiştir.

Biyolojik kontrol: *Trogoderma granarium*'un birkaç doğal düşmanı belirtilmiştir. Bunlar; *Amphibolus venators* (Klug) Hemipteran; (mites) *Acarapis docta* (Berlesse), and *Pyemotes* sp.; the Protozoan *Adelina tribolli* (Bhatia); (the parasitic wasps) *Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Divarnus basilis* (Rondani) [= *D. laticeps* (Ashmed)], *Holeryris* spp., and *Synopeas* spp (Haines, 1991).

3.2. Örneklerin Elde Edilmesi

Çalışmanın başlangıç materyali, Diyarbakır ilindeki buğday ambarlarından 2009 yılının Nisan-Mayıs aylarında toplanılmıştır. Böceklerin ergin dönemi, emgi şişesi yardımı ile toplanarak 10cm×10cm×10 cm ebatlarındaki üzeri tülbent ile kapatılmış plastik kaplara besinleri ile birlikte konularak laboratuvara getirilmiştir.

3.3. Stok Kültürün Oluşturulması

Deneylerde kullanılacak yeterli sayıda ergin birey elde etmek için stok kültürü oluşturulmuştur. Ambarlardan toplanarak getirilen böceğin ergin dönemleri içlerinde buğday bulunan 20cm×20cm×20 cm ebatlarında üzeri tülbent ile kapatılmış 20 adet plastik kaba 10'ar adet ergin birey bırakılmıştır. Böylece sürekli olarak denemede kullanmak üzere ergin bireyler bulundurulmuştur. Bu çalışma 26±1 °C ve %60±5 orantılı nemde, 12×12 aydınlık/karanlık periyoduna ayarlı 2500 lüks koşullarına sahip iklim odasında yapılmıştır.

3.4. *Trogoderma granarium* Farklı Besinlerde Beslenmesi

İçerisinde besin olarak ayrı ayrı kepek, mısır unu, ceviz, dövme, pirinç bulunan 10cm×10cm×10cm ebatlarındaki 5 farklı kavanozun her birine stok kültürde yetiştirilen *Trogoderma granarium*'un erginlerinden 20±5 bırakılmıştır. Doğal besin olarak marketlerde açık satılan dövme, mısır unu, ceviz, kepek ve pirinç kullanılmıştır.

Bu besin ortamlarındaki erginler gelişimlerini tamamladıktan sonra toplanmıştır. Toplanan larvalar ve erginler lipid ekstraksiyonu yapmak için tekniğine uygun olarak hazır hale getirilmiştir.

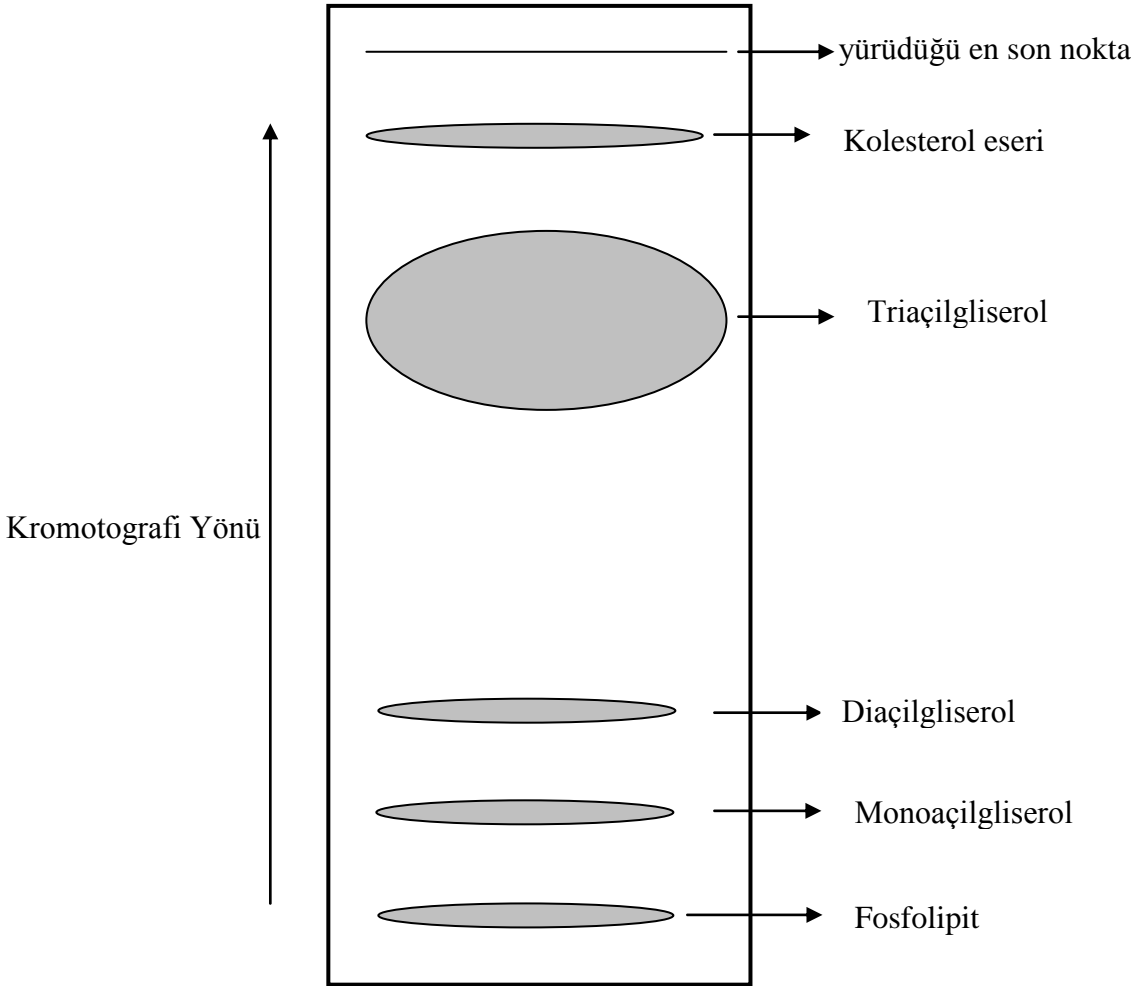
3.5. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asitlerinin Metil Esterlerine

Dönüştürülmesi

Toplamı en az 3 gr olacak şekilde böcekler emgi şişesi yardımıyla toplanarak bir tüpe yerleştirilmiştir. Tüpe böceklerin üstüne çıkacak kadar kloroform-metanol (2:1 v/v) bırakılmıştır. Aşırı doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonunu önlemek için ekstraksiyon sistemine, kloroformda %2 oranında hazırlanan bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) maddesinden 50 µl ilave edilmiştir. Tüpteki böcekler, kloroform-metanol ile bütillenmiş hidroksitoluenden oluşan karışım yüksek devirde IKA marka homojenizatörde homojenize edilmiştir (Blig ve Dyer 1959).

Homojenat, Whatman No. 1 süzgeç kağıdı ile süzülmüştür. Çözücü, azot gazı altında buharlaştırılmıştır. İnce tabaka kromatografisi için 30 gr silika-gel ile 50 ml su karıştırılarak hamur haline getirildikten sonra pleytlere (20×20 cm) ince bir tabaka halinde sürülüp, etüvde kurutulmuştur. Böceklerin total lipid ekstraktları, bu pleytlerin üzerine tek sıra halinde spotlanmıştır. Total lipidler; petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) karışımında yürütülmüştür. Pleytler havada kurutulduktan sonra, 2'7' diklorofosein püskürtülerek lipid fraksiyonları, UV altında görünür hale getirilmiştir. Pleytlerin en alt tabakasında fosfolipitler, yukarıya doğru ise sırasıyla monoaçilgliserol, diaçilgliserol, triaçilgliserol fraksiyonlarına ait bantlar gözlenmiştir (Şekil 3.1.). Fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonuna ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarılmıştır. Her fraksiyona, ayrı ayrı asitli metanol katılarak, iki saat süre ile geri soğutucu altında 85 °C de ısıtılmıştır. Böylece yağ asitlerinin, yağ asidi metil esterlerine dönüşmesi sağlanmıştır. Çözelti soğuduktan sonra, hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edilmiştir (Stanley-Samuelson ve Dadd 1983).

Elde edilen metil esterleri, gaz kromatografisi cihazına enjekte edileceği zamana kadar deep-freeze -60 °C’de saklanmıştır.



Şekil 3.4. İnce tabaka kromatografisi ile başlıca lipit sınıflarının birbirinden ayrılması. Yürütücü olarak, petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) karışımı kullanılmıştır.

3.6. Gaz Kromatografi Koşulları

Metil esterlerine dönüştürülen yağ örneklerinin yağ asitleri analizleri HP 6890 model Gaz Kromatografisi (GC) cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve BPX 70 (70 % Cyanopropylpolysilphenylene-siloxane) kapiler kolon (30m×0.25mm×0.25 µm film kalınlığı) ile DB-23 (Bonded 50% cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı: 280 °C; enjektör sıcaklığı: 270 °C; enjeksiyon: Split-model 1/20. Gaz akış hızları: Taşıyıcı gaz: 30 m’lik kolon için helyum 1.4 ml/dk; 60 m’lik kolon için 2.8 ml/dk (sabit akış modeli); hidrojen:30 ml/dk; hava:

300 ml/dk. Kolon (fırın) sıcaklığı: 130'da, bekleme süresi, 1 dakika; 170 °C'ye 6.5 °C/dakika; 215 °C'ye 2.75 °C/dakika, bekleme süresi 12 dakika; 230 °C'ye 40 °C/dakika, bekleme süresi 3 dakika; toplam analiz süresi: 38.8 dakika. Örnek, alete 1 mikrolitre enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları bilgisayarda HP3365 Chem Station bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Otuz metrelik kapiller kolonlarda yağ asitlerinin çıkış zamanları (dk)

Yağ asitleri metil esterleri	Çıkış zamanı
Hekzan (Çözücü)	1.852
10:0 (Kaprik asit)	3.564
12:0 (Laurik asit)	4.292
13:0 (Tridekanoik Asit)	5.107
14:0 (Miristik Asit)	5.926
15:0 (Pentadekanoik Asit)	6.946
16:0 (Palmitik Asit)	7.853
16:1n-7 (Palmitoleik Asit)	8.425
17:0 (Heptadekanoik Asit)	9.103
18:0 (Stearik asit)	10.238
18:1n-9 (Oleik asit)	10.678
18:2n-6 (Linoleik asit)	11.530
18:3n-3 (Linolenik asit)	12.631
20:1n-9 (Eikosenoik Asit)	13.511
20:2n-6 (Eikosadienoik Asit)	14.513
20:3n-6 (Eikosatrienoik Asit)	15.225
20:4n-6 (Arakidonik asit)	15.587
20:5n-3 (Eikosapentaenoik asit)	16.901
22:5n-3 (Dokosapentaenoik asit)	20.644
22:6n-3 (Dokosaheksaenoik asit)	21.145

3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Yağ asitleri yüzdelerinin karşılaştırılmasında SPSS 12 bilgisayar programı uygulanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen bütün veriler üç tekrarın ortalamasından elde edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin gaz kromatoğrafik analizlerinde, her döneme ait üçer numune ayrı ayrı enjekte edilerek aynı yağ asidine ait üç değerin ortalaması alınmıştır. Yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılması, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Farklılıklar TUKEY HSD testi ile belirlenmiştir. Yapılan istatistikler sonucu, veriler $p < 0.05$ düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Besinlerin *Trogoderma granarium*'un Ergine Geçiş Süresine Etkisi

Farklı besinlerde yetiştirilen *Trogoderma granarium*'un yumurtadan ergin döneme kadar geçtiği süre çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Trogoderma granarium'un yumurtanın açılma zamanından ergin döneme kadar geçen sürenin farklı besinlerde değiştiği gözlemlenmiştir. Gelişme süresi için yapılan çalışmalarımızda ($26\pm 1^{\circ}\text{C}$ ve $\%60\pm 5$ orantılı nemde, 12×12 aydınlık/karanlık periyoduna ayarlı 2500 lüks koşullarına sahip iklim odası) böceğin, dövmede ortalama 120 gün, pirinçte ortalama 100 gün, kepekte ortalama 110 gün, mısır ununda ortalama 90 gün, cevizde ortalama 30 gün içerisinde ergine geçtiği saptanmıştır. Bu deney serisinde, böceğin ergin evreye ulaşma süreleri besinlerin farklılaşmasından önemli derecede etkilenmiştir. Khapra böceğinin, belirtilen laboratuvar koşullarında gelişme döneminin en az 30, en fazla 120 gün sürdüğü belirlenmiştir. Aşırı doymamış yağ asitlerini daha fazla içeren ceviz ve mısır ununda gelişim daha hızlı olduğu gözlenmiştir. Pasek (1998), böceğin gelişim süresinin çeşitli tahıl ürünlerine ve ışık yoğunluğuna bağlı olduğunu belirtmiştir. Haines (1991), Harris (1984) ve Pasek (1998) Khapra böceğinin yaşam döngüsünün 26, 166, 220, 310 gün arasında değişebileceğini bildirmektedirler.

Bütün canlı gruplarında olduğu gibi böceklerin de büyüme ve gelişmelerini sağlamaları için gerekli olan besinin kalitatif ve kantitatif yönden yeterli olması gerekmektedir (Eischen ve Dietz 1987, Gülel 1991, Hagley ve Barber 1992). Duyulan gereksinimler böcek türleri arasında farklılıklar göstermekle beraber, aynı böceğin gelişim evreleri arasında da büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin *Pimpla turionellae* larvalarında karbohidrat gereksinimi besinde yeterli miktarda amino asit bulunmadığı zaman ortaya çıkmasına karşın (Sulanç 1991), ergin bireyin yaşamını sürdürebilmesi besinde minimum $\%7$ oranında karbohidrat bulunduğu zaman mümkün olabilmektedir (Emre ve Yazgan 1990). Diğer taraftan birçok böcek, ergin öncesi evrede ergin yaşantılarında kullanılmak üzere besin depolarlar. Bu durumda ergin öncesi evrelerde alınan besinin kalitesi, böceğin ergin evredeki besinsel gereksinimini de önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Trager 1953, House 1962, 1974, 1977, Emre ve Yazgan 1990, Özalp ve Emre 1992).

Çizelge 4.1. *Trogoderma granarium*'un farklı besinlerde, (26 ± 1 °C ve $\%60\pm 5$ orantılı nemde, 12×12 aydınlık/karanlık periyoduna ayarlı 2500 lüx koşullarına sahip iklim odasında) gelişme dönemi için geçen ortalama süreler

Besinler	Dönemler			
	Yumurta Ortalama Süre (gün)	Larva Ortalama Süre (gün)	Pupa Ortalama Süre (gün)	Ergin Ortalama Süre (gün)
Dövme	4-5	110	4-5	20
Pirinç	3-4	90	3-5	15
Kepek	4-5	95	4-5	25
Mısır unu	3-4	85	4-5	7-8
Ceviz	3-4	20	3-4	4-7

4.2. Dövmeye ile Beslenen *Trogoderma granarium* Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit, Monoaçilgliserol, Diaçilgliserol, Triaçilgliserol ve Kolesterol Esterleri gibi Çeşitli Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği

Dövmeyden alınan larva ve erginlerin fraksiyonlanmış çeşitli lipit sınıfları arasında, major yağ asitleri benzer olduğu saptanmıştır. Monoaçilgliserol, diaçilgliserol ve kolesterol esteri fraksiyonlarında en fazla oranda oleik asit (18:1n-9), palmitik asit (16:0) ve linoleik asit (18:2n-6) şeklinde sıralandığı görülmüştür. Oleik asit, larva (%46.10) ve erginde (%46.70) diğer fraksiyonlara oranla diaçilgliserol fraksiyonunda daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2. ve 3.).

Araştırdığımız *Trogoderma granarium* türüne ait bireylerin fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol, triaçilgliserol ve kolesterol esteri gibi çeşitli fraksiyonlardaki yağ asidi içerikleri karşılaştırılmıştır. Larva ve ergine ait monoaçilgliserol fraksiyonlarında palmitik asit ve oleik asit, diaçilgliserol fraksiyonlarında ise oleik asit major seviyede bulunmuştur. Palmitik asidin böyle yüksek seviyede bulunmasının sebebi yağ asidi sentetazın ara ürünü olmasından kaynaklanmaktadır. *Acheta domesticus* (Grapes ve ark. 1989) ve *Periplaneta americana*'da da (Borgeson ve ark. 1991) palmitik asit gibi doymuş yağ asitleri monoaçilgliserol ve diaçilgliserol fraksiyonlarında daha fazla oranda biriktiği tespit edilmiştir.

Gliserolün hidroksil gruplarından birinin yağ asiti ile esterleşmesi ile monoaçilgliserol (monogliserid), iki yağ asiti ile esterleşmesi sonucu diaçilgliserol (digliserid) meydana gelmektedir. Monoaçilgliserol ve diaçilgliserol, triaçilgliserolün hidrolizi sonucu meydana gelirler. Ayrıca diaçilgliserol, böceklerde lipitlerin hemolenfte taşınma formu olarak kullanılır. Triaçilgliseroller indirgenmiş oldukları için metabolik enerjinin yoğun depolarıdır. *Acheta domesticus*'un değişik organlarında yapılan çalışmada fosfolipit, diaçilgliserol ve triaçilgliserolün birlikte en fazla buldukları organın bağırsak olduğu tespit edilmiştir. (Margaret ve ark. 1989). Radyoaktif işaretleme yöntemiyle işaretlenen 20:4n-6, tüm vücudu analizlenen *Musca domestica*'nın yalnızca fosfolipit fraksiyonunda tespit edilmiştir (Wakayama ve ark. 1985). Yine aynı yöntem kullanılarak *Tenebrio molitor*'un malpigi tüpü, testis, bağırsak gibi değişik organlarında işaretli arakidonik asit araştırılmıştır. Arakidonik asidin %70-75'i organların fosfolipit fraksiyonunda, %2-8'i diaçilgliserol fraksiyonunda, %7-8'i

triaçilgliserol fraksiyonunda ve %15-20'si kolesterol esterinde tespit edilmiştir (Howard ve Stanley-Samuelson, 1990). Arakidonik asit, *Microdon albicomatus*'un fosfolipit fraksiyonunda %3, diaçilgliserol fraksiyonunda %0.3, triaçilgliserol fraksiyonunda ise %0.1 oranında tespit edilmiştir (Stanley-Samuelson ve ark. 1990). Ortoptera ordosunun Gryllidae familyasından olan *M. desertus*'la ilgili çalışmada, çeşitli lipit sınıfları arasında, böcek tarafından sentezlenen bazı yağ asitlerinin konsantrasyonları bakımından önemli farklar bulunmuştur. Linoleik asit, diğer fraksiyonlara oranla fosfolipit fraksiyonunda %50 oranında saptanmıştır. Monoaçilgliserol ve diaçilgliserol fraksiyonlarında en aktif sentezlenen yağ asidi palmitik asittir. Triaçilgliserolde ise en fazla bulunan yağ asidi oleik asittir (Başhan 1998).

Çizelge 4.2. Dövme ile beslenen *Trogoderma granarium* larvalarının fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol, triaçilgliserol ve kolesterol esteri fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Yağ Asidi	PL	MG	DG	TAG	Kolesterol Esteri
	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*
14:0 [§]	0.77±0.15a	3.94±0.26b	1.18±0.19c	0.93±0.18a	0.74±0.14a
15:0	0.24±0.07a	0.76±0.16b	1.02±0.12c	0.34±0.09a	-
16:0	20.13±0.43a	26.04±0.56b	18.70±0.37c	23.42±0.48a	23.27±0.47a
17:0	0.41±0.07a	1.67±0.37b	0.87±0.17c	0.89±0.18c	0.97±0.22c
18:0	8.62±0.42a	6.36±0.36a	3.13±0.17b	2.46±0.12b	1.32±0.08c
ΣSFA	30.17±0.62a	38.77±1.02b	24.90±0.41c	28.04±0.54a	26.30±0.50c
16:1n-7	3.60±0.16a	9.87±0.45b	4.17±0.18a	6.02±0.52c	4.98±0.24a
18:1n-9	35.70±1.70a	27.40±1.04b	46.10±2.06c	38±1.90a	39.92±1.96a
20:1n-9	0.48±0.05a	0.85±0.09b	0.50±0.06a	0.28±0.01c	1.53±0.12d
ΣMUFA	39.78±1.80a	38.12±1.74a	50.77±1.96b	44.30±1.83c	46.43±1.88c
18:2n-6	24.24±0.95a	11.20±0.64b	20.47±0.78a	24.17±0.92a	24.20±0.92a
18:3n-3	0.27±0.06a	2.38±0.11b	0.26±0.07a	0.99±0.10c	0.64±0.09d
20:2n-6	-	0.47±0.08a	0.79±0.12b	0.14±0.01c	0.76±0.12b
20:3n-6	0.14±0.02a	0.27±0.06b	0.72±0.12c	0.17±0.03a	0.81±0.14c
20:4n-6	1.50±0.05a	1.39±0.05a	0.39±0.02b	0.46±0.03c	0.15±0.01d
20:5n-3	1.43±0.07a	3.56±0.12b	0.42±0.02c	0.74±0.04d	0.64±0.04d
22:5n-3	1.22±0.08a	0.87±0.06b	0.60±0.05b	0.19±0.01d	-
22:6n-3	1.16±0.06a	2.26±0.09b	0.54±0.02c	0.61±0.02c	-
ΣPUFA	29.96±1.86a	23.02±1.42b	24.19±1.43b	27.47±1.52ab	27.20±1.53ab

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.3. Dövme ile beslenen *Trogoderma granarium* erginlerinin fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol, triaçilgliserol ve kolesterol esteri fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Yağ Asidi	PL	MG	DG	TAG	Kolesterol Esteri
	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*	(ORT±S.H)*
14:0 [§]	-	3.92±0.08	-	-	-
15:00	-	-	-	-	-
16:00	14.69±0.90a	26.04±1.42b	18.96±1.21c	25.51±1.38b	24.27±1.37b
17:00	-	-	-	-	0.87±0.01
18:00	6.07±0.24a	6.80±0.37a	5.22±0.18a	3.74±0.09b	1.39±0.05c
ΣSFA	20.76±1.06a	36.76±1.14b	24.18±1.08a	29.25±1.2c	26.53±1.09c
16:1n-7	1.06±0.04a	9.70±0.41b	4.30±0.13c	0.98±0.05a	5.80±0.17c
18:1n-9	36.18±0.67a	29.40±0.53b	46.70±1.04c	38.58±0.82a	38.40±0.80a
20:1n-9	-	0.89±0.01a	-	-	1.83±0.04b
ΣMUFA	37.24±0.78a	39.99±0.76a	51±1.06b	39.56±0.75a	46.03±0.92c
18:2n-6	41.69±1.53a	11.92±0.56b	22.50±0.78c	30.30±1.04d	24.30±0.84c
18:3n-3	0.28±0.01a	3.80±0.1b	0.32±0.01a	0.87±0.08c	0.67±0.07d
20:2n-6	-	-	0.80±0.01a	-	0.86±0.01a
20:3n-6	-	-	0.74±0.02a	-	0.89±0.03a
20:4n-6	-	1.90±0.02	-	-	-
20:5n-3	-	3.86±0.02	-	-	-
ΣPUFA	41.97±1.47a	18.51±0.63b	24.36±0.82c	31.17±1.12d	28.55±1.07c

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

4.3. *Trogoderma granarium*'un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği

4.3.1. Dövme ile Beslenen *Trogoderma granarium*'un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği

T. granarium'un larvasının PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 %20.13, 18:0 %8.62, MUFA'lardan 18:1n-9 %35.70, 16:1n-7 %3.60, PUFA'lardan 18:2n-6 %24.24; TAG fraksiyonunda 16:0 %23.42, 18:0 %2.46, 18:1n-9 %38, 16:1 %6.02, 18:2n-6 %24.17; *T. granarium*'un ergininin PL fraksiyonunda 16:0 %14.69, 18:0 %6.07, 18:1n-9 %36.18, 16:1n-7 %1.06, 18:2n-6 %41.69; TAG fraksiyonunda 16:0 %25.51, 18:0 %3.74, 18:1n-9 %38.58, 16:1 %0.98, 18:2n-6 %30.3 (Çizelge 4.4.) olduğu tespit edilmiştir.

Böceğin larva ve erginlerin PL ve TAG fraksiyonları arasında gelişim evrelerine bağlı olarak farklılık göstermiştir. PL fraksiyonlarında larvada Σ SFA %30.17, Σ MUFA %39.78, Σ PUFA %41.97; erginde Σ SFA %20.76, Σ MUFA %37.24, Σ PUFA %41.97; TAG fraksiyonlarında larvada Σ SFA %28.04, Σ MUFA %44.30, Σ PUFA %27.47; erginde Σ SFA %29.25, Σ MUFA %39.56, Σ PUFA %31.17 (Çizelge 4.4.) bulunmuştur.

PL fraksiyonunda Σ SFA ve Σ MUFA oranı larvadaki ergine geçişte azalırken, Σ PUFA oranı artmıştır; TAG fraksiyonunda larvadaki ergin döneme geçişte Σ MUFA oranı azalırken, Σ SFA ve Σ PUFA oranı artmıştır.

T. granarium'un her iki döneminde PL ve TAG fraksiyonlarında majör yağ asitlerinden linoleik asit oranının hızla arttığı, diğer yağ asitlerinin oranında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

4.3.2. Pirinç ile Beslenen *Trogoderma granarium*'un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği

T. granarium'un larvasının PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 %18.48, 18:0 %10, MUFA'lardan 18:1n-9 %39.90, 16:1n-7 %1.29, PUFA'lardan 18:2n-6 %27.44; TAG fraksiyonunda 16:0 %28.91, 18:0 %2.76, 18:1n-9 %45.03, 16:1 %2.41, 18:2n-6 %18.15; *T. granarium*'un ergininin PL fraksiyonunda 16:0 %15.66, 18:0 %7.27, 18:1n-

9 %36.89, 16:1 %1.79, 18:2n-6 %33.85; TAG fraksiyonunda 16:0 %43.51, 18:0 %9.12, 18:1n-9 %36.90, 16:1n-7 %0.59, 18:2n-6 %4.57 (Çizelge 4.5.) olduğu tespit edilmiştir.

T. granarium'un PL fraksiyonlarında larvada Σ SFA %31.12, Σ MUFA %41.19, Σ PUFA %27.59 iken erginde Σ SFA %25.41, Σ MUFA %39.60, Σ PUFA %34.94; TAG fraksiyonlarında larvada Σ SFA %33.82, Σ MUFA %47.44, Σ PUFA %18.70; erginde Σ SFA %55.52, Σ MUFA %38.02, Σ PUFA %6.37 (Çizelge 4.5.) olduğu saptanmıştır.

4.3.3. Kepek ile Beslenen *Trogoderma granarium*'un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği

T. granarium'un larvasının PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 %18.01, 18:0 %9.02, MUFA'lardan 18:1n-9 %35.24, 16:1n-7 %1.42, PUFA'lardan 18:2n-6 %28.48; TAG fraksiyonunda 16:0 %33.68, 18:0 %3.03, 18:1n-9 %39, 16:1n-7 %3.62, 18:2n-6 %16.52; *T. granarium*'un ergin bireyinin PL fraksiyonunda 16:0 %13.48, 18:0 %6.54, 18:1n-9 %40.59, 16:1n-7 %1.12, 18:2n-6 %36.44; TAG fraksiyonunda 16:0 %33.86, 18:0 %3.67, 18:1n-9 %8.12, 16:1n-7 %1.93, 18:2n-6 %38.10, 18:3n-3 %12.66 (Çizelge 4.6.) olduğu tespit edilmiştir.

T. granarium'un larvasında PL fraksiyonlarında Σ SFA %29.20, Σ MUFA %37.16, Σ PUFA %25.98 TAG fraksiyonunda Σ SFA %39.39, Σ MUFA %43.65, Σ PUFA %16.91; erginin PL fraksiyonlarında Σ SFA %20.60, Σ MUFA %41.98, Σ PUFA %37.37; TAG fraksiyonlarında Σ SFA %38.67, Σ MUFA %10.05, Σ PUFA %51.24 (Çizelge 4.6.) olduğu bulunmuştur.

Böceğin ergin evresinde PL ve TAG fraksiyonunda Σ SFA azalış gösterir; PL fraksiyonunda Σ MUFA ve Σ PUFA artış gösterirken TAG fraksiyonunda Σ MUFA önemli derecede azalır, Σ PUFA ise önemli derecede artar.

Fosfolipit fraksiyonunda larvada ergine oranla 16:0 ve 18:0; erginde larvaya oranla 18:1n-9 ve 18:2n-6 daha fazla yüzdede bulunmuştur.

TAG fraksiyonunda larvada ergine oranla 18:1n-9 ve 16:1n-7; erginde larvaya oranla 18:2n-6, 18:3n-3 daha fazla yüzdede bulunmuştur. Erginde 18:2n-6 ve 18:3n-3 yüksek oranda artış göstermiştir (Çizelge 4.6.).

4.3.4. Mısır Unu ile Beslenen *Trogoderma granarium*'un Larva Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği

T. granarium'un larvasının PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 %20.21, 18:0 %11.55, MUFA'lardan 18:1n-9 %32.77, 16:1n-7 %1.52, PUFA'lardan 18:2n-6 %30.20; TAG fraksiyonunda 16:0 %26.18, 18:0 %1.06, 18:1n-9 %44.28, 18:2n-6 %24.39; *T. granarium*'un ergin bireyinin PL fraksiyonunda 16:0 %15.37, 18:0 %8.12, 18:1n-9 %36.50, 16:1n-7 %0.8, 18:2n-6 %38.30; TAG fraksiyonunda 16:0 %28.46, 18:0 %3.84, 18:1n-9 %34.30, 16:1n-7 %1.32, 18:2n-6 %31.38 (Çizelge 4.7.) olarak bulunmuştur.

Böceğin larva ve ergin bireylerinin PL fraksiyonunda Σ SFA %23.70-34.44, Σ MUFA %34.87-37.53, Σ PUFA %30.64-38.70; TAG fraksiyonunda Σ SFA %28.10-39.50, Σ MUFA %35.62-47.16, Σ PUFA %24.70-31.80 (Çizelge 4.7.) arasında bulunmuştur.

Böceğin larva ve ergin bireylerinin her iki fraksiyonunda palmitik asit, oleik asit ve linoleik asit majör yağ asitleri iken stearik asit minördür.

4.3.5. Ceviz ile Beslenen *Trogoderma granarium*'un Larva Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriği

T. granarium'un larvasının PL fraksiyonunda SFA'lardan 18:0 %18.70, 16:0 %16.40, MUFA'lardan 18:1n-9 %28.34, PUFA'lardan 18:2n-6 %35.27; TAG fraksiyonunda 16:0 %23.46, 18:0 %3.39, 18:1n-9 %42.40, 18:2n-6 %23.31; ergin bireylerin PL fraksiyonunda 16:0 %12.80, 18:0 %16.50, 18:1n-9 %30.43, 16:1n-7 %0.52, 18:2n-6 %39.20; TAG fraksiyonunda 16:0 %26.62, 18:0 %6.92, 18:1n-9 %35.90, 18:2n-6 %28.76 (Çizelge 4.8.) olarak bulunmuştur.

Böceğin PL fraksiyonunda Σ SFA %35.10, Σ MUFA %28.94, Σ PUFA %35.94; TAG fraksiyonunda Σ SFA %27.43, Σ MUFA %45.97, Σ PUFA %26.44 (Çizelge 4.8.) olduğu saptanmıştır.

Böceğin PL fraksiyonunda TAG'a oranla 18:0 ve 18:2n-6; TAG fraksiyonunda PL'ye oranla 16:0 ve 18:1n-9 daha yüksek oranda bulunmuştur.

TAG fraksiyonunda 18:0 ve 18:2n-6 yüksek oranda azalırken, 16:0 ve 18:1n-9 önemli derecede artış göstermiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.4. Dövme ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	<u>Fosfolipit</u>		<u>Triaçilgliserol</u>		
	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Besin (ORT±S.H)*
14:0 [§]	0.77±0.04a	-	0.93±0.08a	-	0.17±0.01b
15:0	0.24±0.01a	-	0.34±0.02b	-	0.21±0.01a
16:0	20.13±0.69a	14.69±0.52b	23.42±0.76a	25.51±0.78a	20.71±0.68a
17:0	0.41±0.02a	-	0.89±0.04b	-	0.21±0.01c
18:0	8.62±0.38a	6.07±0.29b	2.46±0.02c	3.74±0.03d	1.71±0.01e
ΣSFA	30.17±1.07a	20.76±0.92b	28.04±1.02a	29.25±1.01a	23.01±0.98b
16:1n-7	3.60±0.04a	1.06±0.02b	6.02±0.08c	0.98±0.02b	0.20±0.01d
18:1n-9	35.70±1.01a	36.18±1.04a	38±1.04b	38.58±1.08b	16.74±0.64c
20:1n-9	0.48±0.04a	-	0.28±0.02b	-	0.32±0.03ab
ΣMUFA	39.78±0.85a	37.24±0.81a	44.30±1.02b	39.56±0.86a	17.26±0.42c
18:2n-6	24.24±0.38a	41.69±0.88b	24.17±0.36a	30.30±0.68c	56.11±1.08d
18:3n-3	0.27±0.01a	0.28±0.01a	0.99±0.16b	0.87±0.12c	3.57±0.42d
20:2n-6	-	-	0.14±0.01	-	-
20:3n-3	0.14±0.02a	-	0.17±0.02a	-	-
20:4n-6	1.50±0.03a	-	0.46±0.01b	-	-
20:5n-3	1.43±0.02a	-	0.74±0.01b	-	-
22:5n-3	1.22±0.04a	-	0.19±0.01b	-	-
22:6n-3	1.16±0.4a	-	0.61±0.02b	-	-
ΣPUFA	29.96±0.86a	41.97±1.01b	27.47±0.84a	31.17±0.89a	59.68±1.48c

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.5. Pirinç ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triasilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	Fosfolipit		Triasilgliserol		
	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Besin (ORT±S.H)*
14:0 [§]	0.94±0.06a	1.26±0.09b	1.49±0.12b	2.27±0.21c	2.01±0.08b
15:0	1.25±0.08a	1.22±0.07a	0.27±0.01b	0.32±0.02b	-
16:0	18.48±0.68a	15.66±0.56a	28.91±0.99b	43.51±1.08c	33.52±0.97b
17:0	0.45±0.03a	-	0.39±0.02b	0.30±0.02b	-
18:0	10±1.01a	7.27±0.78b	2.76±0.24c	9.12±0.98a	2.97±0.12b
ΣSFA	31.12±0.82a	25.41±0.71b	33.82±0.97a	55.52±1.53c	38.50±1.14b
16:1n-7	1.29±0.08a	1.79±0.14b	2.41±0.29c	0.59±0.03d	0.63±0.03b
18:1n-9	39.90±1.06a	36.89±0.92b	45.03±1.23c	36.90±0.91b	28.99±0.88b
20:1n-9	-	0.92±0.06a	-	0.53±0.02b	-
ΣMUFA	41.19±1.14a	39.60±1.07a	47.44±1.42b	38.02±1.02a	29.62±0.74b
18:2n-6	27.44±0.68a	33.85±1.01b	18.15±0.32c	4.57±0.07d	30.86±0.64b
18:3n-3	0.15±0.01a	0.52±0.04b	0.55±0.06b	0.47±0.02b	0.98±0.02b
20:2n-6	-	0.57±0.02a	-	1.33±0.08b	-
ΣPUFA	27.59±0.54a	34.94±0.68b	18.70±0.21c	6.37±0.09d	31.84±0.92b

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.6. Kepek ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	<u>Fosfolipit</u>		<u>Triaçilgliserol</u>		
	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Besin (ORT±S.H)*
14:0 [§]	0.67±0.32a	0.26±0.11b	1.23±0.56c	0.65±0.31a	0.13±0.08d
15:0	1.22±0.64a	-	0.87±0.43b	0.19±0.09c	0.13±0.01c
16:0	18.01±0.59a	13.48±0.42b	33.68±0.74c	33.86±0.78c	18.80±0.41a
17:0	0.28±0.02a	0.32±0.03b	0.58±0.08c	0.30±0.02b	0.22±0.03a
18:0	9.02±0.61a	6.54±0.47b	3.03±0.15c	3.67±0.23c	1.19±0.07d
ΣSFA	29.2±0.98a	20.60±0.62b	39.39±1.06c	38.67±0.87c	20.47±0.62b
16:1n-7	1.42±0.09a	1.12±0.06a	3.62±0.15b	1.93±0.04c	18.80±0.94d
18:1n-9	35.24±0.93a	40.59±1.13b	39±0.95b	8.12±0.12c	18.22±0.44d
20:1n-9	0.50±0.02a	0.27±0.01b	1.03±0.07c	-	0.52±0.02a
ΣMUFA	37.16±0.67a	41.98±0.83b	43.65±1.05b	10.05±0.19c	37.54±0.62a
18:2n-6	28.48±0.74a	36.44±1.08b	16.52±0.54c	38.10±1.24b	56.34±1.06d
18:3n-3	0.83±0.16a	0.50±0.02b	0.39±0.01c	12.66±0.76d	4.26±0.36c
20:2n-6	-	0.43±0.06a	-	0.48±0.08a	0.12±0.01b
20:3n-3	-	-	-	-	-
20:4n-6	0.27±0.01	-	-	-	-
ΣPUFA	29.58±0.68a	37.37±0.84b	16.91±0.32c	51.24±1.36d	60.72±1.73e

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.7. Mısır unu ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	<u>Fosfolipit</u>		<u>Triaçilgliserol</u>		Besin (ORT±S.H)*
	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	
14:0 [§]	1.22±0.06a	0.21±0.02b	0.28±0.03b	0.17±0.01c	0.18±0.02c
15:0	0.26±0.08a	-	-	-	0.06±0.01b
16:0	20.21±0.41a	15.37±0.28b	26.18±0.33c	28.46±0.45c	12.86±0.38b
17:0	1.20±0.06a	-	0.58±0.08b	0.48±0.02b	0.06±0.01c
18:0	11.55±0.48a	8.12±0.42b	1.06±0.08c	3.84±0.11d	2.39±0.12e
ΣSFA	34.44±0.67a	23.70±0.41b	28.10±0.52c	32.95±0.48a	15.55±0.25d
16:1n-7	1.52±0.06a	0.80±0.03b	2.51±0.12c	1.32±0.08a	1.16±0.06a
18:1n-9	32.77±0.72a	36.50±0.45b	44.28±1.25c	34.30±0.67ab	26.90±0.58d
20:1n-9	0.58±0.02a	0.23±0.01b	0.37±0.01c	-	0.37±0.01c
ΣMUFA	34.87±0.64a	37.53±0.57a	47.16±1.24b	35.62±0.92a	28.43±0.43c
18:2n-6	30.20±0.56a	38.30±0.83b	24.39±0.34c	31.38±0.82a	54.50±1.24d
18:3n-3	0.44±0.04a	0.40±0.01a	0.21±0.02b	-	1.44±0.06c
20:2n-6	-	-	0.06±0.01	-	-
20:5n-3	-	-	0.04±0.01	-	-
ΣPUFA	30.64±0.48a	38.70±0.72b	24.70±0.23c	31.38±0.56a	55.94±1.18d

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.8. Ceviz ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	<u>Fosfolipit</u>		<u>Triaçilgliserol</u>		
	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Larva (ORT±S.H)*	Ergin (ORT±S.H)*	Besin (ORT±S.H)*
14:0 [§]	-	-	0.21±0.02	-	-
15:0	-	-	0.17±0.01	-	-
16:0	16.40±0.46a	12.80±0.42b	23.46±0.52c	26.62±0.58c	8.54±0.21d
17:0	-	-	0.20±0.01	-	-
18:0	18.70±0.52a	16.50±0.45a	3.39±0.14b	6.92±0.18c	2.98±0.12b
ΣSFA	35.10±1.64a	29.30±0.98b	27.43±0.86b	33.54±1.02a	11.52±0.42c
16:1n-7	0.60±0.02a	0.52±0.01a	3.31±0.08b	1.27±0.09c	0.10±0.01d
18:1n-9	28.34±0.64a	30.43±0.81a	42.40±1.14b	35.90±0.62c	19.46±0.46d
20:1n-9	-	-	0.26±0.02	-	-
ΣMUFA	28.94±0.48a	30.95±0.56a	45.97±1.46b	37.17±0.87c	19.56±0.41d
18:2n-6	35.27±0.68a	39.20±0.74b	23.31±0.58c	28.76±0.44d	55.43±1.46e
18:3n-3	0.67±0.04a	0.50±0.02a	1.45±0.08b	0.46±0.01a	13.46±0.24c
20:2n-6	-	-	0.21±0.02	-	-
20:3n-3	-	-	0.09±0.01	-	-
20:4n-6	-	-	0.77±0.02	-	-
20:5n-3	-	-	0.61±0.01	-	-
ΣPUFA	35.94±0.77a	39.70±0.84a	26.44±0.56a	29.22±0.63c	68.89±1.78d

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

4.3.6. Böceğin Yağ Asidi Dağılımı

Dövme, pirinç, kepek, mısır unu ve ceviz ile beslenen *T. granarium* larvasına ait PL fraksiyonunda SFA'lardan 16:0 %16.40-20.13, 18:0 %8.62-18.70, MUFA'lardan 18:1n-9 %28.34-39.90, PUFA'lardan 18:2n-6 %24.24-35.27; TAG fraksiyonunda 16:0 %23.42-33.68, 18:0 %1.06-3.03, 18:1n-9 %38-45.03, 18:2n-6 %16.52-24-39; ergine ait PL fraksiyonunda 16:0 %13.48-15.66, 18:0 %6.07-16.50, 18:1n-9 %36.18-40.59, 18:2n-6 %33.85-41.69; TAG fraksiyonunda 16:0 %25.51-43.51, 18:0 %3.74-9.12, 18:1n-9 %8.12-38.58, 18:2n-6 %4.57-38.10 aralığında belirlenmiştir.

Böceğin yağ asidi içeriğindeki değişimleri anlamak ve böceğin besinsel değerini tespit etmek için başlıca lipid sınıfları olan PL ve TAG fraksiyonlarının yağ asidi kompozisyonunu ortaya çıkarmak gerekir. Bu nedenle böceğin PL ve TAG fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği incelemiştir. PL ve TAG'ın böceklerin metabolizmasında farklı rolleri vardır.

4.3.7. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Etki Eden Faktörler

Enerji rezervi olarak kullanılan nötral lipidlerin önemli bir kısmını oluşturan TAG yağ asitleri, başta besin olmak üzere, üreme durumu (yumurtlama dönemi) gibi faktörlerce etkilenmektedir. Hücre ve organel zarlarında yapısal olarak bulunan PL ise zarların sıvı-akıcı özeliğinin korunmasını, permeabiliteyi etkilemesi nedeniyle, daha çok ortam sıcaklığından etkilenmektedir (Christie 1987, Arts ve ark. 2001).

Hücre ve organel membranlarında fosfolipitlerin biyolojik aktivitelerinden dolayı, nötral lipidlere oranla daha hızlı değişimlere uğrarlar (Parker ve ark. 1980).

4.3.8. Triaçilgliserol ve Fosfolipit Fraksiyonundaki Yağ Asidi İçeriğine Besinin Etkisi

Besinsel lipidlerin vücut lipidlerinin yağ asidi kompozisyonuna etkisi, trigliserit ve fosfolipitler arasında farklılık gösterir. Bazı çalışmalarda fosfolipit, bazılarında ise triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin besinden önemli derecede etkilendiği saptanmıştır.

Aynı şartlar altında, aynı besin ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin yağ asidi bileşimindeki yağ asidi yüzdeleri oldukça farklılık göstermesi;

larva ergin evrelerdeki metabolizmanın değişmesinden kaynaklanabilir. Nitekim Gilby (1965) böceklerde ergin evredeki lipid miktarı ve bileşiminin beslenmenin yanı sıra metabolizmaya bağlı olarak ta değişebildiğini belirtmiştir. Ergin öncesi evrede besinin gelişme süresine, erginleşme oranına, ergin büyüklüğüne ve erginde birikmiş besinsel madde rezervlerinin miktarına etkisi büyük iken (Cangussu ve Zucoloto 1992, Başhan 1996), ergin evrede beslenme en çok yumurta verimini etkilemektedir ve besinsel yağ asitlerinin etkileri genellikle, sonraki jenerasyonlarda ortaya çıkmaktadır (House 1972). Böceklerdeki yağ asidi dağılımı sabit değildir. Böceklerdeki eşey, diapoz, estivasyon ve gelişim evrelerinin farklılığı gibi biyolojik etmenlerin yanı sıra, sıcaklık ve besin gibi çevresel faktörlerin de yağ asidi dağılımını etkilediği görülmüştür (Stanley-Samuels ve ark. 1988).

Birçok çalışmada besinin, böceğin yağ asidi dağılımını etkilediği görülmüştür. Ancak, *Lymantria dispar* (Stanley-Samuels ve ark. 1992), *Hypera brunneipennis* (Summers ve Schaefer 1988), *Spodoptera frugiperda*'nın (Stanley-Samuels ve ark. 1986) ve sünenin (Başhan ve ark. 2002) kantitatif yağ asidi içerikleri besinden farklı bulunmuştur. Ayrıca, *A. pisum*'un triaçlglicerol fraksiyonunda %90 oranında bulunan miristik asit (Ryan ve ark 1982); *B. leucopterus leucopterus* ve *B. iowensis*'te (Spike ve ark. 1991) %30-40 ile süne (Başhan ve ark. 2002) %20 oranında bulunan palmitoleik asidin; *D. baccarum* ve *P. lituratus*'ta triaçlglicerol fraksiyonunda %50 ve %61 (Başhan ve Çakmak 2005), *Monosteira lobulifera*'da %35 oranında bulunan oleik asidin (Çakmak ve ark. 2005) besinden gelmediği saptanmıştır. Biz de besinin böceklerin yağ asidi dağılımına etkisini incelemek için *Trogoderma granarium*'un larva ve ergin bireylerine ait fosfolipit ve triaçlglicerol fraksiyonundaki yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan dövme, pirinç, kepek, mısır unu ve cevizin yağ asidi kompozisyonunu karşılaştırılmıştır. Yaptığımız analizlerde besinin, böceğin her iki evresinde de yağ asidi dağılımına etki ettiğini saptanmıştır. Triaçlglicerol fraksiyonunda yüksek oranda bulunan linoleik asit, besinde de yüksek değerde bulunmuştur. Ayrıca, yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin dövme, kepek ve mısır ununda bulunmaması; pirinç ve cevizde çok az miktarda bulunmasına rağmen toplam aşırı doymamış yağ asidi oranı besinde, böceklere göre daha yüksek tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise, 18 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin miktarının besinde yüksek oranda bulunmasıdır.

Böcekler larval dönemlerinde daha fazla yağ asidi biriktirirler. Özellikle larval dönemin 5. evresinde bu birikim maksimuma ulaşır. Çoğu böcek larval dönemin başlarında çoğunlukla aşırı doymamış yağ asitlerini, daha sonraki dönemlerinde ise doymuş yağ asitlerini biriktirirler. Fosfolipitlerde larval dönemde sentezlenerek biriktirilir. *Celerio euphorbiae*'nin fosfolipit sentezi larva evresinde ergin ve pupa evrelerine göre dört kat artış göstermiştir (Beenackers ve ark. 1985).

Böcekler, pupa evrelerinde enerji ihtiyaçlarını depo edilen triaçilgliserolden karşılar. Pupa evresi boyunca triaçilgliserol yavaşça tüketilir, metamorfozun sonuna doğru tüketim hızlanır. (Ogg ve Stanley-Samuelsan 1992). *Myrmeleon inconspicuus*'un larva ve ergininin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşenlerinin her ikisinde de ergin evrede palmitoleik asitte düşüş gözlenirken, linoleik asitte ise yükseliş göstermiştir (Çakmak ve ark. 2004).

Trogoderma granarium'un larva ve erginlerine farklı besinlerin etkisiyle, yağ asidi bileşimi ve yüzdelerinde meydana gelen bu değişikliklere bağlı olarak PL ve TAG fraksiyonlarında SFA, MUFA ve PUFA yüzdeleri de değişmiştir. Bu farklılığın nedenini böceğin metamorfoz geçirmiş olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Nurullahoğlu (2003), *A. grisella*'nın larva ve pupunun yağ asidi bileşimi ile yaptığı çalışmasında aynı sonuca varmıştır.

Farklı besinlerle beslenen larva ve erginlerin PL ve TAG fraksiyonlarında en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi 18:1n-9 olarak bulunmuştur. Başka türlerle yapılan çalışmalarda da oleik asit yüzdesi yüksek bulunmuştur. *Pimpla turionellae* (Aktümsek ve Aksoylar 1987), *Itopectis maculator* (Aktümsek 1996), *Galleria mellonella* larva ve pupasında (Aktümsek ve ark. 2000), *Plodia interpunctella* larva ve pupasında (Seven 2004) ve yine *P. interpunctella*'nın farklı besinlerle beslenen larva ve pupalarında en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi oleik asit olarak bulunmuştur (Üstüner ve ark. 2010). Oleik asit büyüme için ve enerji kaynağı olarak kullanılan bir yağ asididir (Dadd 1973). Böceklerin genelinde yüksek olmasının nedeninin bu olduğu düşünülmektedir.

Depo lipitler olarak görev yapan triaçilgliserolde genellikle doymuş yağ asitleri ile oleik asit gibi bir çift bağ içeren yağ asitleri bulunurken, hücre membranında görev alan fosfolipitte ise aşırı doymamış yağ asitleri daha fazla miktarda bulunurlar (Uscian ve ark. 1992, Ogg, and Stanley-Samuelsan 1992, Uscian, and Stanley-Samuelsan 1994, Çakmak ve ark. 2005). *T. granarium* bireyinde de benzer sonuçlar saptanmıştır.

Triaçilgliserolde 16:0 ve 18:1n-9 ve 18:2n-6, fosfolipitte ise 18:0, 18:1n-9 ve 18:2n-6 yüzde dağılımında en fazla bulunan yağ asitleri olmasına rağmen 18:2n-6 genellikle PL'de daha yüksek oranda bulunmuştur. Tek karbonlu doymuş yağ asitlerine triaçilgliserolde, 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerine ise daha çok fosfolipitte rastlandı. Bu sonuçlar doğaldır. Çünkü; triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asitleri daha çok böceğin enerji ihtiyacını karşılamada rol alır. Polar olmayan triaçilgliserollerin tamamına yakın bölümünün susuz şekilde saklanması ve daha fazla kaloriye sahip olması nedeniyle karbonhidrat ve proteinlere göre daha verimli bir enerji ve daha kullanışlı bir depo kaynağıdır. Bu nedenle depolanan lipit sınıfı triaçilgliseroldür ve bu fraksiyon böceklerin metabolik ihtiyaçlarını karşılar. Triaçilgliserol, en fazla böceğin yağ doku, ovaryum ve yumurtasında bulunur. Böceklerdeki yağ doku insanlardaki karaciğerin analogu olan bir organdır. Yağ dokuyu ve total vücut lipitlerinin % 90'dan fazlasını triaçilgliserol oluşturur. Bu lipit depoları; besinlerden absorbe edilen lipit ve karbonhidratlar oluşmakta, α -gliserofosfat ve monoaçilgliserol yollarıyla yağ dokuya taşınmaktadır. Böcek yağ dokusu, lipitlerin sentezi ve depolanması için en önemli organdır. Örneğin; uçma esnasında yağ doku hemolenfe lipit sağlar (Beenackers ve ark. 1985).

Kaynama noktası oldukça düşük olan aşırı doymamış yağ asitleri, genelde fosfolipit fraksiyonunda daha fazladır ve membranın akıcı ve geçirgen özelliğine katkıda bulunurlar. Total lipitlerin %5'ini hücre ve organellerinin zarlarında bulunan fosfolipitler, %95'ni ise depo lipitleri olarak kullanılan triaçilgliseroller oluşturur. Fosfolipit ise en fazla hemolenfte bulunur (Margaret ve ark. 1989).

Her iki fraksiyonda da larva ve erginlerde 18:2n-6 arttığını, fakat pirinçle beslenen böceklerde TAG fraksiyonunda azaldığı gözlenmiştir. Dövme, pirinç, kepek, mısır unu ve cevizin 18:2n-6 içeriği incelendiğinde en düşük değere sahip besin pirinçtir. Bundan dolayı bu farklılaşmayı besine bağlayabiliriz. Ayrıca besinlerin hepsinde 18:2n-6 en yüksek değere sahiptir. Böceklerde ise bu yağ asidi farklılık göstermektedir. Farklı ihtiyaçlardan dolayı bu değişim gerçekleşmiş olabilir.

Böceklerin yağ asidi analizlerinde linolenik asidin yüzde dağılımı genellikle farklı bulunmuştur. Linoleik asit, omurgalı ve omurgasız hayvanlar için temel bir yağ asididir. Yapılan besinsel çalışmalarda elliye yakın böcek türünün bu bileşeni sentezleyemedikleri saptanmıştır. Bu yağ asidi eksikliğinde yetiştirilen değişik ordolara

ait birçok böcekte büyüme ve gelişme bozuklukları oluşmuştur. Özellikle larva ve pupa gelişimi ile normal kanat oluşumu için kullanıldığı saptanmıştır. Bu aşırı doymamış yağ asidi eksikliğinde bazı lepidopter ve hymenopterlerde pupadan ergin böcek oluşamamıştır (Dadd 1985). İlk olarak, ince tabaka kromatografisi, radio-gaz-sıvı kromatografisi gibi teknikler ve radyoaktif maddeler kullanılarak denenilen böceklerden, bir termit türü olan *Z. angusticollis*, bir gryllid türü olan *A. domesticus* ve bir hamamböceği türü olan *P. americana*'nın linoleik asiti sentezledikleri saptanmıştır (Blomquist ve ark. 1982). Kaçar, (2006) *Modicogryllus truncatus*'ta aşırı doymamış yağ asitlerinin biyosentezi üzerine yaptığı çalışmada *Modicogryllus truncatus*'un da bu yağ asidini sentezlediğini saptamıştır. Çalışmamızda da linoleik asidin yüksek oranlarda olduğunu tespit ettik. Farklı besinlerde (pirinç, dövme, mısır unu) bu yağ asidi yüksek olduğundan dolayı besin ile ilişkili olduğunu düşünebiliriz.

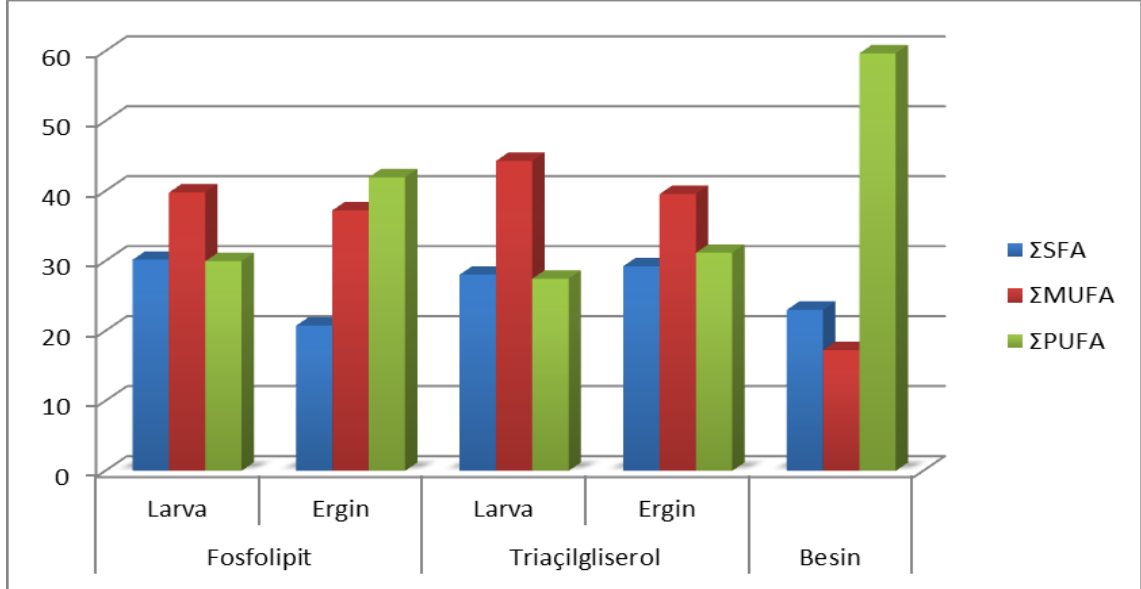
Biyolojik bakımdan önemli olan prostaglandinler ve ilgili diğer eikosanoidlerin öncül maddesi olan arakidonik asit, linoleik asitten sentezlenir. Böceklerin larval evrelerinde bu yağ asidi deri değiştirme ve diğer fizyolojik aktivitelerde kullanıldığı için, miktarı azalırsa da böcek erginleştikten sonra, deri değişimi işlevinin sona ermesi ve yaşlanmayla birlikte fizyolojik aktivitelerin azalmasıyla kullanım hızı düşen linoleik asitin miktarı artar ve yaşlı böceklerde daha fazla depolanır. Holometabol olan *T. granarium*'un larva ve erginlerinin triaçilgliserol fraksiyonunda gözlenmiştir. Bu durum deri değişimi esnasında oluşan fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklerin böceklerin yağ asidi sentezine etki ettiğini gösterir. Bu durumun tam tersini *Apanteles galleriae*'nin erginlerinde larva ve pupa evrelerine göre daha fazla tespit edilmiştir (Nurullahoglu ve ark. 2004). Bunun nedeni böceklerdeki beslenme şeklinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çakmak 2006).

Böceklerde triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonundaki yağ asitleri kantitatif olarak birbirinden farklıdır. Triaçilgliserolde genellikle doymuş yağ asitleri ile oleik asit gibi bir çift bağ içeren yağ asitleri, fosfolipitte ise aşırı doymamış yağ asitleri daha fazla miktarda bulunurlar (Ogg ve ark. 1993). Çalıştığımız böceklerden elde edilen verilerin çoğunluğu bu sonuçlara uygunluk göstermektedir. Triaçilgliserolde; palmitik, palmitoleik ve oleik asitler, fosfolipitte ise stearik, linoleik ve linolenik asitler yüzde dağılımında en fazla bulunan yağ asitleridir.

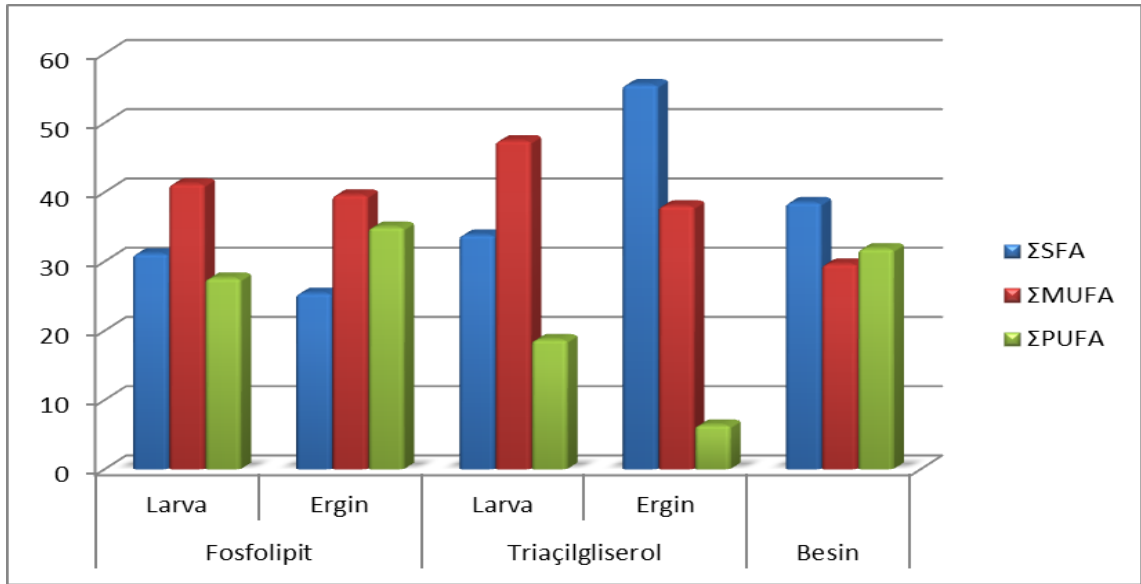
Besinlerde bulunmadığı halde *T. granarium*'un dövme ile beslenen larvalarında PL ve TAG fraksiyonlarında, mısır unu ve ceviz ile beslenen larvalarda TAG fraksiyonunda, eikosatrienoik (20:3n-6), arakidonik (AA, 20:4n-6) ve eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) gibi biyolojik bakımdan oldukça önemli olan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerine rastlanmıştır. 20:3n-6, 20:4n-6 ve 20:5n-3 gibi C20 PUFA'lar, LA'ların ve 18:3n-3'ün elongasyon (zincir uzatma) ve desatürasyon reaksiyonları ile sentezlenir. Bu duruma bağlı olarak, çalıştığımız böceğin 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin sentezini gerçekleştirebildiğini görüyoruz.

T. granarium'un larva ve ergin bireylerinde PL ve TAG fraksiyonlarında pentadekanoik (15:0) ve heptadekanoik (17:0) asitler tek karbonlu doymuş yağ asitlerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca böceğin beslendiği dövme, pirinç, kepek ve mısır ununda bu yağ asitlerine rastlanmıştır. Sadece cevizde ve bu besinle beslenen böceklerde tek karbonlu yağ asitleri saptanmamıştır. Tek karbonlu yağ asitleri de, 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri gibi az miktarda buldukları için bunları saptamak zordur. Biyolojik önemi henüz bilinmeyen bu bileşenler, *Tenebrio molitor*'un dokularında (Howard ve Stanley-Samuelson 1990), *M. sexta*'da (Ogg ve Stanley-Samuelson 1992), *Diabrotica* cinsine ait beş türde (Ogg ve ark. 1993), *M. septendecium*'ta (Hoback ve ark. 1999) ve *Chrysomela vigintipunctata*'da (Nikola ve ark. 2000) saptanmışlardır.

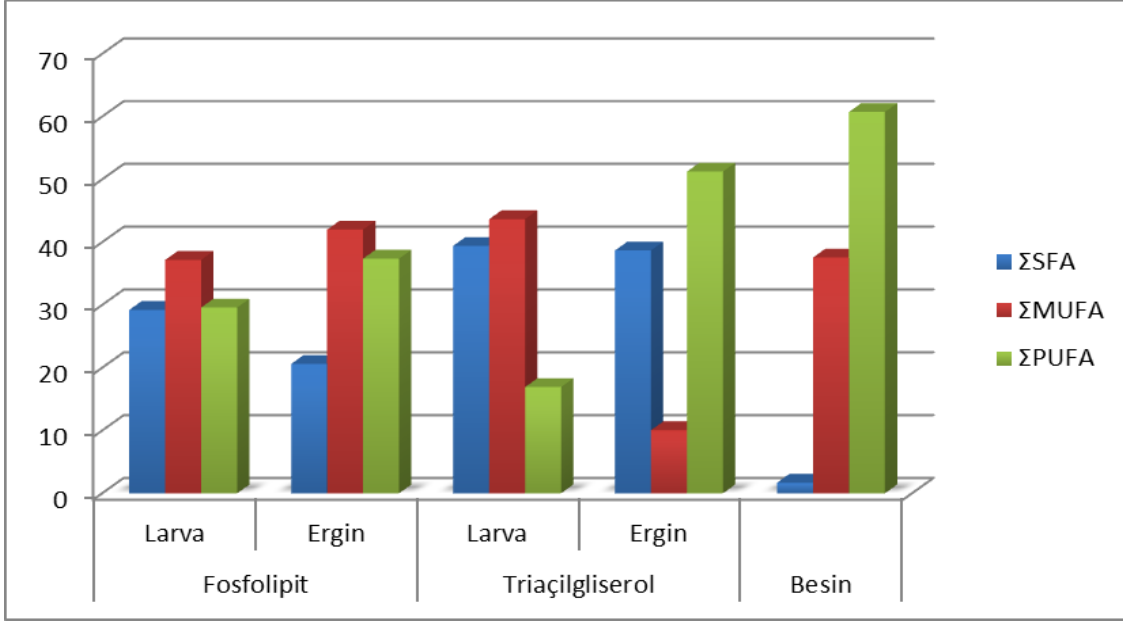
4.4. Farklı Besinlerle Beslenen *Trogoderma granarium*'un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA Yüzdelerinin Karşılaştırılması



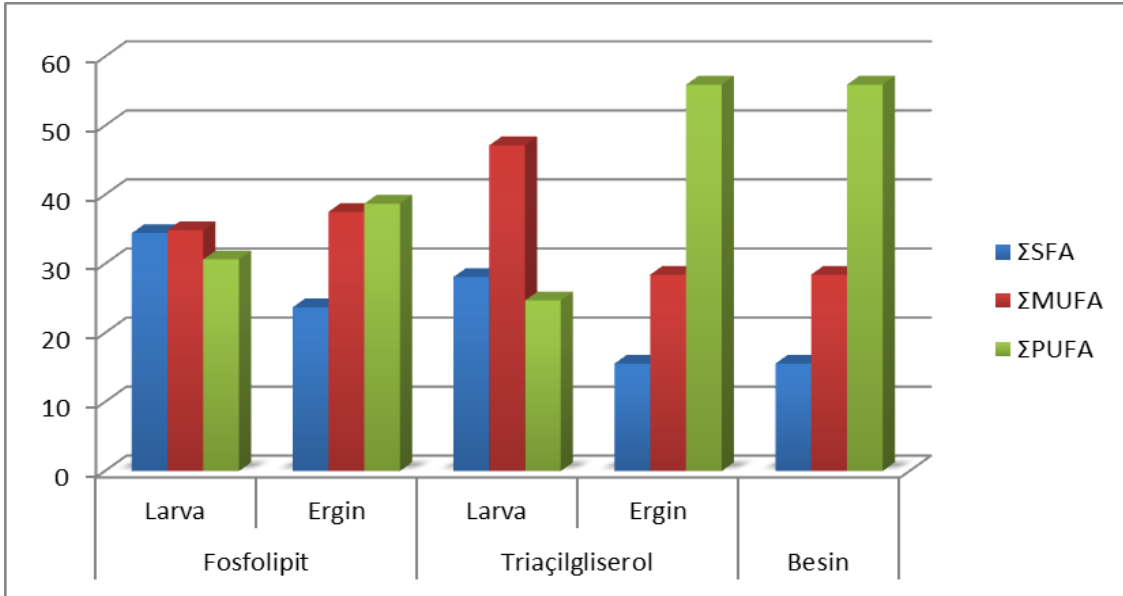
Şekil 4.1. Dövme ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA yüzdelerinin karşılaştırılması



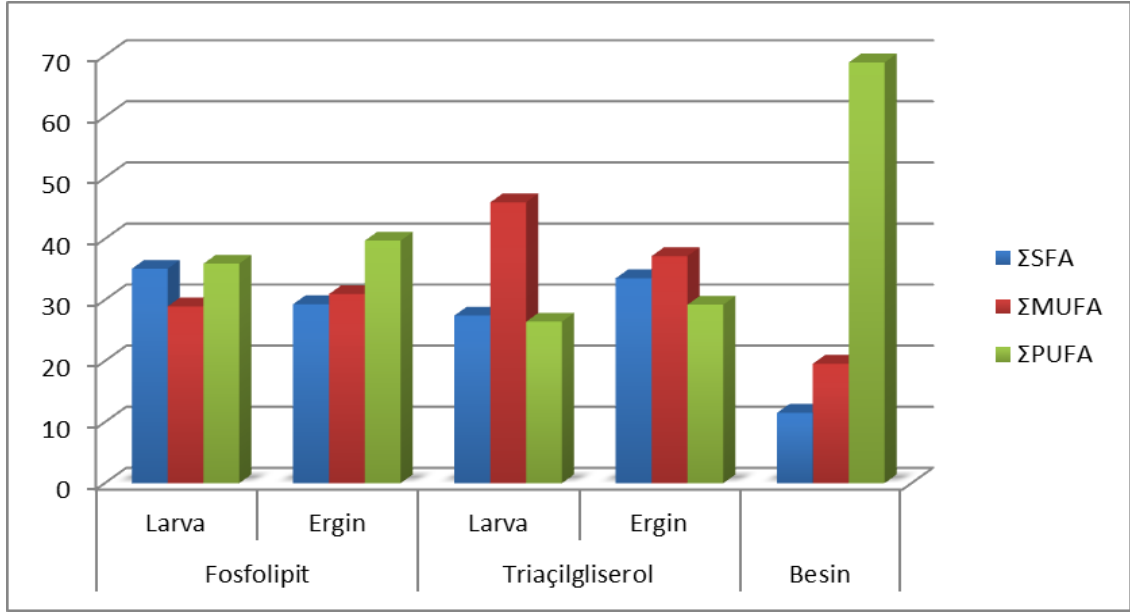
Şekil 4.2. Pirinç ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA yüzdelerinin karşılaştırılması



Şekil 4.3. Kepek ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki ΣSFA, ΣMUFA ve ΣPUFA yüzdelerinin karşılaştırılması



Şekil 4.4. Mısır unu ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki ΣSFA, ΣMUFA ve ΣPUFA yüzdelerinin karşılaştırılması



Şekil 4.5. Ceviz ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki ΣSFA, ΣMUFA ve ΣPUFA yüzdelerinin karşılaştırılması

Dövme, kepek, mısır unu ve ceviz besinlerinin ΣPUFA yüzdeleri yüksek oranda saptanmıştır. *T. granarium*'un erginlerinin hem PL hem de TAG fraksiyonunda PUFA oranı, larvalarına oranla daha yüksek olarak saptanmıştır. Her iki fraksiyonda PUFA'ların erginlerde artması beslenme ile ilişkilidir.

Farklı besinlerle beslenen böceklerin erginlerinde larvalarına oranla PL fraksiyonlarında ΣSFA oranının azalma gösterdiği, TAG fraksiyonunda ΣSFA oranının artma gösterdiği saptanmıştır. Farklı besinlerle beslenen ergin böceklerin larvalara oranla TAG fraksiyonunda ΣMUFA oranının azaldığı; dövme, pirinç ve ceviz ile beslenen ergin böceklerin larvalara oranla PL fraksiyonunda ΣMUFA oranının azaldığı, kepek ve mısır ile beslenenlerde ise arttığı saptanmıştır.

4.5. Farklı Besinlerle Beslenen *Trogoderma granarium*'un Larva ve Ergin Bireylerinin Fosfolipit ve Triaçilgliserol Fraksiyonlarındaki Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması

Trogoderma granarium'un larva ve ergin bireylerinin farklı besinlerdeki fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonları kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre en yüksek oranların 16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6 olduğu bulunmuştur.

Trogoderma granarium'un larvalarının PL fraksiyonunda: 16:0, dövme ve mısır unuyla beslenenlerde yüksek iken ceviz ile beslenenlerde daha düşük yüzdeye; 18:0, ceviz ile beslenenlerde en yüksek yüzdeye; 18:1n-9, %39.90 ile en yüksek yüzdenin pirinçle beslenen larvalarda, %28.34 ile en düşük yüzdenin cevizle beslenenlere ait olduğu belirlenmiştir. 18:2n-6, pirinç, kepek ve mısır unu ile beslenenlerde büyük farklılık göstermezken; ceviz ile beslenen böceklerde en yüksek, dövmeyle beslenenlerde ise en düşük oranın olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9.).

Trogoderma granarium'un ergin bireylerinin PL fraksiyonunda: 16:0 oranında anlamlı farklılıkların olmadığı görülmüştür. 18:0, en yüksek oranının cevizle beslenen erginlere, en düşük oranın ise dövme ile beslenen erginlere ait olduğu; 18:1n-9, dövme, pirinç ve mısır unu ile beslenen erginlerde benzerlik gösterirken en yüksek oranın kepek ile beslenen erginlere, en düşük oranın ise cevizle beslenen erginlere ait olduğu belirlenmiştir. 18:2n-6 oranının farklı besinlerle beslenen erginlerde anlamlı farklılığı olmazken en düşük oranın pirinçle beslenenlerde olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10.).

TAG fraksiyonuna ait larvaların karşılaştırılmasında: 16:0 oranına en yüksek kepek ile beslenen larvaya, en düşük dövme ile beslenen larvaya; 18:1n-9 en fazla pirinçle beslenenlere en az dövmeyle beslenenlere rastlanmıştır. 18:2n-6 oranı dövme, mısır unu ve cevizle beslenen larvalarda benzerlik gösterirken kepek ile beslenen larvalarda bu oranın daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11.).

Böceğin ergin bireylerinin TAG fraksiyonunda: 16:0 farklı besinlerle beslenen erginlerde önemli farklılıklara sahip olduğu ve en yüksek oranın pirinçle beslenenlere ait olduğu görülmüştür. 18:0, dövme, kepek, mısır unu ile beslenen erginlerde benzer ve düşük orandayken pirinçle beslenenlerde yüksek oranda olduğu görülmüştür. 18:1n-9; dövme, pirinç, mısır unu ve cevizle beslenen ergin bireylerde yüksek orana, kepek ile beslenenlerde ise çok düşük yüzdeye; 18:2n-6, pirinçle beslenen erginlerde çok düşük

orana, kepekle beslenen erginlerde ise en yüksek orana ait olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.9. Farklı besinlerle beslenen *T. granarium*'un larvalarının fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	Dövme (ORT±S.H)*	Pirinç (ORT±S.H)*	Kepek (ORT±S.H)*	Mısır unu (ORT±S.H)*	Ceviz (ORT±S.H)*
14:0 [§]	0.77±0.04a	0.94±0.06b	0.67±0.02a	1.22±0.08c	-
15:0	0.24±0.01a	1.25±0.08b	1.22±0.08b	0.26±0.01a	-
16:0	20.13±0.69a	18.48±0.62b	18.01±0.59b	20.21±0.41a	16.40±0.46c
17:0	0.41±0.02a	0.45±0.02a	0.28±0.01b	1.20±0.06c	-
18:0	8.62±0.38a	10±0.41b	9.02±0.32b	11.55±0.48c	18.70±0.52d
ΣSFA	30.17±0.80a	31.12±0.82a	29.20±0.78a	34.44±0.87b	35.10±0.88b
16:1n-7	3.60±0.04a	1.29±0.02b	1.42±0.03b	1.52±0.03b	0.60±0.01c
18:1n-9	35.70±1.01a	39.90±1.06b	35.24±0.93a	32.77±0.72c	28.34±0.64d
20:1n-9	0.48±0.04a	-	0.50±0.02a	0.58±0.03a	-
ΣMUFA	39.78±0.85a	41.19±1.14a	37.16±0.82b	34.87±0.74c	28.94±0.67d
18:2n-6	24.24±0.58a	27.44±0.65b	28.48±0.74b	30.2±0.86c	35.27±0.94d
18:3n-3	0.27±0.02a	0.15±0.01b	0.83±0.16c	0.44±0.04d	0.67±0.05d
20:2n-6	-	-	-	-	-
20:3n-3	0.14±0.02	-	-	-	-
20:4n-6	1.50±0.03a	-	0.27±0.01b	-	-
20:5n-3	1.43±0.02	-	-	-	-
22:5n-3	1.22±0.04	-	-	-	-
22:6n-3	1.16±0.4	-	-	-	-
ΣPUFA	29.96±0.86a	27.59±0.74b	29.58±0.82a	30.64±0.93a	35.94±1.02c

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H: Standart hata, S.F.A: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.10. Farklı besinlerle beslenen *T. granarium*'un ergin bireylerinin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	Dövme (ORT±S.H)*	Pirinç (ORT±S.H)*	Kepek (ORT±S.H)*	Mısır unu (ORT±S.H)*	Ceviz (ORT±S.H)*
14:0 [§]	-	1.26±0.12a	0.26±0.01b	0.21±0.01b	-
15:0	-	1.22±0.09	-	-	-
16:0	14.69±0.52a	15.66±0.56a	13.48±0.42b	15.37±0.58a	12.80±0.42b
17:0	-	-	0.32±0.03	-	-
18:0	6.07±0.76a	7.27±0.78b	6.54±0.72a	8.12±0.82b	16.50±1.01c
ΣSFA	20.76±0.62a	25.41±0.71b	20.60±0.52a	23.70±0.68c	29.30±0.98d
16:1n-7	1.06±0.04a	1.79±0.08b	1.12±0.06a	0.80±0.03c	0.52±0.01d
18:1n-9	36.18±1.04a	36.89±0.92a	40.59±1.13b	36.50±1.05a	30.43±0.81c
20:1n-9	-	0.92±0.06a	0.27±0.01b	0.23±0.01b	-
ΣMUFA	37.24±0.81a	39.60±1.07b	41.98±1.14b	37.53±0.82a	30.95±0.64c
18:2n-6	41.69±1.08a	33.85±0.81b	36.44±0.88c	38.30±0.93d	39.20±0.94d
18:3n-3	0.28±0.01a	0.52±0.04b	0.50±0.03b	0.40±0.01c	0.50±0.03b
20:2n-6	-	0.57±0.02a	0.43±0.02a	-	-
20:3n-3	-	-	-	-	-
20:4n-6	-	-	-	-	-
20:5n-3	-	-	-	-	-
22:5n-3	-	-	-	-	-
22:6n-3	-	-	-	-	-
ΣPUFA	41.97±1.06a	34.94±0.86b	37.37±0.92c	38.70±0.94c	39.70±1.01a

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H: Standart hata, S.F.A: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

Çizelge 4.11. Farklı besinlerle beslenen *T. granarium*'un larvalarının triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	Dövme (ORT±S.H)*	Pirinç (ORT±S.H)*	Kepek (ORT±S.H)*	Mısır unu (ORT±S.H)*	Ceviz (ORT±S.H)*
14:0 [§]	0.93±0.08a	1.49±0.14b	1.23±0.12b	0.28±0.03c	0.21±0.01c
15:0	0.34±0.02a	0.27±0.01a	0.87±0.43b	-	0.17±0.01c
16:0	23.42±0.76a	28.91±0.99b	33.68±1.04c	26.18±0.33b	23.46±0.74a
17:0	0.89±0.16a	0.39±0.02b	0.58±0.08c	0.58±0.08c	0.20±0.01d
18:0	2.46±0.21a	2.76±0.24a	3.03±0.35b	1.06±0.14c	3.39±0.38b
ΣSFA	28.04±1.02a	33.82±1.12b	39.39±1.26c	28.10±1.01a	27.43±0.96a
16:1n-7	6.02±0.16a	2.41±0.02b	3.62±0.05c	2.51±0.04b	3.31±0.07c
18:1n-9	38±1.04a	45.03±1.23b	39±0.95a	44.28±1.21b	42.4±1.14c
20:1n-9	0.28±0.02a	-	1.03±0.07b	0.37±0.03c	0.26±0.02a
ΣMUFA	44.30±1.04a	47.44±1.32b	43.65±1.02c	47.16±1.24b	45.97±1.16a
18:2n-6	24.17±0.36a	18.15±0.21b	16.52±0.18c	24.39±0.38a	23.31±0.28a
18:3n-3	0.99±0.16a	0.55±0.06b	0.39±0.02b	0.21±0.01c	1.45±0.18d
20:2n-6	0.14±0.02a	-	-	0.06±0.01b	0.21±0.02a
20:3n-3	0.17±0.02a	-	-	0.04±0.01b	0.09±0.01a
20:4n-6	0.46±0.01a	-	-	-	0.77±0.02b
20:5n-3	0.74±0.02a	-	-	-	0.61±0.01a
22:5n-3	0.19±0.01	-	-	-	-
22:6n-3	0.61±0.02	-	-	-	-
ΣPUFA	27.47±0.64a	18.70±0.27b	16.91±0.24b	24.70±0.33c	26.44±0.62a

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H: Standart hata, S.F.A: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.12. Farklı besinlerle beslenen *T. granarium*'un ergin bireylerinin riçiğliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	Dövme (ORT±S.H)*	Pirinç (ORT±S.H)*	Kepek (ORT±S.H)*	Mısır unu (ORT±S.H)*	Ceviz (ORT±S.H)*
14:0 [§]	-	2.27±0.21a	0.65±0.04b	0.17±0.01c	-
15:0	-	0.32±0.02a	0.19±0.01b	-	-
16:0	25.51±0.78a	43.51±1.08b	33.86±0.98c	28.46±0.86d	26.62±0.82a
17:0	-	0.30±0.02a	0.30±0.02a	0.48±0.02b	-
18:0	3.74±0.03a	9.12±0.28b	3.67±0.03a	3.84±0.04a	6.92±0.18c
ΣSFA	29.25±1.01a	55.52±1.53b	38.67±0.87c	32.95±0.74d	33.54±0.78d
16:1n-7	0.98±0.12a	0.59±0.03b	1.93±0.14c	1.32±0.12d	1.27±0.13d
18:1n-9	38.58±1.04a	36.90±0.91b	8.12±0.12c	34.30±0.87b	35.90±0.82b
20:1n-9	-	0.53±0.02	-	-	-
ΣMUFA	39.56±0.86a	38.02±0.84a	10.05±0.19b	35.62±0.72c	37.17±0.82a
18:2n-6	30.30±0.81a	4.57±0.07b	38.10±1.24c	31.38±0.82a	28.76±0.76d
18:3n-3	0.87±0.12a	0.47±0.02b	12.66±0.76c	-	0.46±0.02b
20:2n-6	-	1.33±0.08a	0.48±0.02b	-	-
20:3n-3	-	-	-	-	-
20:4n-6	-	-	-	-	-
20:5n-3	-	-	-	-	-
22:5n-3	-	-	-	-	-
22:6n-3	-	-	-	-	-
ΣPUFA	31.17±0.89a	6.37±0.09b	51.24±1.36c	31.38±0.92a	29.22±0.83d

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H: Standart hata, S.F.A: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

4.6. Farklı Besinlerin Yağ Asidi İçeriği

Besin olarak kullanılan kepek, dövme, mısır unu, pirinç ve cevizin yağ asidi yüzdeleri çizelge 4.13.' te verilmiştir.

Çalıştığımız besinlerin yüksek yağ asidi yüzdeleri sırasıyla; 16:0, pirinçte %33.52, dövmede % 20.71, mısır ununda %12.86, cevizde %8.54; 16:1n-7, kepekte %18.80; 18:1n-9, pirinçte %28.99, dövmede %16.74, kepekte %18.22, mısır ununda %26.90, cevizde %19.46; 18:2n-6, pirinçte %30.86, dövmede %56.11, kepekte %56.34, mısır ununda %54.50, cevizde %55.43; linolenik asit (18:3n-3) cevizde %13.46 olarak bulunmuştur.

Akça ve ark. (2006)'ya göre, cevizde yağ asitlerinin başlıcaları 18:1n-9, 18:2n-6 ve 18:3n-3' tür. Bu çalışmada da aynı yağ asitlerinin oranı diğer yağ asitlerinden yüksek bulunmuştur.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.13. Farklı besinlerin yağ asidi içeriği

Yağ Asidi	Dövme (ORT±S.H)*	Pirinç (ORT±S.H)*	Kepek (ORT±S.H)*	Mısır Unu (ORT±S.H)*	Ceviz (ORT±S.H)*
14:0 [§]	0.17±0.02a	2.01±0.08b	0.13±0.01c	0.18±0.02a	-
15:0	0.21±0.02a	-	0.13±0.01b	0.06±0.01b	-
16:0	20.71±0.58a	33.52±0.97b	18.80±0.52a	12.86±0.42d	8.54±0.38e
17:0	0.21±0.01a	-	0.22±0.02a	0.06±0.01b	-
18:0	1.71±0.09a	2.97±0.12b	1.19±0.02c	2.39±0.09b	2.98±0.12b
ΣSFA	23.01±0.78a	38.50±1.14b	20.47±0.72a	15.55±0.52d	11.52±0.48d
16:1n-7	0.20±0.01a	0.63±0.03b	18.80±0.54c	1.16±0.08d	0.10±0.01a
18:1n-9	16.74±0.64a	28.99±0.88b	18.22±0.43a	26.90±0.42b	19.46±0.68c
20:1n-9	0.32±0.02a	-	0.52±0.04b	0.37±0.03a	-
ΣMUFA	17.26±0.56a	29.62±0.74b	37.54±0.94c	28.43±0.71b	19.56±0.62a
18:2n-6	56.11±1.14a	30.86±0.64b	56.34±1.11a	54.50±0.99a	55.43±1.06a
18:3n-3	3.57±0.08a	0.98±0.02b	4.26±0.08c	1.44±0.04d	13.46±0.68e
20:2n-6	-	-	0.12±0.01	-	-
ΣPUFA	59.68±1.36a	31.84±0.92b	60.72±1.73a	55.94±1.18c	68.89±2.14d

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda 3 enjeksiyon yapılmıştır.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata, S.F.A.: Doymuş Yağ Asitleri, M.U.F.A.: Tekli Doymamış Yağ Asitleri, P.U.F.A.: Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Besin bileşenleri bazen böceklerdeki yağ asidi bileşiminin şeklini kuvvetli bir şekilde etkilemekte ve lipitler böcek metabolizmasında oldukça önemli olan biyokimyasal bileşiklerdir. Bu çalışma; gıda depolarında yaşayan *T. granarium*'un larva ve ergin evrelerinin, farklı besinlerde beslenmelerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriğine etkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre:

1. Aynı şartlar altında, aynı besin ile beslenen *T. granarium*'un larva ve ergin bireylerinin yağ asidi bileşimindeki yağ asidi yüzdeleri oldukça farklılık göstermiştir.
2. *Trogoderma granarium*'un larva ve erginlerine ait doymuş ve doymamış yağ asitlerine ait yüzdeler arasındaki farkların nedenini böceğin metamorfozu sırasında oluşan farklı fizyolojik ihtiyaçlar olarak açıklayabiliriz.
3. Böceğin larva evresinde, PL fraksiyonunda 16:0 ve 18:0 başta olmak üzere SFA'larda azalış gözlenirken PUFA'larda artma gözlenmiştir. Bunun sebebi böceğin larva evresinden ergin evreye geçişi sırasında aktif olarak beslenemediği için enerji kaynağı olarak doymuş yağ asitlerini tükettiği söylenebilir.
4. Her iki dönemde de 16:0'daki artma ve azalmaların düzensiz olduğu görülmüştür. Bu yağ asidinin azalması 16:1n-9 ve 18:0 sentezinde kullanılmış olmasından ileri gelebilir.
5. Farklı besinlerle beslenen böceğin değişik evrelere ait PL ve TAG fraksiyonlarında en büyük yüzdeye sahip yağ asidi oleik asittir. İkinci büyük yüzdeye sahip yağ asidi palmitik asit ve linoleik asit arasında değişmiştir. Bu sonuçlar doğaldır. Çünkü, triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asitleri daha çok böceğin enerji ihtiyacını karşılamada rol alır. Oysa kaynama noktası oldukça düşük olan aşırı doymamış yağ asitleri genelde fosfolipit fraksiyonunda daha fazla bulunurlar ve membranın akıcı-sıvı özelliğine katkıda bulunurlar.
6. TAG fraksiyonunda 18:2n-6 miktarı, larval evrede deri değiştirme ve diğer fizyolojik aktivitelerde kullanıldığından azalırken, böceğin ergin döneminde,

deri değişiminin sona ermesi ve yaşlanmayla birlikte fizyolojik aktivitenin azalmasıyla 18:2n-6 miktarı artar ve yaşlı böceklerde daha fazla depolanır.

7. Araştırmamızda kullandığımız böceğin holometabol olması deri değişimi esnasında oluşan fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklerin böceklerin yağ asidi sentezine etki ettiğini gösterir.
8. Larva ve ergin bireylerin fosfolipit fraksiyonunda yağ asidi yüzdelerinde çok fazla farklılık gözlenmemiştir. Çünkü fosfolipitlerin yapısal görevi vardır.
9. Larval dönemde yağ asitlerinin miktarı daha fazla olduğu görülmüştür. Çünkü, böcekler larval dönemlerinde daha fazla yağ asidi biriktirirler.
10. Erginlerde doymuş yağ asitlerinden 16:0 ve 18:0 miktarı artarken, doymamış yağ asitlerinden 18:1n-9 ve 18:2n-6 miktarı düşmüştür. Bu dönemde 16:0 ve 18:0 yağ asitlerini depo ettiğinden ileri gelebilir.
11. Süt tozu ve pastırma gibi besinlerle beslenen böceğin pastırmada çok hızlı gelişmiştir süt tozunda ise gelişme göstermemiştir. Pastırmada yeterli sayıda böcek üretmediğimiz için yağ asidi analizini gerçekleştiremedik.
12. *T. granarium*'un çeşitli besinlerde yetiştirilmesiyle besinsel ihtiyaçları belirlenmiştir. Böylece bu türün biyolojik mücadele çalışmalarında kültürünün elde edilmesinde büyük ölçüde kolaylık ve ekonomik kazanç sağlayacaktır.

Daha önce *Trogoderma granarium*'un larva ve ergin evrelerinin, beslenmelerinin yağ asidi içeriğindeki etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmanın olmaması, bu çalışma ile böceğin larva ve ergin bireylerinin yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi; böceğin lipit biyokimyasına katkıda bulunmuş ve elde edilen veriler diğer böcek türleri ile ve Coleoptera takımının diğer üyelerinden elde edilen verilerle karşılaştırılarak bu konudaki eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmayla; daha sonraki dönemlerde aynı böceğin besine bağlı diapoz girilmesiyle böceğin yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi ve böcekteki linoleik asidin besinden gelip gelmediğini araştırmak için yağ asidi analizlerinin yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- 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 J. Chem.*, 12 (2): 1361-1365.
- Aktümsek, A., Aksoylar, M.Y. 1987. *Pimpla turionella* (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın yağ asidi bileşimi. *Doğa TU. Biyol. Dergisi*, 11: 10-18.
- Aktümsek, A. 1996. Parazitoid *Itoplectis maculator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'un yağ asidi bileşimine konak ve eşey farklılığının etkisi. *Tr. J. of Zoology*, 20: 7-10.
- Aktümsek, A., Nurullahoğlu, Z.Ü., Kalyoncu, L. 2000. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larva ve pupunun yağ asidi bileşimi. *Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 17: 29-32.
- Arts, M.T., Ackman, R.G., Holub, B.J. 2001. Essential fatty acids in aquatic ecosystems: A crucial link between diet and human health and evolution. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 122-137.
- Barlow, J.S. 1966. Effects of diet on the composition of body fat in *Agria affinis*. *Can. J. Zool.*, 43: 337-341.
- Başhan, M. 1996. Effects of various diets on the total lipid compositions the black cricket *Melanogryllus desertus* Pall. *Tr. J. of Zoology*, 20: 376-379.
- Başhan, M. 1998. The distribution in lipid classes of fatty acids biosynthesized by the black cricket *Melanogryllus desertus* (Orthoptera, Gryllidae), *Türk. Entomol. Derg.*, 22(2): 93-99.
- Başhan, M., Akbaş, H., Yurdaoç, K. 2002. Phospholipid and triacylglycerol fatty acid composition of major life stages of sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Heteroptera, Scutelleridae). *Comp. Biochem. Physiol.*, 132B: 375-380.
- Başhan, M., Çakmak, Ö. 2005. Changes in phospholipid and triacylglycerol fatty acids prepared from pre-diapausing and diapausing individuals of *Dolycoris baccarum* and *Piezodorus lituratus* (Heteroptera, Pentatomidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 98(4): 575-579.
- Beenackers, A.M., Horst, D., Marrewijk, V. 1985. Insect lipids and lipoproteins, and their role in physiological processes. *Prog. Lipid Res.*, 24: 19-67.
- Blig, E.G., Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.

Blomquist, G.J., Dwyer, L.A., Chu, A.S., Ryan, R.O., De Renobales, M. 1982. Biosynthesis of linoleic acid in a termite, cockroach and cricket. *Insect Biochem.*, 3: 349-353

Borgeson, C.E., Kurti, T.J., Munderloh, U.G., Blomquist, G.J. 1991. Insect tissues, not microorganisms produce linoleic acid in the house cricket and the American cockroach. *Experientia.*, 47: 238-241.

Bozkuş, K. 2002. Phospholipid and triacylglycerol fatty acid compositions from various development stages of *Melanogryllus Desertus* Pall (Orthoptera: Gryllidae). *Turk. J. Biol.*, 27 (2003): 73-78.

Burr, G.O., Burr, M.M. 1929. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *J. Biol.Chem.*, 82: 345-367.

Burr, G.O., Burr, M.M. 1930. On the nature and role of the fatty acids essential in nutrition. *J. Biol. Chem.*, 86: 587-621.

Cangussu, J.A., Zucoloto, F.S. 1992. Nutritional value and selection of different diets by adult *Ceratitis capitata* flies (Diptera: Tephritidae). *J. Insect Physiol.*, 38 (7): 485-491.

Canavoso, L.E., Jouni, Z., Karnas, K.J., James, E., Pennington, J.E., Awells, M. 2001. Fat metabolism in insects. *Annu. Rev. Nutr.*, 21: 23-46.

Cripps, C., De Renobales, M. 1988. Developmental changes in fatty acid biosynthesis and composition in the house cricket, *Acheta domesticus*. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 9: 357-366.

Cohen, A.C. 1990. Fatty acid distributions as related to adult age, sex and diet in the phytophagous heteropteran, *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae). *J. Entomol. Sci.*, 25(1): 75-84.

Coşkun, K.S. 2004. Bursa ili un fabrika ve değirmenlerinde zararlı böcek türleri. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1): 33-44.

Christie, W.W. 1987. The lipid composition of animal tissues. In *HPLC and Lipids: A Practical Guide*, W.W. Christie (Ed.), p. 55. Pergamon Press., Oxford, UK.

Çakmak, Ö., Başhan, M., Satar, A. 2004. *Myrmeleon inconspicuus* (Neuroptera, Myrmeleonidae)'un larva ve ergin bireylerinin yağ asidi içeriği. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-24 Haziran 2004, Adana.

Çakmak, Ö., Başhan, M., Bolu, H. 2005. *Monosteira lobulifera* Reut (Heteroptera:Tingidae)'nin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Derg.*, 17(4): 637-643.

Çakmak, Ö., Özgen, İ., Karsavuran, Y., Yardim, E.N. 2010. Relationship between total fatty acid contents of *Arboridia adanae* (Dlabola, 1957) (Homoptera: Cicadellidae) and five grapevine varieties. *Adv. Food Sci.*, 32 (3): 150-154.

Çakmak, Ö. 2006. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yayılış gösteren Neuroptera (=Planipennia) ordosuna ait bazı türlerin yağ asitleri. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır. 130.

Dadd, R.H. 1960. The nutritional requirements of locuts-I. Development of synthetic diets and lipids requirements. *J. Insect Physiol.*, 4: 319-347.

Dadd, R.H. 1961. The nutritional requirements of locuts-V. Observations on essential fatty acids, chlorophyll, nutritional salt mixtures, and protein or amino acid components of synthetic diets. *J. Insect Physiol.*, 6: 126-145.

Dadd, R.H. 1973. *Insect Nutrition: Current Development and Metabolic Implications*. *Annu. Rev. Entomol.*, 18: 381-420.

Dadd, R.H. 1985. Nutrition: Organism in 'Comprehensive insect physiology, biochemistry of insect (ed. by Rockstein, M.). Academic Press, New York. 58-91

Dadd, R.H., Kleinjan, J.E., Stanley-Samuels, D.W. 1987. Polyunsaturated fatty acids of mosquitoes reared with single dietary polyunsaturates. *Insect Biochem.* 17: 7-10.

Defoliart, G.R. 1999. Insects as food, why the western attitude is important. *Annu. Rev. Entomol.*, 44: 21-50.

Demirsoy, A. 1990. Yaşamın Temel Kuralları. Entomoloji, İkinci Baskı. Meteksan Matbaacılık. 558-559. Ankara.

Downer, R.G.H. 1978. Functional role of lipids in insects. Academic Press. New York. 58-91.

Eischen, F., Dietz, A. 1987. Growth and survival of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larva fed diets containing honey bee-collected plant resins. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 80: 74-77.

Emre, İ. 1988. Meridik bir besinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ergin dişilerinin yumurta verimine etkisi. *Doğa TU Biyol. Dergisi*, 12(2): 101-105.

Emre, İ., Yazgan, Ş. 1990. Besin bileşenlerinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın üremesi üzerine etkileri. *Doğa-Tr. J. of Biol.*, 14: 96-104

Faber, B. 1982. Important prophylactic measures for the recognition and prevention of pest infestation in stored grain. *Wichtige Vorbeugende Massnahmen zur Erkennung und Verhinderung von Schädlingsbefall in Getreidevorräten Pflanzenarzt*, 35(5): 46-49.

French, S., Venette R.C. 2005. extension.entm.purdue.edu, Khapra beetle.pdf U.S.A.

Gilby, A.R. 1965. Lipids and their metabolism in insects. *Ann. Rev. Ent.*,10: 141-160.

Gülel, A. 1991. Doğal besin kalitesindeki değişikliklerin parazitoit *Dibrachys boarmiae*'nın verim ve ergin boyuna etkileri. *Doğa Tr. J. of Zoology*, 15: 289-295.

Grapes, M., Whiting, P., Dinan, L. 1989. Fatty acid and lipid analysis of the house cricket, *Acheta domesticus*. *Insect Biochem.*, 19: 767-774.

Hagley, E.A.C., Barber, D.R. 1992. Effect of food sources on the longevity and fecundity of pholetesor ornigis (Weed) (Hymenoptera: Braconidae). *Can. Entomol.*, 124: 341-346

Hagen, K.S, Dadd, R.H., Reese, J. 1984 The food of insects. In *Ecological Entomology* (ed. HUFFAKER C.B. and ROBB R.L.), 79-112.

Haines, C.P. 1991. *Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification (a training manual) second edition (revised)*. Natural Resources Institute, 246.

Hanson, B.J., Cummins, K.W., Cargill A.S., Lowry R.R., 1985. Lipid content, fatty acid composition, and the effect of diet on fats of aquatic insects, *Comp. Biochem Physiol. B.*, 80: 257-261.

Harlow, R.D., Lumb, R.H., Wood, R. 1969. Insect lipids, carbon number distribution of trigliserides in five species. *Comp. Biochem. Physiol.*, 30: 761-769.

Harris, D.L. 1984. The Khapra Beetle (*Trogoderma granarium*) (Coleoptera: Dermestidae). Florida Department of Agriculture Division of Plant Industry. *Entomology Circular*, 262: 1-2.

Harris, D.L. 2009. Khapra Beetle, *Trogoderma granarium* (Insecta: Coleoptera: Dermestidae). Featured Creatures web site at <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>.

Hoback, W.W., Rana, R.L., Stanley-Samuelson, D.W. 1999. Fatty acid composition of fosfolipids and triacylglycerols of selected tissues and fatty acid biosynthesis in adult periodical cicadas, *Magicicada septendecium*. *Comp. Biochem. Physiol.*,122: 355-362.

Hagley, E.A.C., Barber, D.R. 1992. Effect of Food Sources on the longevity and fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed) (Hymenoptera: Braconidae). *Can. Entomol.*, 124: 341-346.

Hodges, J., Barras, S. 1974. Fatty acid composition of *Deneroctoonus frontalis* at various development stages. Ann. Entomol. Soc. Am., 67: 57-62.

House, H.L. 1962. Insect nutrition. Ann. Rev. Biochem., 31: 653-672.

House, H.L. 1972. Insect nutrition. In Biology of Nutrition, Edited by R.N. Fiennes. Chapter 12: 513-573

House, H.L. 1974. Nutrition in 'The Physiology of Insect', Vol. V (ed.by Rockstein) Academic Pres, New York, pp.1-62.

House, H.L. 1977. Nutrition of natural enemies. In Biological Control by Augmentation of Natural Enemies, ed by R.L. Ridgway and S.B. Vinson, pp 151-182, Plenum Publishing Corporation.

Hoback, W.W., Rana, R.L., Stanley-Samuels, D.W. 1999. Fatty acid composition of fosfolipids and triacylglycerols of selected tissues and fatty acid biosynthesis in adult periodical cicadas, *Magicicada septendecium*, Comp. Biochem. Physiol. A., 122: 355-362.

Howard, R.W., Stanley-Samuels, D.W. 1990. Phospholipid fatty acid composition and aracidonic acid metabolism in selected tissues of adult *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 83(5): 975-981.

Işıkber, A.A., Özdamar, H.Ü., Karcı, A. 2005. Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinde depolanmış buğdaylar üzerinde rastlanan böcek türleri ve bulaşma oranları. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 8: 1

Ikan, R., Stanić, V., Cohen, E., Shulov, A. 1970. The function of fatty acids in the diapause of the khapra beetle *Trogoderma granarium* Everts. Comp. Biochem. Physiol., 37 (29): 205-216.

Janda, V. 1975. Synthesis and utilization of tissue proteins and lipids during the larval-pupal transformation of *Galleria mellonella*. Acta. Entomol. Bohemoslov., 72: 227-231.

Kaçar, S. 2006. *Modicogryllus truncatus*'ta (Tarbinsky,1940) (Orthoptera: Gryllidae) aşırı doymamış yağ asitlerinin biyosentezi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır. 70.

Kinsella, J.E. 1966. Metabolic pattern of the fatty acids of *Periplaneta americana* (L.) during its embriyonik development. Can J. Biochem., 44: 247-251.

Lambremont, E.N., Blum, M.S., Schrader, R.M. 1964. Storage and fatty acid composition of tryglicerides during adult diapause of the boll weevil. Ann. Ent. Soc. Amer., 57: 526-532.

Madariaga, M., Mata, F., Municio, A.M., Ribera, A. 1974. Changes in the fatty acid patterns of glycerolipids of *Dacus oleae* during metamorphosis and development. *Insect Biochem.*, 4: 151-160.

Margaret, G., Whiting, P., Dinan, L. 1989. Fatty acid and lipid analysis of the house cricket, *Acheta domesticus*. *Insect Biochem.*, 19 (8): 767-774.

Moore, R.F. 1980. The effects of varied amounts of starch, sucrose and lipids on the fatty acids of the boll weevil. *Entomol. Exp. Appl.*, 27: 246-254.

Nair, K.S.S., Desai, A.K. 1972. Some new findings on factors inducing diapause in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera, Dermestidae). *J. Stored Prod. Res.*, 8: 27-54.

Nakasone, S., Ito, T. 1967. Fatty acid composition of the silkworm, *Bombyx mori* . *J. Insect Physiol.*, 13: 1237-1246.

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*. *J. Insect Physiol.*, 14: 293-300.

Nikola, N., Rezenka, T., Damyonova, N. 2000. Fatty acid profiles of main lipid classes in adult *Chrysomela vigintipunctata* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Z. Naturforsch.*, 55c: 661-666.

Nurulloğlu, Z.Ü. 1996. Besinsel yağ asitlerinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ergin dişilerinin yağ asidi bileşimine etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 69.

Nurulloğlu, Z.Ü. 2003. *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) larva ve pupunun yağ asidi bileşimi. S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 21: 75-78.

Nurulloğlu, Z.Ü., Uçkan, F., Sak, O., Ergin, E. 2004. Total lipid and fatty acid composition of *Apanteles galleriae* and its parasitized host, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97(5): 1000-1006.

Ogg, C.L., Stanley-Samuelson, D.W. 1992. Phospholipid and triacylglycerol fatty acid composition of the major life stages and selected tissues of the tobacco hornworm *Manduca sexta*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 101B: 345-351.

Ogg, C.L., Meinke, L., Howard, R., Stanley-Samuelson, D.W. 1993. Triacylglycerol and phospholipid fatty acids of five species of *Diabrotica* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Comp. Biochem. Physiol.*, 105B(1): 69-77.

Özalp, P., Emre, İ. 1992. Suda çözünen vitaminlerin ergin *Pimpla turionellae* L.'nin yumurta üretimi ve açılımı üzerine etkileri. *Doğa Tr. J. of Zoology*, 16: 78-83.

- Pagani, R., Suarez, A., Municio, A.M. 1980. Fatty acid patterns of major lipid classes during development of *Ceratitidis capitata*. *Comp. Biochem Physiol. B.*, 67: 511.
- Parker, R.S., Selivonchick, D.P., Sinnhuber, R.O. 1980. Turnover of label from 1-14C linolenic acid in phospholipids of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Lipids*, 15: 80-85.
- Pasek, J.E. 1998. USDA Pest Risk Assessment: Khapra Beetle. Sponsored by Ceris, Purdue Univ. [<http://www.ceris.purdue.edu/napis/pests/khb/freg/khb98pra.html>]
- Pasek, J.E. 2004. USDA Pest risk assessment: Khapra Beetle. Sponsored by Ceris, Purdue University. [<http://ceris.purdue.edu/napis/pests/khp/freg.khb98pra.html>].
- Rao, K.D.P., Agarwal, H.C. 1969. Lipids of the larvae and adults of *Trogoderma granarium* (Coleoptera). *Comp. Biochem. Physiol.*, 30 (1): 161-164.
- Ring, W.N. 1964. *Trogoderma granarium* report of surveying. *Bitki Koruma Bülteni*, 12: 2
- Rock, G.C., Patton, R.L., Glass, E.H. 1965. Studies of the fatty acid requirements of *Argyrotaenia velutinana* (Walker). *J. Insect Physiol.*, 11: 91-98.
- Ryan, R.O., De Renobales, M., Dillwith, J.W., Heisler, C.R., Blomquist, G.J. 1982. Biosynthesis of myristate in an aphid: Involvement of a specific acylthioesterase. *Arch. Biochem. Biophys.*, 213: 26-36.
- Schaefer, C.H. 1969. The relationship of the fatty acid composition of *Heliothis zea* larvae to that of its diet. *J. Insect Physiol.*, 14: 171-178.
- Seifelnasr, Y.E. 1992. Stored grain insects found in sorghum stored in central production belt of Sudan and losses caused. *Tropical Science*, 32 (3): 223-230.
- Seven, S.E. 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. 25.
- Spike, B.P., Wright, R.J., Danielson, S.D., Stanley-Samuelson, D.W. 1991. The fatty acid compositions of phospholipids and triacylglycerols, from two chinch bug species *Blissus leucopterus* and *B. iowensis* (Insecta; Hemiptera; Lygaeidae) are similar to the characteristic dipteran pattern. *Comp. Biochem. Physiol.*, 99B: 799-802.
- Stanley-Samuelson, D.W., Dadd, R.H. 1983. Long chain polyunsaturated fatty acids: patterns of occurrence in insects. *Insects Biochem.*, 13: 549-558.

Stanley-Samuels, D.W., Loher, W. 1983. Arachidonic and other long chain polyunsaturated fatty acids in spermatophores and spermathecae of *Teleogryllus commodus*, Significance in prostaglandin-mediated reproductive behaviour. *J. Insect Physiol.*, 29: 41-45.

Stanley-Samuels, D.W., Loher, W., Blomquist, G.J. 1986. Biosynthesis of polyunsaturated fatty acids by the Australian field cricket, *Teleogryllus commodus*, *Insect Biochem.*, 16: 387-393.

Stanley-Samuels, D.W., Jurenka, R.A., Loher, W., Blomquist, G.J. 1987. Metabolism of polyunsaturated fatty acids by larvae of the waxmoth, *Galleria mellonella*, *Arch. Insect Physiol.*, 6: 141-149.

Stanley-Samuels, D.W., Jurenka, R.A., Cripps, C., Blomquist, G.J., De Renobales, M. 1988. Fatty acids in insect composition, metabolism and biological significance. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 9: 1-33

Stanley-Samuels, D.W., Howard, R.W., Akre, R.D. 1990. Nutritional interactions revealed by tissue fatty acid profiles of an obligate myremecophilous predator, *Microdon albicomatus* and its prey, *Myrmica incompleta*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 83: 1108-1115.

Stanley-Samuels, D.W. 1991. Comparative eicosanoid physiology in invertebrate animals. *J. Am. Physiol.*, 260: 849-853.

Stanley-Samuels, D.W., O'Dell, T., Ogg, C.L., Keena, M.A. 1992. Polyunsaturated fatty acid metabolism inferred from fatty acid compositions of the diets and tissues of the gypsy moth *Lymantria dispar*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 173-178.

Stuart, K.M., Barak, A.V., Burkholder, W.E. 2004. Immunological identification of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *J. Stored Prod. Res.*, 30(1): 9-16.

Sulanç, M. 1991. Çeşitli besin bileşenlerinin erkek *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın gelişmesine ve sentezlenen protein miktarına kalitatif ve kantitatif etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 48.

Summers, C.C., Schaefer, C.H. 1988. Lipid composition of preadult and adult Egyptian Alfalfa Weevil, *Hypera brunneipennis*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 43: 816-823.

Takata, N., Harwood, R.F. 1964. Fatty acid composition during postembryonic development of the mosquito *Culex tarsalis*, *Ann. Ent. Soc. Am.*, 57: 749-753.

Taşkın, D., Aksoylar, M.Y. 2010. *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) larva ve pupasının yağ asidi bileşimi. Mehmet Akif Ersoy Üniv. Fen Bil. Ens. Dergisi, 2: 66-72

- Taşkın, D. 2011. Besinin *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) pupalarının toplam lipid ve toplam yağ asidi yüzdelerine etkisi. Balıkesir Üniv. Fen Bil. Ens. Dergisi, 1017(2): 34.
- Tezcan, S., Karsavuran, Y., Pehlivan, E., Hava, J. 2004. Contribution to the Dermestidae (Coleoptera) fauna of Turkey along with new records. Turk Entomol. Derg., 28 (1): 27-37.
- Thompson, S.N., Barlow, J.S. 1972 The consistency of the fatty acid pattern of *Galleria mellonella*, reared on the fatty acid supplemented diets. Can. Journal of Zoology, 50 (7): 1033-1034
- Thompson, S.N. 1973. A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of seven insect orders. Comp. Biochem. Physiol., 45B: 467-482.
- 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.
- Thompson, S.N., Barlow, J.S. 1983. Metabolic determination and regulation of fatty acid composition in parasitic Hymenoptera and other animals. I Metabolic Aspects of Lipid Nutrition in Insects (Ed.by Mittler T.E. and Dadd R.H.), 73-106.
- Trager, W. 1953. Nutrition. in insect physiology, ed by Roeder, K.D., 350-386, Academic Press, New York.
- Turunen, S. 1974. Lipid utilization in adult *Pieris brassicae* with special referance to the role of linolenic. J. Insect Physiol., 20: 1257-1266.
- Turunen, S. 1975. Metabolism of palmitate in the edult *Pieris brassicae*. Insect Biochem., 5: 135-140.
- Uscian, J.M., Miller, J.S., Howard, R.W., Stanley-Samuelson, D.W. 1992. Arachidonic and eicosapentaenoic acids in tissue lipids of two species of predacious insects, *Cicindela circumpecta* and *Asilis* sp. Comp. Biochem. Physiol., 103B: 833-838.
- Uscian, J.M., Stanley-Samuelson, D.W. 1994. Fatty acid compositions of phospholipids and triacylglycerols from selected terrestrial arthropods. Comp. Biochem. Physiol., 107B: 371-379.
- Üstüner, P.L. 2006. Farklı besinlerin *Plodia interpunctella* l. larva ve pupunun total lipid ve total yağ asidi bileşimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 40.

Üstüner, P., Kalyoncu, L., Aktümsek, A. 2010. Besinin *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) larva ve pupunun toplam lipid, yağ asidi oranlarına ve yağ asidi bileşimine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi (E-Dergi), 5: 29-37.

Voet, D., Voet, J.G. 1990. Biochemistry. Wiley, p. 1223. New York.

Westview, Boulder Co, Trager, W., 1953. Nutrition. in Insect Physiology, ed by Roeder, K.D., 350-386, Academic Press, New York.

Wakayama, E.J., Dillwith, J.E., Blomquist, G.J. 1980. In vitro biosynthesis of prostaglandins in the reproductive tissues of the male house fly *Musca domestica* (L.). Am. Zool. Abst., 1010.

Wakayama, E.J., Dillwith, J.W., Blomquist, G.J. 1985. Occurrence and metabolism of arachidonic acid in the housefly, *Musca domestica* L. Insect Biochem., 15: 367-374.

EKLER

EK 1. *Trogoderma granarium*'un larvası



EK 2. *Trogoderma granarium*'un ergini (♀)



EK 3. *Trogoderma granarium*'un ergini (♂)

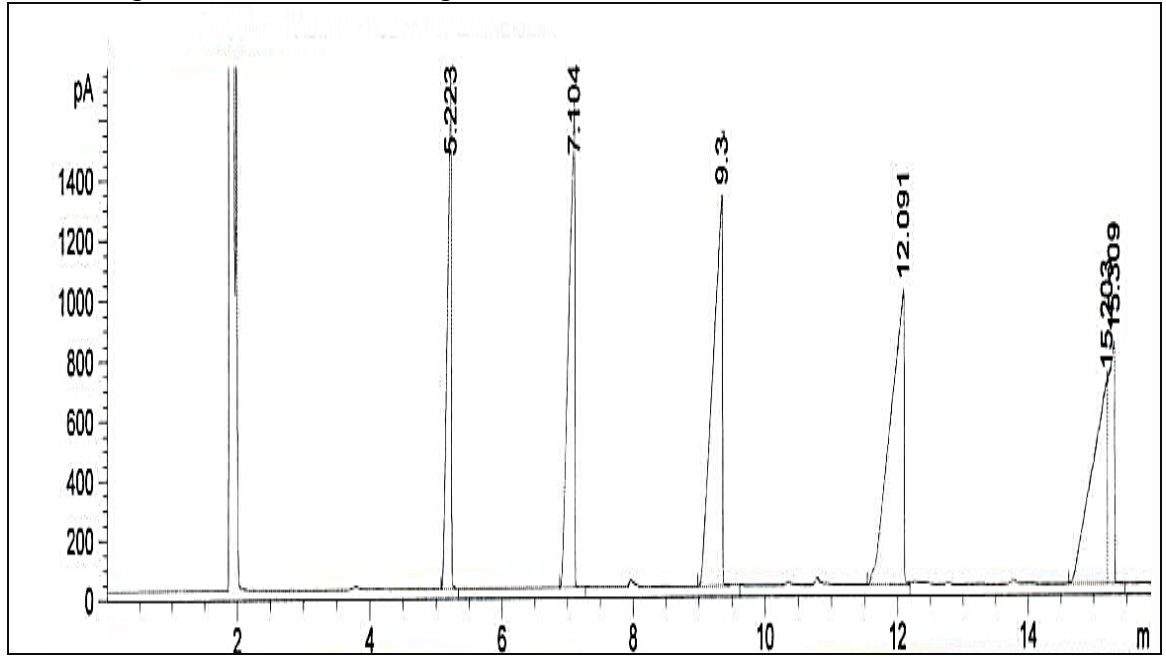


EK 4. *Trogoderma granarium*'un farklı evreleri bir arada

- (a) *Trogoderma granarium*'un larvası
- (b) *Trogoderma granarium*'un pupası
- (c) *Trogoderma granarium*'un ergini

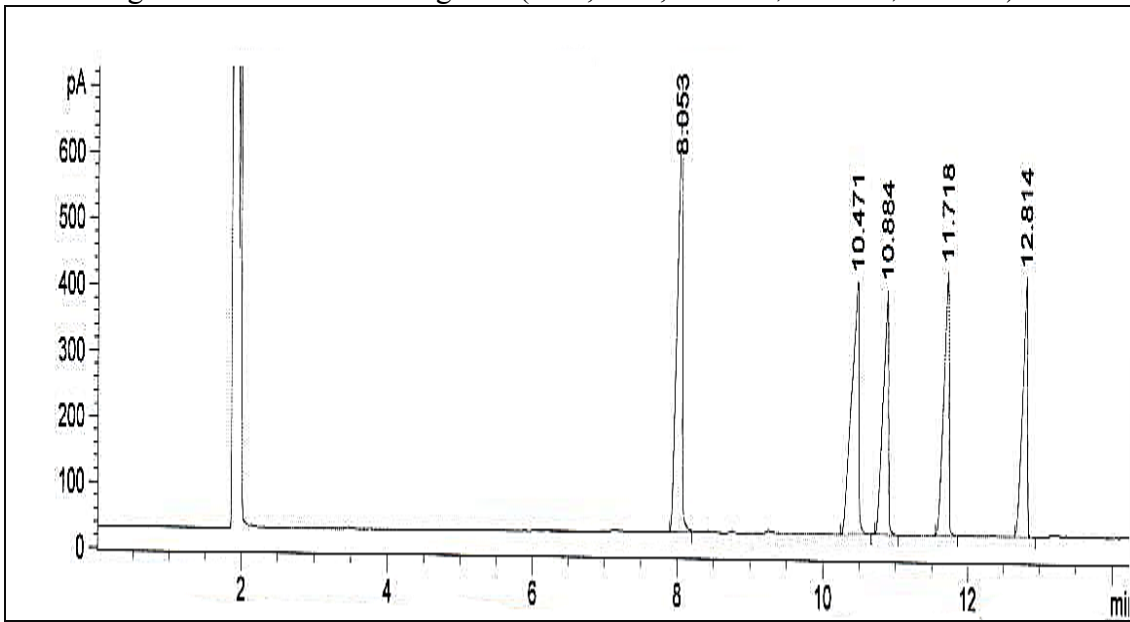


EK 5. Yağ asidi standart kromatogramı (13:0, 15:0, 17:0, 19:0, 21:0)



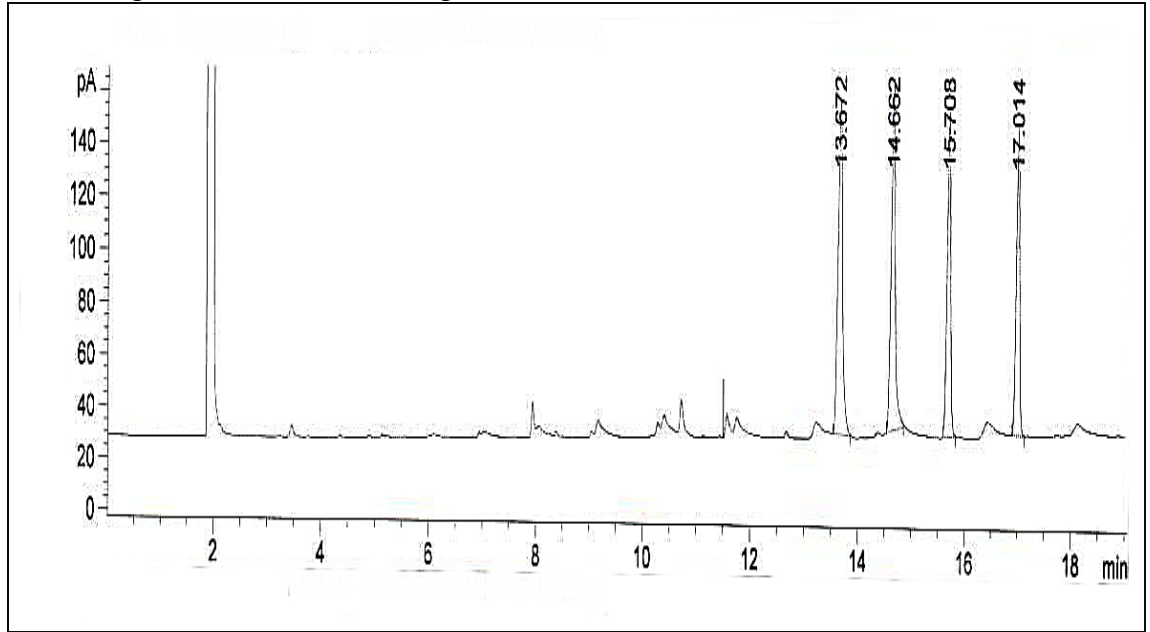
Peak #	Ret Time [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	5.223	BB	0.0563	7134.60791	1724.47986	11.79435	13:0
2	7.104	BB	0.0767	1.02170e4	1638.86084	16.88991	15:0
3	9.349	PB	0.1231	1.31780e4	1301.88770	21.78485	17:0
4	12.091	PV	0.1773	1.41603e4	981.82556	23.40867	19:0
5	15.203	BV	0.1916	1.09973e4	680.20331	18.17978	21:0

EK 6. Yağ asidi standart kromatogramı (16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-3)



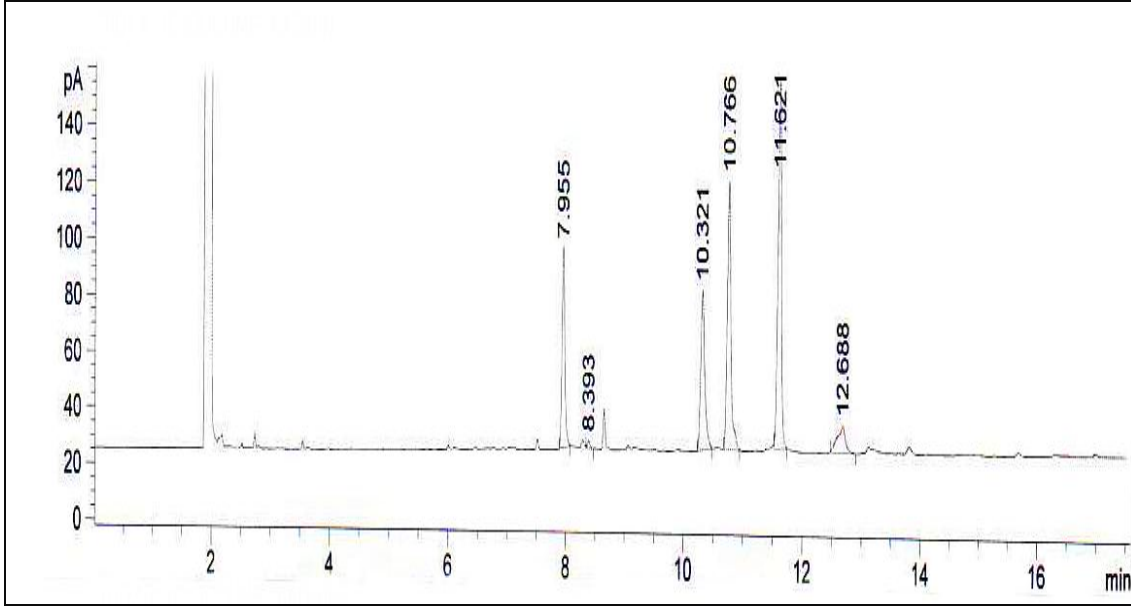
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	8.053	BB	0.0620	3237.79321	675.08429	27.35687	16:0
2	10.471	PB	0.0917	2714.40918	383.07254	22.93468	18:0
3	10.884	BB	0.0726	2022.99121	370.86719	17.09273	18:1n-9
4	11.718	BB	0.0688	2003.90027	397.93259	16.93142	18:2n-6
5	12.814	BP	0.0660	1856.29761	393.45471	15.68429	18:3n-3

EK 7. Yağ asidi standart kromatogramı (20:1n-9, 20:2n-6, 20:4n-6, 20:5n-3)



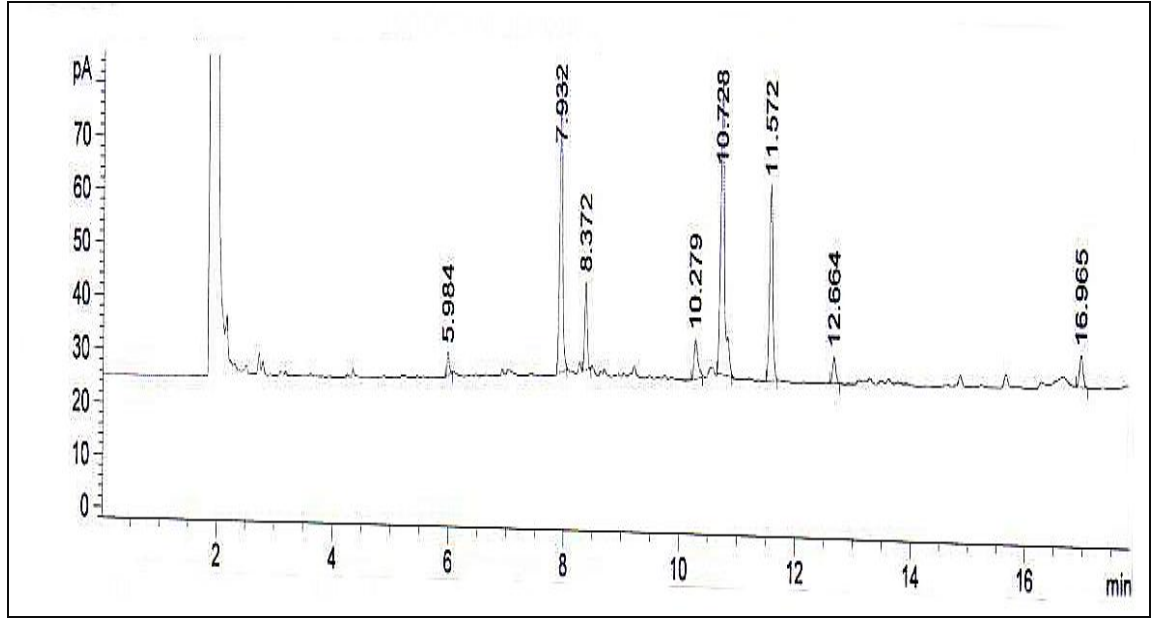
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	13.672	BB	0.0805	743.67151	126.65005	29.52070	20:1n-9
2	14.662	BB	0.0731	699.15601	131.41084	27.75362	20:2n-6
3	15.708	BB	0.0666	568.60754	123.75086	22.57138	20:4n-6
4	17.014	BP	0.0630	507.71735	116.09740	20.15429	20:5n-3

EK 8. Cevizle beslenen *T.granarium*'un larvasının fosfolipit yağ asidi kromatogramı



Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	7.955	BB	0.0497	236.31071	71.20164	15.53794	16:0
2	8.393	VP	0.0455	8.08328	2.73051	0.53149	16:1n-7
3	10.321	PB	0.0693	269.52280	56.83891	17.72171	18:0
4	10.766	BB	0.0611	408.36859	95.08138	26.85112	18:1n-9
5	11.621	BB	0.0586	508.20239	130.05223	33.41541	18:2n-6
6	12.688	BB	0.1257	90.37469	9.52414	5.94233	18:3n-3

EK 9. Pirinçle beslenen *T. granarium*'un larvasının triaçilgliserol yağ asidi kromatogramı



Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %	Yağ Asidi
1	5.984	PB	0.0404	11.04588	4.24422	1.53345	14:0
2	7.932	PB	0.0522	193.11819	56.04123	26.80974	16:0
3	8.372	VP	0.0450	47.77822	16.40072	6.63284	16:1n-9
4	10.279	PB	0.0651	33.28149	7.17964	4.62032	18:0
5	10.728	BB	0.0657	248.48422	55.01944	34.49595	18:1n-9
6	11.572	BB	0.0602	144.03908	36.35766	19.99630	18:2n-6
7	12.664	BB	0.0596	18.55680	4.74395	2.57616	18:3n-3
8	16.965	PP	0.0621	24.02472	5.82252	3.33524	20:5n-3

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Emine ÇELİK
Doğum Yeri : Mardin
Doğum Tarihi : 1983
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

EĞİTİM DURUMU (KURUM VE YIL)

Lise : Diyarbakır Anadolu Öğretmen Lisesi, 1997-2001
Lisans : Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi, 2001-2006 (Biyoloji Öğrt.)
Yüksek Lisans : Dicle Üniversitesi, F.B.E., 2008-2011

ÇALIŞTIĞI KURUM/KURUMLAR VE YIL

YAYINLARI (SCI VE DİĞER)