

T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNGÖL İLİNDEN TOPLANAN HYDROPHILIDAE (COLEOPTERA)  
FAMİLYASININ (*HELOCHARES* VE *COELOSTOMA*) CİNS VE  
TÜRLER ARASI TOPLAM LİPİT VE YAĞ ASİTİ BİLEŞENLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Günay YILDIZ

Enstitü Anabilim Dalı : Biyoloji

Bu tez 12.06.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.  
Abdullah MART  
Jüri Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi  
Fatma CAF  
Üye

Dr. Öğr. Üyesi  
Nurgül ŞEN ÖZDEMİR  
Üye

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç . Dr. Zafer ŞİAR  
Enstitü Müdürü

T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNGÖL İLİNDEN TOPLANAN HYDROPHILIDAE (COLEOPTERA)  
FAMİLYASININ (*HELOCHARES* VE *COELOSTOMA*) CİNS VE  
TÜRLER ARASI TOPLAM LİPİT VE YAĞ ASİTİ BİLEŞENLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GÜNAY YILDIZ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Abdullah MART

BİNGÖL-2018

## ÖNSÖZ

Tez çalışmaları süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmaların tamamlanabilmesi için gerekli desteği veren değerli danışman hocam Prof. Dr. Abdullah MART'a çalışmasının yürütülmesinde vermiş oldukları her türlü maddi desteklerinden dolayı Bingöl Üniversitesi BÜBAP birimine teşekkür ederim.

Çalışmaların yürütülmesi süresince gerekli desteği veren, laboratuvar çalışmalarının yürütülmesi değerlendirilmesi, yorumlanmasında ve çalışma konusunun belirlenmesinden sonuçlanmasına kadar her aşamada tecrübelerini esirgemeyen, Dr. Öğr. Üyesi Fatma CAF'a yaptıkları katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarını esirgemeyen aileme de teşekkür ederim.

**Günay YILDIZ**  
**Bingöl-2018**

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yağ Asitlerinin Yapısı.....	8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Yağ Asitleri ve Toplam Lipitle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	11
3. MATERYAL METOD.....	17
3.1. Arazi Çalışmaları.....	17
3.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	17
3.2.1. Toplam Lipit İçeriğinin Belirlenmesi.....	17
3.2.2. Yağ Asiti Metil Esterlerinin Hazırlanması.....	17
3.2.3. İstatistiksel Analizler.....	19
4. BULGULAR.....	20
4.1. Türlerin Toplam Lipit Miktarına Göre Karşılaştırılması.....	20
4.2. İncelenen Örneklerin Türler arası ve Tür içi Yağ Asiti Kompozisyonları.....	20
4.3. Yağ Asiti Kompozisyonlarına Göre <i>Helochares lividus</i> ve <i>Helochares</i> <i>obscurus</i> 'un Karşılaştırılması (%)......	24
4.4. Yağ Asiti Kompozisyonlarına Göre <i>Coelostoma transcaspicum</i> ve..... <i>Coelostoma orbiculare</i> 'nin Karşılaştırılması(%)......	27

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR .....	28
KAYNAKLAR.....	33



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Helochares obscurus'un genel görünüşü (URL- 1) .....	4
Şekil 1.2.	Helochares lividus'un genel görünüşü (URL- 2).....	5
Şekil 1.3.	Coelostoma orbiculare'nin genel görünüşü (URL-1).....	6
Şekil 1.4.	Coelostoma transcasicum'un genel görünüşü (Fikaçek et al., 2010)...	7
Şekil 4.1.	MDS alanı böcek örneklerindeki benzer yağ asitleri alanını göstermektedir. Pearson correlations > 0,65 2D stress 0,07.....	21

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1.	Yağ Asitinin Biyosentezi .....	10
Tablo 4.1.	Türlerin eşeye göre toplam lipit miktarı (%).....	20
Tablo 4.2.	Böcek örneklerinde yağ asitlerindeki SIMPER ve ANOSIM göre benzerlik yüzdeleri $P < 0,01$ .....	21
Tablo 4.3.	<i>Helochares lividus</i> ve <i>H. obscurus</i> 'un yağ asiti kompozisyonları (%)...	25
Tablo 4.4.	<i>C. traspicum</i> ve <i>C. orbiculare</i> 'nin Yağ Asiti Kompozisyonları (%)	26

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

DYA	: Doymuş yağ asitleri
TDYA	: Tekli doymamış yağ asitleri
ÇDYA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
ADYA	: Aşırı doymamış yağ asitleri
EPA	: Eikosapentaenoik asit (C20: 5n-3)
ALA	: $\alpha$ -linolenik asit (18:3n-3)
$\omega$ -3	: Omega-3
$\omega$ -6	: Omega-6
COOH	: Karboksil grubu
CH <sub>3</sub>	: Metil grubu
GC-MS	: Gaz kromatografisi



# BİNGÖL İLİNDEN TOPLANAN HYDROPHILIDAE (COLEOPTERA) FAMILYASININ (*HELOCHARES* VE *COELOSTOMA*) CİNS VE TÜRLER ARASI TOPLAM LİPİT VE YAĞ ASİTİ BİLEŞENLERİNİN ARAŞTIRILMASI

## ÖZET

Bu çalışmada Bingöl İlinden toplanan Hydrophilidae (Coleoptera) familyasının (*Helochares* ve *Coelostoma*) cins ve türler arası toplam lipit ve yağ asiti bileşenleri belirlenmiştir. Örnekler, Mayıs- Haziran 2015 tarihleri arasında çeşitli akarsu, kaynak, dere, birikinti ve sıcak su gözelerinin sığ kesimlerindeki bitki ve yosunlar arasından elek yardımıyla toplanmıştır. Böceklerin yağ asiti kompozisyonu gaz kromatografisi (GC-MS) ile belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda  $\Sigma$ DYA (Doymuş Yağ Asitleri),  $\Sigma$ TDYA (Tekli Doymamış Yağ Asitleri) ve  $\Sigma$ ÇDYA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) düzeylerinin cinsler ve türler arasında değişim oranları belirlenmiştir. Ayrıca, türlerin eşeye göre toplam lipit miktarı (%) tespit edilmiştir. İncelenen örneklerin hepsinde,  $\Sigma$ DYA %23,87 - %40,79,  $\Sigma$ TDYA, %21,6 - %53,20 ve  $\Sigma$ ÇDYA, %14,29 - %27,35 düzeyinin aralıklarında olduğu bulunmuştur. Gaz kromatografisi sonuçlarına göre, temel yağ asitleri doymuş yağ asitlerinden; miristik asit (14:0), pentadekanoik asit (15:0), palmitik asit (16:0) ve heptadekanoik asit (17:0), tekli doymamış yağ asitlerinden; palmitoleik asit (16:1n-9) ve oleik asit (18:1n-9), çoklu doymamış yağ asitlerinden ise; linoleik asit (18:2n-6), linolenik asit (18:3n-3), araşidonik asit (20:4n-6) ve eikosapentaenoik asit (20:5n-3) olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bingöl, *Helochares*, *Coelostoma*, yağ asiti bileşenleri, toplam lipit.

**INVESTIGATION OF TOTAL LIPID AND FATTY ACID  
COMPONENTS AMONG (*HELOCHARES* AND *COELOSTOMA*)  
GENERA AND SPECIES OF BELONGING TO THE  
HYDROPHILIDAE (COLEOPTERA) FAMILY COLLECTED FROM  
BINGOL PROVINCE**

**ABSTRACT**

In this study, total lipids and fatty acids components was determined among genera and species of the Hydrophilidae (Coleoptera) family (*Helochares* and *Coelostoma*) collected in Bingöl. The specimens have been collected from shallow areas of the various running water, springs, streams, ponds and hot springs, between May-June 2015 with the aid of sieve. Fatty acid components of insects was determined by gas chromatography (GC-MS). It was determined as a result of this study the ratio of changes of the levels of  $\Sigma$ SFAs (Saturated Fatty Acids),  $\Sigma$ MUFAs (Monounsaturated fatty acids) and  $\Sigma$ PUFAs (Polyunsaturated Fatty Acids) among genus and species. Also, the total amount (%) of lipid species were identified according to gender. All of the analyzed sample was found to be in the range of the level of,  $\Sigma$ SFAs 23.87% - 40.79%,  $\Sigma$ MUFAs 21.6% - 53.20% and  $\Sigma$ PUFAs 14.29% - 27.35%. According to the gas chromatography results; it was determined that the main fatty acids were myristic acid (14:0), pentadecanoic acid (15:0) palmitic acid (16:0), heptadecanoic acid (17:0) are in saturated fatty acids, palmitoleic acid (16:1n-7), oleic acid (18:1n-9) in monounsaturated fatty acids and linoleic acid (18:2n-6), linolenic acid (18:3n-3), arachidonic acid (20:4n-6), eicosapentaenoic acid (20:5n-3) in polyunsaturated fatty acids.

**Keywords:** Bingöl, *Helochares*, *Coelostoma*, the fatty acid component, total lipid.

## 1. GİRİŞ

Arthropoda şubesi tür ve fert sayısı bakımından hayvanlar âleminde en zengin grubu oluşturur. Halen bilinen hayvan türlerinin %80'i Arthropoda şubesine aittir. Günümüzde yaşayan eklembacaklıların Uniramia alt şubesinin iki üst sınıfından biri olan Insecta (Hexapoda = Böcekler) çok uzun bir evrim süresi içerisinde zaman zaman çok değişik iklim koşullarında yaşamak zorunda kalmışlardır. Bu durum böceklerin diğer hayvanlara oranla çok daha üstün yetenekler kazanmalarına neden olmuştur. Bunların başında ise uyum yetenekleri gelmektedir. Böcekler bu özelliklerinden ötürü birçok hayvan grubunda görülen belli bir ortamda yaşama yerine çok çeşitli ortamlara yayılmışlardır (Salman 2009). Böcekler, bilinen küresel biyolojik çeşitliliğinin %58'den fazlasını oluşturan ve dünyanın en çok çeşitliliğe sahip olan hayvan grubudur. Yalnızca tür çeşitliliği bakımından değil aynı zamanda birey sayısı bakımından da egemen olan canlılardır. Bunlar çeşitli yollarla, insanlar da dâhil olmak üzere diğer türleri ve ekosistem parametrelerini etkiler. Böcekler, besin zincirinde, bitki tozlaşmasında, tohumların yayılmasında, toprağın verimliliğinin ve yapısının korunmasında, diğer organizmaların kontrol altında tutulmasında ve diğer taksonlar için önemli bir besin kaynağı olarak görev yaparlar. Ayrıca dünyanın birçok bölgesinde, böceklerin 70 familya ve 260 cinse ait yaklaşık 500 türü de insanlar tarafından besin kaynağı olarak tüketilmektedir. 29 takım içeren Insecta sınıfı içerisindeki Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, ve Lepidoptera takımları böceklerin en büyük grubu olup bugün yaşayan böceklerin %81'ni bu dört takıma ait böcekler oluşturmaktadır. (Footit and Adler 2009).

Coleoptera (Kıncanatlılar) takımı böcekler ve canlılar aleminin en büyük grubunu oluşturmaktadır. Bugün tespit edilen tür sayısı 350000 kadardır. Coleopterler kıtaların tümünde, toprak üzerinde, toprak içinde ve ikincil olarak sulara yaşayacak şekilde yayılış gösterirler. Bazıları sadece gelişiminin bir kısmını suda gerçekleştirir. Kıncanatlıların bazı gruplarına kurak çöllerde, mağara içlerinde ve buzul kıyılarında rastlamak mümkündür.

Fakat daima buzla ve karla kaplı bölgelerde ve acık denizlerde kınkanatlıların örneklerine rastlanmaz.

Coleoptera takımı Adephaga, Polyphaga, Archostemata ve Myxophaga olmak üzere dört alt takıma sahiptir. Polyphaga alt takımı, kınkantlıların en çok çeşitlilik gösteren grubudur. Bu alt takıma ait tüm üyelerin ortak özelliği çok çeşitli besinlerle besleniyor olmalarıdır ki, bu özelliklerinden dolayı bu gruba Polyphaga (çok çeşitli besinlerle beslenen) adı verilmiştir. Hydrophilidae familyası Polyphaga alt takımının Hydrophiloidea üst familyasına aittir (Demirsoy 1997).

Hydrophilidae familyası tüm dünyada yaklaşık olarak 2900 tür ile temsil edilen en önemli familyalardan bir tanesidir. Hydrofilidler zoocoğrafik olarak geniş bir dağılım yelpazesine sahip olup Hydrophilinae, Chaetarthriinae, Enochrinae, Acidocerinae, Rygmodinae ve Sphaeridiinae olmak üzere altı altfamilyaya ayrılır (Short and Fikáček 2013). Hidrofilidlerin büyük çoğunluğu suculdur ancak yarı sucul ve karasal habitatlarda yaşayan örnekleri de mevcuttur. Çok farklı habitatlarda bulunmalarına rağmen Hydrophilidae familyası üyelerinin birçoğu nehir, göl, gölet, kanal, havuz, hendek, akarsu ve geçici su birikintilerinin sığ kısımlarındaki bitki ve yosunlar arasında yaşarlar (Hansen 1987). Yarı sucul olanların suya yakın kısımlardaki toprakların içerisinde veya çürümeye başlamış bitki, saman gibi döküntülerin altında buldukları, karasal olanlarının ise inek, keçi gibi omurgalı hayvanların dışkıları içinde veya altında, bitkisel çürümenin çok olduğu yerlerde, hatta kuş yuvalarında bile (*Cercyon*) bulunabildikleri (Fikáček 2006); milimetrik elek, atrap ve ışık tuzakları gibi aletlerle yakalandıkları; genelde parlak siyah, kahverengi veya sarımsı renkte oldukları kaydedilmektedir (Angus 1992).

Erginleri genellikle su bitkileri, yosunlar ve bitkisel detrituslar nadiren hayvansal gıdalar ile beslenirler. Balıklar ve su kuşları bunları severek yerler. Larvaları ise karnivor beslenirler (Demirsoy 1997).

Hydrophilidae familyasına ait bu çalışma ile ilgili cins ve türlerin sistematigi aşağıda verilmiştir (Hansen 1991).

Sistematik

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta (Hexapoda)

Alt sınıf: Pterygota

Takım: Coleoptera

Alt takım: Polyphaga

Üst familya: Hydrophiloidea

Familya: Hydrophilidae

Alt familya: Acidocerinae

Cins: *Helochares* (Mulsant 1844)

Tür: *Helochares obscurus* (Müller 1776)

Tür: *Helochares lividus* (Forster 1771)

Alt familya: Sphaeridiinae

Cins: *Coelostoma* (Brullé 1835)

Tür: *Coelostoma orbiculare* (Fabricius 1775)

Tür: *Coelostoma transcaspicum* Reitter 1906

**Tür: *Helochares obscurus* (Müller 1776)**

Vücut 5,0-5,9 mm uzunluğunda, 2,6-2,8 mm genişliğindedir. Baş noktacıklı ve ön kısmı sarımsı kahve renkli, arka kısmı daha koyu kahve renklidir. Labrum genellikle siyahımsı kahve renkli, fakat bazen kırmızımsı veya kahverengimsi sarı renklidir. Antenler dokuz segmentli, topuzlar kahve renkli, diğer segmentler kırmızımsı sarı renklidir. Antenlerin uç segmenti genişliğinin iki katından kısadır. Maksillar palpler kırmızımsı veya kahverengimsi sarı renkli ve son segmentin uç kısmı siyah renklidir.

Pronotum 1,2-1,4 mm uzunluğunda, 2,1-2,2 mm genişliğindedir. Pronotum kırmızımsı sarıdan kahverengimsi sarıya veya kahverengimsi sarıya değişken renklidir. Üzeri belirgin şekilde noktacıklıdır. Pronotum üzerinde bir kare oluşturacak şekilde ikisi ön kenara yakın, ikisi de arka kenara yakın olarak yerleşmiş 4 küçük siyah nokta şeklinde benek taşımaktadır.

Elitra pronotum ile aynı renkte olup genellikle üzeri uzunlamasına sıralanmış siyah beneklidir. Elitra üzerindeki noktacıklar baş ve pronotum üzerindekiyle daha belirgin

ve daha yoğundur. Ventral yüzey siyah ve yumuşak kıllarla kaplıdır. Görülebilir beşinci abdominal sternitin arka kenarının orta kısmı yarım ay şeklinde içe doğru girintilidir. Bacaklar kırmızımsı sarı renkli, femurun kıllı bölgesi siyah renklidir.



Şekil 1.1. *Helochares obscurus* 'un genel görünüşü (URL- 1)

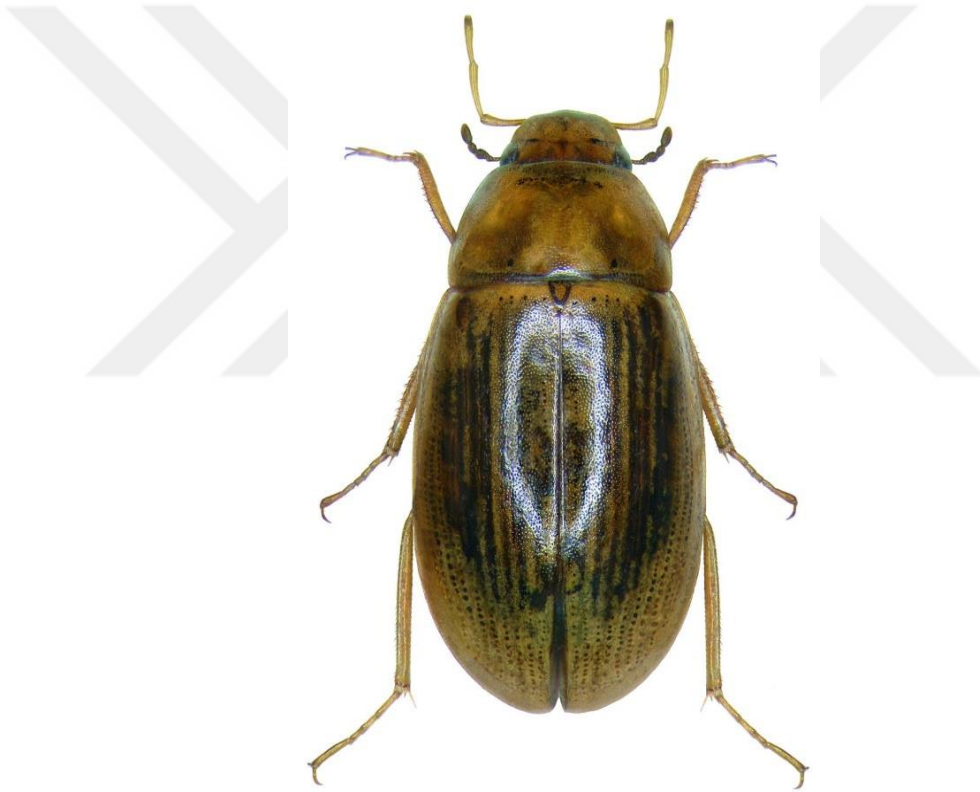
**Tür: *Helochares lividus* (Forster 1771)**

Vücut 5,4-5,8 mm uzunluğunda 2,4-2,7 mm genişliğindedir. Baş noktacıklı ve arka kısmı siyah renklidir. Noktacıklar gözlerin ön orta kısmı ile klipeusun ön kenar bölgesinde daha kabadır. Labrum kırmızımsı sarı renkli fakat çoğunlukla arka kısmı daha koyudur. Antenler dokuz segmentli, topuzlar kahverengimsi, diğer segmentler sarı renklidir. Antenlerin uç segmentinin uzunluğu genişliğinin iki katından daha uzundur. Maksillar palpler sarı renkli ve son segmentin uç kısmı daha koyu renklidir.

Pronotum 1,3-1,4 mm uzunluğunda, 2,0-2,1 mm genişliğindedir. Pronotum kırmızımsı sarı veya kahverenkli olup üzeri belirgin şekilde noktacıklıdır. Pronotum üzerinde bir kare

oluşturacak şekilde ikisi ön kenara yakın, ikisi de arka kenara yakın olarak yerleşmiş dört siyah nokta şeklinde benek taşımaktadır.

Elitra kırmızımsı sarı renkli, üzeri çok ince ve seyrek noktacıklar ile kaplıdır. Baş ve Pronotum üzerinde noktacıklar elitra üzerindekiyelerden biraz kaba ve daha yoğundur. Üzerindeki 10 veya daha az sayıda uzunlamasına sıralanmış siyah benekler yanlardan belirgin olarak görülebilmektedir. Karın tarafı siyah ve yumuşak kıllar ile kaplıdır. Görülebilir beşinci abdominal sternitin arka kenarının orta kısmı yarım ay şeklinde içe doğru girintilidir. Bacaklar kırmızımsı sarı renkli, femurun kıllı bölgesi siyah renklidir.



Şekil 1.2. *Helochaeres lividus*'un genel görünüşü (URL- 2)

**Tür: *Coelostoma orbiculare* (Fabricius 1775)**

Vücut 4,3-4,9 mm uzunluğunda, 2,3-2,7 mm genişliğindedir. Baş siyah renkli, üzeri düzensiz noktalarla kaplıdır. Yandan bakıldığında gözler ön tarafta içe çöküntülüdür. Maksillar palpler siyah renkli ve son segment ikincisinden daha uzundur. Antenler dokuz

segmentli, kırmızımsı, son üç segmenti gevşek yapılı ve siyahtır. Antenler maksillar palplerden daha uzundur.

Pronotum ortalama 1,0 mm uzunluğunda ve 2,2 mm genişliğindedir. Pronotum siyah, kısa ve geniş, arka kenarı düzdür.

Elitra siyah, düzensiz noktalarla kaplıdır. Ventral yüzey siyah renkli ve yüzme kılları ile kaplıdır. Skutellumun boyu yaklaşık eni kadardır. Prosternum yükseltili değildir. Mezosternum orta kısımda çatı sırtı şeklinde yükseltilidir. Metasternum orta kısımda dar bir şekilde yükseltilidir. Bacaklar kırmızımsı, femur ve tibia kısa, tarsuslar ince yapılıdır.



Şekil 1.3. *Coelostoma orbiculare*'nin genel görünüşü (URL-1)

**Tür: *Coelostoma transcaspicum* (Reitter 1906)**

Vücut 5,6-5,9 mm uzunluğunda, 3,0-3,2 mm genişliğindedir. Baş siyah renkli, üzeri çok ince noktacıklar ile kaplıdır. Yandan bakıldığında gözler ön tarafta içe çöküntülüdür. Maksillar palpler antenlerden daha kısa, kırmızımsı sarı renkli ve son segmenti ikincisi ile eşit uzunluktadır. Antenler dokuz segmentli, sarı renkli, son üç segmenti gevşek yapılı ve siyahtır.



Pronotum siyah, kısa, geniş ve arka kenarı düzdür. Üzeri çok ince noktacıklar ile kaplıdır. Elitra siyah renkli ve üzeri pronotumdan daha belirgin olan noktacıklar ile örtülüdür. Skutellumun boyu eninden daha uzundur. Prosternumun orta kısmı yükseltili sivri bir diş şeklindedir. Mezosternumun orta kısmı ok başı şeklinde yükseltilidir. Metasternumun orta kısmı çok hafif yükseltilidir.

Bacaklar iyi gelişmiş olup femur ve tibia siyahımsı kırmızı, tarsuslar sarı renklidir. Mezofemurun uç bölgesi hariç diğer kısımları yoğun şekilde kıllıdır. Metafemur düz ve kılsız yapıdadır.



Şekil 1.4. *Coelostoma transcaspicum* 'un genel görünüşü (Fikáček et al. 2010)

İnsan ve hayvan diyetinde önemli rolü olan yağlar, gliserol ve yağ asitlerinden oluşan bileşikler grubudur (Gilby 1965). Yağ asitleri, yağların temel bileşeni olduğu gibi hücre zarının yapısına katılmaları ve biyoaktif metabolitlerin öncüsü olmaları bakımından dolayı oldukça öneme sahiptirler. Triaçilgliserol formunda depolanan yağ asitleri, böceklerde besin alamadıkları zamanlarda ve uzun süren uçuşlarda ana enerji kaynağı olarak görev yapmaları dolayısıyla böcekler için hayati öneme sahiptirler (Downer and Matthews 1976 , Beenackers et al. 1985).

Böceklerin yağ rezervlerinin karşılanma yollarından biri bitkisel yağların asimilasyonu diğeri ise besinde bulunan karbohidratlardan sentezlenmesidir (Stanley-Samuelson et al. 1988). (Gilbert 1967). Enerji kaynağı olarak sıralanma yapıldığında besinsel lipitler, besinsel proteinlerden daha önemli ve önceliklidir. Biyolojide organizmaların tümünde önemli işlevi olan yağ asitlerinin eser miktarda da olsa böceklere özgü olan görevleri de mevcuttur. Yağ asitleri, böcek yapısında etkili olan mumların, feromonların ve eikosanoidlerin biyosentezinde önemli role sahip öncü maddelerdir. Aynı zamanda korunma salgılarında bileşen olarak etki ettikleride bilinmektedir (Wakayama et al. 1980; Stanley-Samuelson et al. 1988; Başhan 1996).

Eikosanoidlerin ilk fizyolojik rolüne böceklerde rastlanmıştır (Stanley 2000). Eikosanoidler omurgasızların biyolojisinde önemli mekanizmalara sahip bir çok yapıda önem arz etmektedir. Bunların başında üremede (Stanley and Miller 1998), iyonların taşınma mekanizmasında (Stanley 2000), hormonların sinyal aktarım mekanizmasında (Keeley et al. 1996; Ali and Steele 1997) ve bağışıklık sisteminde (Stanley 2000) ara madde olarak önemli rol üstlenmektedir. Triaçilgliserol şeklinde depolanmış yağ asitlerinin, uzun süren uçuşlar sonucunda böceklerin besin ihtiyacını karşılayamadığı durumlarda böceklerde enerji kaynağı olarak önemli bir rol oynamaktadır. (Downer and Matthews 1976, Beenackers et al. 1985). Böceklerde ki doymuş ve tekli doymamış yağ asiti sentez mekanizması tıpkı yüksek yapılı hayvanlardaki sentez mekanizmasıyla benzer bir biçimde işlemektedir. (Thompson, 1979). Ayrıca böcekteki yağ asiti bileşimini etkileyen biyolojik faktör arasında yaş ve cinsiyet, sıcaklık, ergin beslenmesi ve aktivitenin süresi yer almaktadır (Cohen 1990).

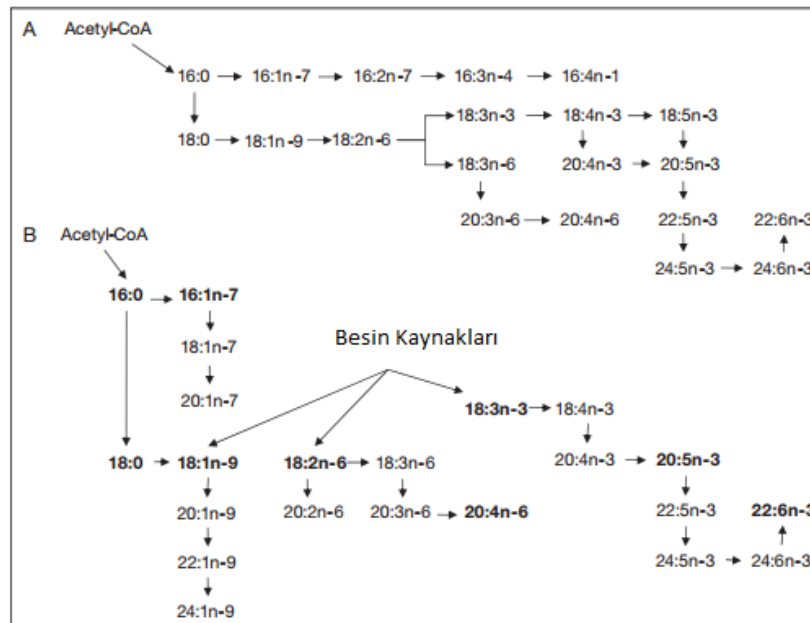
Bu çalışmanın amacı, şu ana kadar yağ asiti kompozisyonları araştırılmamış olan Hydrophilidae familyasının iki farklı cinsine ait dört türün toplam lipit ve yağ asiti bileşenlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Ayrıca tespit edilen yağ asiti çeşitlerinin hem cinsler ve türler içerisinde hem de cinsler ve türler arasında karşılaştırılmasının yapılarak yağ asiti farklılıklarının bu cins ve türlerin sistematüğinde kullanılabilir olacak önemli bir biyokimyasal parametre olup olamayacağını araştırılması amaçlanmıştır.

## 1.1 . Yağ Asitlerinin Yapısı

Yağ asiti zincirleri katı ve sıvı yağlardan oluşmaktadırlar. Zincirin bir ucunda COOH (karboksil) grubu, diğer ucunda CH<sub>3</sub> (metil) grubu, ortada ise değişik uzunlukta hidrokarbon bulunmaktadır. Karboksil grubu bir no'lu karbon atomu, ona komşu olan  $\alpha$  (alfa), diğer karbon atomuna  $\beta$  (beta), sondaki CH<sub>3</sub> grubuna  $\omega$  (omega) karbon atomu adı verilir. Zincir yapısındaki yağ moleküllerinin uzunlukları, sayıları ve bağ yapıları farklılık göstermektedir. Çiftbağ içermeyen yağ asitleri, doymuş yağ asitleri olarak bilinir. Bitki ve hayvanlarda C atom sayısı 10-20 arasında değişen bu yağ asitlerinin en önemli bileşeni, 16:0(palmitik asit)'tir. Bir çift bağa sahip olanlar tekli doymamış yağ asitleri, birden fazla çift bağa sahip olanlar, çoklu doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilirler. Bunların molekül dizilişlerinde karbon atomu sayısı 18-20 arasında ve 2-4 adet çift bağa sahip olduklarından bu yağ asitlerine ÇDYA (çoklu doymamış yağ asiti), 20'den fazla karbon atomu ve 4'ten fazla sayıda çift bağ içeren yağ asitlerine ise ADYA (aşırı doymamış yağ asitleri) adı verilmektedir. Yağın biyolojik özelliğini çift bağın pozisyonu, zincir sayısı ve uzunluğu belirlemektedir (Burr and Burr 1929; Halver 1972; Sarı and Çakmak 1996; Lovell 1998; Hoşsu et al. 2001).

Özel nümerik sistemler doymamış yağ asitlerinin isimlerinin belirtilmesinde isimlerin yanında kullanılırlar. Örneğin; 18:3n-3 şeklinde gösterilen linolenik asitin, 3 adet çift bağ içeren 18 karbon atomundan oluştuğu, n-3 veya omega-3 ifadesi ise ilk çift bağ ın 3. karbon atomu ile 4. karbon atomu arasında olduğunu belirtmekte ve formül uça bir metil grubu (CH<sub>3</sub>) bulundurmaktadır (Lovell 1998, Hoşsu vd. 2001). Altıncı ve yedinci karbon atomları arasında çift bağ içerenler ise Omega-6 ya da n-6 yağ asitleri olarak adlandırılır (Halver 1972; Gurr and Harwood 1991). Yağ asitleri bilinen ve sistematik isimlendirmede  $\Delta$  sembolü veya kısaltma olarak ("n" ya da " $\omega$ ") kullanılabilir. Yağ asitleri genel olarak, değişik sayıda karbon atomu, çift bağ ve birinci çift bağın bağlandığı terminal metil grubundan oluşur. Yağ asitleri a:bn-c veya a:b $\omega$ c şeklindeki formüllerlerden biriyle gösterilir. Örneğin, dokosaheksaenoik asit (22:6n-3, DHA), eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA),  $\alpha$ -linolenik asit (18:3n-3, ALA), oleik asit (18:1n-9, OA), olarak isimlendirilir.

Tablo 1.1. Yağ Asitinin Biyosentezi



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Yağ Asitleri ve Toplam Lipitle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bracken and Barlow (1967), farklı konaklarda yetiştirilen *Exeristes comstocki*'nin yağ asiti kompozisyonunu araştırdıkları çalışmada bu türün kendine özgü karakteristik yağ asiti kompozisyonunun olmadığını, yağ asiti kompozisyonunun konağı ile uygunluk gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Thompson and Barlow (1970), *Itoplectis conquisitor* ile yaptıkları çalışmada konak farklılığının yağ asiti kompozisyonundaki değişimi incelemiş ve parazitoidin yağ asiti bileşiminin konakların yağ asiti bileşiminden etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Thompson and Barlow (1974), Parazitik Hymenoptera'nın 5 familyasından 30 tür ile yaptıkları çalışmada laurik asit, miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik yağ asitinin bu türlerde bulunan ortak yağ asiti olduğunu saptamışlardır. Parazitoidlerin içerdikleri yağ asitleri üzerinde yetiştirildikleri konaklarla karşılaştırıldığında aralarında kalitatif olarak fark olmadığı, ancak kantitatif olarak fark olduğunu belirtmişlerdir.

Aktümsek ve Aksoylar (1996), yapmış oldukları bir çalışmada konak tür, *Yponomeuta malinellus* ve onun üzerinde parazitoid olarak yetişen iki Hymenopter tür, *Monodontomerus aereus* ile *Ageniaspis fuscicollis*'in yağ asiti bileşimlerini araştırmış ve yağ asiti bileşimlerinin büyük oranda benzediği, ancak konakta yüksek oranda olan palmitoleik asit yüzdesinin parazitoidlerin bileşimlerinde azalma gösterdiğini bulmuşlardır.

Aktümsek (1996), parazitoid *Itopectis maculator*'un yağ asiti bileşimine konak ve eşey farklılığının etkisini araştırdığı çalışmada, iki farklı konak tür, *Yponomeuta malinellus* ve *Galleria mellonella* üzerinde kültüre edilen *I. maculator*'un ergin dişi ve erkek 7 bireyleri ile konaklarının yağ asiti bileşimlerini analiz etmiştir. Konak türlerde ve parazitoid erginlerinin yağ asiti bileşimlerinde oleik, palmitik, linoleik ve linolenik asitlerin en yüksek orana sahip olduğu sonucuna varmıştır. Parazitoidin yağ asiti bileşiminin konaklarının yağ asiti bileşiminden etkilendiği görülmüştür.

Grau and Terriere (1971), besinin ve beslenme koşullarının *Trichoplusia ni*'nin yağ asiti profiline etkisini araştırdıkları bir çalışmada üç farklı besinle beslenen larvalarda palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit miktarlarını GLC'de belirlemişlerdir.

Thompson et al. (1973), doğal ve sentetik besinin yağ asiti miktarlarına etkisini incelemiş oldukları bir araştırmada *Diatraea grandiosella*'nın erginleri ve ergin öncesi evrelerinden bazıları doğal ve sentetik besinle beslendikten sonra yapılan yağ asiti analizlerinde her iki besinde de başlıca yağ asitinin linoleik asit olduğu, gelişim aşamalarının hepsinde oleik asitin bulunduğunu tespit etmiştir.

Shin et al. (2001), yaptıkları çalışmada besine eklenen kimyasal maddelerin lipit kompozisyonunu etkilediklerini savunmuşlardır. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda kadmiyum içeren diyetle beslenen *Galleria mellonella* larva ve pupalarında lipit ve yağ asiti içerikleri araştırılmıştır. Lipid içerikleri fosfovalin metoduyla fotometrik olarak ölçülmüştür. Kadmiyum içeren diyetle beslenen gruplarda lipit içeriklerinin kontrol grubuna göre azaldığı tespit edilmiştir.

Çakmak vd. (2005), *Monosteira lobulifera*'nın fosfolipid ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içerikleri ile böceklerin beslendiği badem bitkisinin yağ asiti kompozisyonu analizi sonucunda badem bitkisi ve her iki fraksiyondaki analizlerde yağ asiti bileşenlerinin kantitatif olarak büyük bir kısmının palmitik (16:0) ve linoleik asit (18:2 n-6)'in oluşturduğu tespit edilmiştir.

Üstüner vd. (2010), fındık, fıstık, ceviz, badem ve polen gibi farklı besinlerle beslenen *Plodia interpunctella* larva ve puplarının total lipit, total yağ asiti ve yağ asiti bileşimlerini inceledikleri araştırmada besinler ve bu besinlerden alınan her iki evreye ait yağ asiti bileşiminde en yüksek yüzdelerin oleik asit, linoleik asit ve palmitik asite ait olduğunu saptamışlar.

Canavoso et al. (2001) lipit ve yağ asiti içerikleri türe, eşeye ve gelişim safhasına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bu nedenle yapılan çalışmalarda bu durum göz önünde tutularak eşey ve gelişim safhalarına göre yağ asiti profilinin incelenmesi gerektiğini savunmuştur.

Grapes et al. (1989), *Acheta domesticus* ile yapılan bir çalışmada ergin erkek ve dişi bireylerin seçilen organlarında ve farklı evrelerinde yağ asiti kompozisyonunu araştırmışlar.

Aktümsek ve Ateş (1996) *Culex pipiens* ile yapılan bir çalışmada türün tüm evrelerinin yağ asiti bileşiminde büyük bir kısmının palmitik, palmitoleik, oleik ve linoleik asitlerden meydana geldiğini görmüşler.

Başhan (1998) *Melanogryllus desertus* ile yaptıkları bir çalışmada on günlük ergin erkek ve dişi bireylerin fosfolipid ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asiti ile stok kültür ortamının total yağ asiti bileşenleri adlı çalışmasında gaz kromatografisi cihazıyla veriler elde etmiştir. Stok kültür ortamı ve her iki fraksiyondaki analizler sonucu elde ettiği verilerde yağ asiti bileşenlerinin oleik, palmitik ve linoleik asitlerden oluştuğu yönde bulgulara rastlamıştır.

Hoback et al. (1999), *Magicialada septemdecim* ile yapılan bir çalışmada belirlenen dokulardaki triaçilgliserol ve fosfolipidlerin içerdikleri yağ asiti kompozisyonu belirlenmiş; ergin erkek ve dişi bireylerin benzer yağ asiti profiline sahip olduğu, doymuş ve doymamış C16 ve C18 yağ asitlerinin dominant olduğu gözlemlenmiştir.

Aktümsek vd. (2000a), *Galleria mellonella* ile yapılan bir araştırmada türün beşinci, altıncı ve yedinci evre larvaları ile puplarının yağ asiti bileşimini laurik asit (C-12:0) ve

araşidik asit (C-20:0) yağ asitlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Yüzde olarak birinci büyük yüzdeye sahip oleik asit , ikinci sırada palmitik asit ve üçüncü sırada linoleik asit yüzdesine rastlamıştır.

Aktümsek vd. (2000b), parazitoid bir tür olan *Lissonota lineolator* erginleriyle yapılan bir çalışmada türün total yağ asiti bileşiminin C10:0-18:3 yağ asitlerinden oluştuğunu belirlemişlerdir. Oleik asitin en yüksek yüzdeyde olduğu bulunmuştur.

Nurullahoğlu (2003) *Achroia grisella* larva ve pupunun yağ asidi bileşiminin araştırıldığı bir çalışmada her iki evrede de total yağ asiti bileşimini C10:0-24:0 yağ asitlerinin oluşturduğu ve palmitoleik, palmitik ve oleik asit yüzdelерinin yüksek olduğunu bulmuştur.

Nurullahoğlu et al. (2004), konak olarak *Achroia grisella*'nin kullanıldığı bir çalışmada *Apanteles galleria*'nin toplam lipit, total yağ asidi ve yağ asiti bileşimindeki değişiklikler evre ve eşey dikkate alınarak incelenmiştir. Ayrıca parazitlemenin konak larvalarının toplam lipit ve yağ asiti üzerine etkisi araştırılmış ve sonuçlar parazitoidin yağ asiti kompozisyonuyla karşılaştırılmıştır. *Apanteles galleria*'nin bütün evrelerinde C10- C24 yağ asitlerinin bulunduğu, oleik asitin bütün evrelerde en çok görülen yağ asidi olduğu belirtilmiştir. Parazitoid larvalarının yağ asidi kompozisyonunun konak 10 larvalarınkine niteliksel olarak benzediği, parazitlemenin konak larvalarının toplam lipit ve yağ asiti miktarlarını etkilemediği sonucuna varmıştır.

Seven (2004), yaptığı çalışmada *Plodia interpunctella* son evre larvası ve pupunun toplam lipit ve total yağ asiti miktarları ve yağ asiti bileşimlerini araştırmıştır. Larva ve pup arasında total lipit miktarları bakımından farkın önemli olduğu, her iki evreye ait yağ asiti bileşiminde en büyük yüzdelerin oleik asit ve palmitik asite ait olduğunu belirlemiştir.

Çakmak vd. (2007), *Lertha sheppardi*'nin yumurta, üçüncü evre larva, pup, yetişkin erkek ve dişi bireylerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki toplam lipit ve yağ asiti analizleri GC ve GC-MS kullanılarak yapmışlar. Bütün evrelerde ondört çeşit yağ asitinin



bulunduğu ve ana bileşenlerin doymuş ve doymamış C16 ve C18 yağ asitlerinden oluştuğunu tespit etmişler.

Uçkan vd. (2009), *Apanteles galleria* ve parazitlenmiş konağı *Galleria mellonella* L.'nin total lipid ve yağ asidi bileşimleri evre/eşeye bakılarak araştırılmıştır. *A. galleria*'nın evre/eşeylerinde, parazitlenmiş ve parazitlenmemiş konak larvasında karbon sayısı 10–22 arasında değişen onbeş çeşit yağ asidi belirlenmiştir.

Taşkın ve Aksoylar (2010) *Tenebrio molitor* ile yapılan bir çalışmada olgun larva ve pupun toplam lipid ve toplam yağ asiti yüzdeleri tespit edilmiştir. Pupların yağ ağırlığa göre total lipid, yağ ağırlığa göre toplam yağ asiti ve toplam lipite göre toplam yağ asiti yüzdelerinin larvalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bursell and Clements (1967), yaptıkları bir çalışmada *Tenebrio molitor* (Coleoptera) larvalarının kutikular lipidlerinde serbest yağ asitlerinin miristik, palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitlerden oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Howard and Lord (2003), *Liposcelis bostrychophila* ile yapılan bir araştırmada bu türün kutikular lipidleri çalışılmış ve serbest yağ asitlerinin C16:0, C18:1 ve C18:0'dan oluştuğu tespit edilmiştir.

Tanaka et al. (1996), *Caenorhabditis elegans*'ta gelişme sıcaklığının fosfatidilkolin (PC), fosfatidiletanolamin (PE) ve total lipid fraksiyonlarında bulunan yağ asiti kompozisyonuna etkisi araştırılmıştır. Gelişme sıcaklığının 25°C'den 15°C'ye düşürülmesinin eikosapentaenoik asit yüzdesinin PC'de %23,6'dan %32,5'e, PE'de %7,4'ten %10,8'e TL fraksiyonunda %12,9'dan %19,9'a yükselmesine neden olduğu belirlenmiştir.

House et al. (1958), yüksek sıcaklıkların doymuş yağ asitlerinin, düşük sıcaklıkların ise doymamış yağ asitlerinin artışına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Nurullahoğlu ve Kalyoncu (2000), yaptıkları çalışmada düşük sıcaklıkta (+4 °C) on, yirmi ve otuz gün süre ile bekletilen *Galleria mellonella* puplarının ağırlık kaybı, toplam lipid

ve toplam yağ asiti yüzdelerini tespit etmişler. Sürenin uzaması ile ağırlık kaybında artış, toplam lipit ve toplam yağ asiti yüzdelerinde azalma olduğunu bulmuşlardır.

Uçkan and Gülel (2001), düşük sıcaklığın (+6 °C) *Apanteles galleria*'nın ergin hayat uzunluğu, verim ve eşey oranına etkisi adlı yapılan bir çalışmada, sıcaklık düşük seviyelerde tutulduğunda parazitoid erginlerinin bir hafta sonrasında %82,27'sinin , geri kalanlarının ise 15 gün sonra ise tamamının öldüğü sonucuna varılmıştır. Dişilerin düşük sıcaklığa direncinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yenice (2005), düşük sıcaklığın *Achroia grisella* puplarının toplam lipit, toplam yağ asiti ve yağ asiti bileşimine etkisine bakılan çalışmada beş, on, onbeş ve yirmi gün süre ile +4 °C'de tutulan pupların düşük sıcaklık süresinin uzaması ile ağırlık kaybında artış, total lipit ve total yağ asiti yüzdelerinde azalma olduğu bulunmuştur. Yağ asiti bileşimlerinin büyük bir bölümünü palmitoleik asit, palmitik asit, linoleik asit, oleik asit ve stearik asitin oluşturduğunu tespit etmiştir.

Khani et al. (2007), *Cydia pomonella* larvalarında mevsimsel değişimin yağ asiti kompozisyonuna etkisini saptamak amacıyla diapozlu ve diapozsuz durumda GC'de yağ asiti analizi yapılmıştır. Her iki durumda da altı yağ asitinin (oleik, palmitik, linoleik, palmitoleik, stearik ve linolenik asit) miktarları yüksek bulunmuştur. Diapozun başlangıcında doymamış yağ asitlerinde artış gözlemlenmiştir.

Çakmak (2010), *Eysarcoris inconspicuous* erginlerinin yağ asiti kompozisyonundaki mevsimsel değişimlerin incelendiği çalışmada ayların çoğunluğunda kalitatif olarak onbeş yağ asitinin varlığı ortaya çıkarılmıştır.

### 3. MATERYAL METOD

Bu tez, arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki basamakta yürütüldü.

#### 3.1. Arazi Çalışmaları

Çalışmanın materyalini, Bingöl il merkezi, ilçeleri ile bu ilçelere bağlı köylerin çeşitli lokalitelerden toplanan Hydrophilidae familyasına ait *Helochares lividus*, *Helochares obscurus*, *Coelostema orbiculare*, *Coelostema transcasicum* türleri oluşturmaktadır... Yakalanan böcekler saklama kavanozlarında öldürülmeden laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvar şartlarında sıcak su banyosunda öldürüldükten sonra tür teşhisi yapılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere  $-80^{\circ}\text{C}$  de dondurucuda muhafaza edilmiştir.

#### 3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Örneklerin lipit ekstraksiyonunu, 3:2 (v/v) hekzan izopropanol karışımının kullanıldığı Hara ve Radin (1978) metoduyla yapılmıştır. Bunun için dokular, homojenizatörde 11000 rpm'de 30 sn ile 3:2 (v/v) oranında 10 mL hekzan izopropanol ile parçalanmıştır. Daha sonra 6000 rpm'de 10 dk süre ile santrifuj edildi ve doku örneklerinden üstteki süpernatant kısım alınarak ağız kapaklı deney tüplerine konulmuştur.

##### 3.2.1. Toplam Lipit Miktarının Belirlenmesi

Toplam lipit miktarı Folch (1957) metoduna göre yapılmıştır. 500-1000 mg yaş böcek örneği tüpe konulmuştur. Üzerine 2:1 oranında kloroform- metanol eklenmiştir. Bu karışım eklendikten sonra tüpün ağız kapatılarak manyetik karıştırıcıda 1-2 saatliğine karıştırılan örnekler, 1 gece buzdolabında bekletilmiştir. Sonrasında örnekler kaba filtre kağıdıyla süzümüştür. Örneklerden kalan partiküller, kloroform metanol karışımıyla tekrar yıkanmıştır. Bu işlemden sonra üzerine 0,9 N NaCl çözeltisi eklenmiştir. Faz

ayrımının gözlemlenmesi için örnekler bir gece daha buzdolabında bekletilmiştir. Bekletilen örneklerden üst faz alınarak atılmıştır. Kalan alt fazdan ise evaporatör yardımıyla içindeki kloroform uçurularak, kuru lipitin kalması sağlanmıştır. Aşağıdaki formülle de toplam lipit miktarı belirlenmiştir.

$$\% \text{Toplam Lipit} = \text{Kuru Lipit Ağırlığı} / \text{Yaş Örnek Ağırlığı} * 100$$

### 3.2.2. Yağ Asiti Metil Esterlerinin Hazırlanması

Lipitler içinde bulunan yağ asitlerinin gaz kromatografik analizinin yapılabilmesi için polar olmayan uçucu ve kararlı yapıya sahip olan metil esterleri gibi türevlerine dönüştürülmüştür. Lipitler içindeki yağ asitlerini, metil esteri gibi türevlerine dönüştürülmesinde değişik metotlar kullanılmasına rağmen tarafından ifade edildiği gibi uygulaması pratik ve verimi yüksek olan asit katalizli esterleştirme yöntemi Christie (1992) kullanılmıştır.

Metilizasyon işleminde hekzan izopropanol fazı içindeki lipit ekstraktı 30 ml'lik sızdırma yapmayan vida kapaklı deney tüplerine alınmıştır. Üzerine %2'lik metanolik sülfürik asitten 5 ml ilave edilip, vorteks ile iyice karışmaları sağlanmıştır. Bu karışım 50 °C'lik etüvde 15 saat süre ile metilleşmeye bırakılmıştır. 15 saatlik süre sonunda, tüpler etüvden çıkarılıp oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur ve 5 ml %5'lik NaCl ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri, 5 ml hekzan ile ekstre edilmiştir. Hekzan fazı üsten pipetle alınarak 5 ml %2'lik KHCO<sub>3</sub> ile muamele edildi ve fazların ayrılması için 4 saat bekletilmiştir. Daha sonra metil esterlerini içeren karışım, 45 °C'de ve azot akımı altında çözücüsü uçurularak ve deney tüplerinin altındaki yağ asitleri 1 ml hekzan ile çözülerek 2 ml'lik ağzı kapaklı otosampler vialleri içine alınarak gaz kromatografi cihazında analiz edilmiştir.

Bu metilizasyon işleminden sonra, örnekler Agilent 5975 C modeli GC-MS gaz kromatografisi ile yağ asiti analizi yapılmıştır. Bu analiz için 30 m uzunluğunda, 0.25 µm iç çapında ve PERMABOND 25 mikron film kalınlığına sahip Machery-Nagel (Germany) kapiller kolon kullanılmıştır. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 140-220 °C, enjeksiyon sıcaklığı 250 °C ve dedektör sıcaklığı 260 °C olarak tutulmuştur. Kolon

sıcaklık programı 140 °C den 250 °C'ye kadar ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (0,5 ml/dk) kullanılmıştır. yağ asiti metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asiti metil esterlerine ait karışımlar (Supelco<sup>TM</sup> 37 Component FAME Mix ) enjekte edilmiştir, her bir yağ asitinin alıkonma süreleri belirlenmiştir. Bu işlemden sonra gerekli programlama yapılarak örnekler ait yağ asiti metil esterleri karışımlarının analizi yapılmıştır.

### **3.2.3. İstatistiksel Analizler**

Örneklerdeki yağ asitleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak için çok değişkenli istatistiksel analizler kullanılmıştır. Yağ asitleri ve lipit sınıfları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research (PRIMER-version7). yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım ekolojik verilerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Çok değişkenli istatistiksel benzerliklerin analizi (ANOSIM), non-parametrik olan verilerin oransal olarak benzerliklerinin değerlendirilmesi (nMDS) ve oransal olarak benzerliklerin değerlendirilmesi (SIMPER) şeklinde yapılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Türlerin Toplam Lipit Miktarına Göre Karşılaştırılması

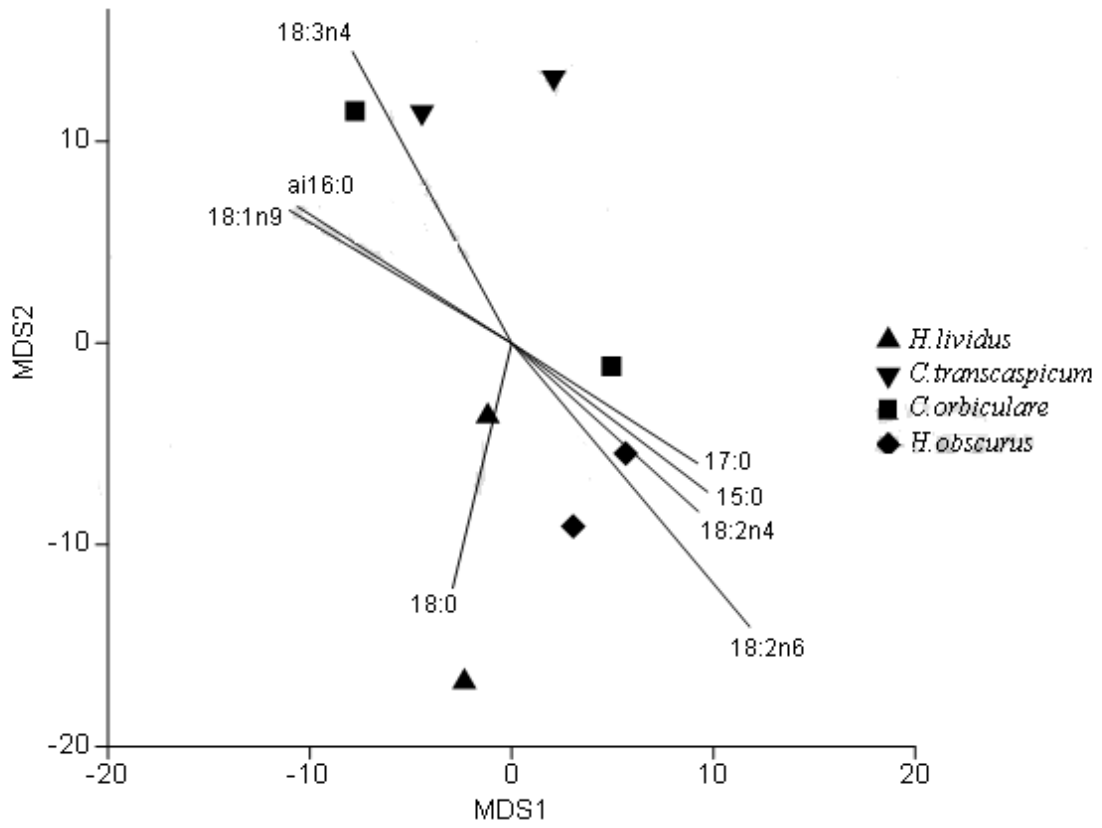
Türler arası toplam lipit miktarları karşılaştırıldığında %12,1- %48,4 arasında değişen oranlar gözlenmiştir. *H. lividus* ile *H. obscurus* kıyaslandığında toplam lipit miktarı en fazla *H. lividus*'da görülürken dişi ve erkek bireyler kıyaslandığında ise en fazla oran %48,8 olarak yine *H. lividus*'un erkek bireylerinde saptanmıştır. *C. transcaspicum* ile *C. orbiculare* arasında karşılaştırma yaptığımızda toplam lipit miktarı en fazla *C. orbiculare*'de %32,3 olarak saptanırken dişi ve erkek bireyler kıyaslandığında ise %19,9 oranı ile *C. orbiculare*'nin dişisinde toplam lipit miktarının en fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 4.1. Türlerin eşeye göre toplam lipit miktarı (%)

Toplam lipit (%)	♀	♂
<i>H. lividus</i>	12,1	48,4
<i>H. obscurus</i>	-	-
<i>C. transcaspicum</i>	28,4	32,0
<i>C. orbiculare</i>	19,9	32,3

### 4.2. İncelenen Örneklerin Türler Arası ve Tür İçi Yağ Asiti Kompozisyonları

Araziden toplanan *Helochares lividus*, *Helochares obscurus*, *Coelostema orbiculare* ve *Coelostema transcaspicum* türlerinin dişi ve erkek bireylerinde yağ asiti analizleri yapılmıştır. Tüm örneklerde ortak 10 toplamda ise 29 adet yağ asiti tespit edilmiştir. İncelenen örneklerdeki en önemli yağ asitlerinin 14:0 (miristik asit), 16:0 (palmitik asit), 22:1n-11, 20:1n-9, 20:5n-3 (eikosapentaenoik asit; EPA) ve omega 3 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. MDS alanı böcek örneklerindeki benzer yağ asitleri alanını göstermektedir. Pearson correlations >0,65 2D stress 0,07

Tablo 4.2. Böcek örneklerinde yağ asitlerindeki SIMPER ve ANOSIM göre benzerlik yüzdeleri P<0,01

Türler arasında/içinde ortalama benzerlik %					R
	<i>H.lividus</i>	<i>C.transcaspicum</i>	<i>C.orbiculare</i>	<i>H.obscurus</i>	<i>C.transcaspicum</i>
<i>H. lividus</i>	83,10				1
<i>C.transcaspicum</i>	76,04	82,98			
<i>C. orbiculare</i>	75,57	71,24	70,99		0,5
<i>H. obscurus</i>	77,29	73,42	72,30	90,34	1

PERMANOVA sonuçlarına göre Tablo 4.1’de yağ asitlerinin türler arasında ve içinde ortalama benzerlikler ortaya konulmuştur. SIMPER programı bize tür, cins, cinsiyet ve alt familya bakımından yağ asiti benzerliği ve yağ asitlerinin her bir gruba olan katkısını göstermektedir.

Acidocerinae alt familyası içerisindeki yağ asiti benzerliği oranı %78 olarak bulunmuştur. Bu benzerliğe en fazla katkıyı ilk sırada %29 ile palmitik asit, ikinci sırada %19 ile oleik asit üçüncü sırada ise %19'la palmitoleik asit sağlamıştır. 18:3n-4, 18:2 ve 17:1 benzerliğe en az katkıyı sağlayan yağ asitleridir. Bu altfamilyadaki EPA miktarı %3,72 olarak bulunmuştur.

Sphaeridinae altfamilyasında benzerlik oranı ise %75 olarak tespit edilmiştir. Bu alt familyadaki yağ asiti içeriğindeki benzerliğe %22 ile palmitik asit, %18 oleik asit ve %17 ile de palmitoleik asit en çok katkı sağlayan yağ asitleri iken en az katkı sağlayan yağ asitleri ise 16:1n-11, 14:1 ve 17:1'dir. Bu grubun EPA miktarı ise %4,4 olarak saptanmıştır.

Acidocerinae ve Sphaeridinae alt familyalarını karşılaştırdığımızda içerdikleri yağ asiti benzerlik oranı %74 olarak tespit edilmiştir. Bu benzerlik oranına en fazla katkı sağlayan yağ asitleri sırasıyla %12 ile oleik asit, %11 palmitik asit ve %11 ile linoleik asittir.

Cinsiyet olarak baktığımızda, bütün türlerin dişi bireylerinin içerdiği yağ asiti benzerlik oranı %74 tür. Bu benzerliğe %24 ile palmitik asit, %20 ile palmitoleik asit ve %17 ile oleik asit en çok katkıyı sağlayan yağ asitleri iken, en az katkı sağlayan yağ asitleri ise 17:0, 17:0 ve 15:1 olduğu görülmüştür. Bütün türlere ait erkek bireylerin içerdiği yağ asiti benzerlik oranı ise %75 olarak tespit edilmiştir. Bu benzerliğe en fazla katkıyı sağlayan yağ asiti %24 ile palmitik asit, %20 ile oleik asit ve %16 ile palmitoleik asit iken en az katkıyı 20:2, 20:3n-3 ve 22:1n-11 yağ asitlerinin sağladığı görülmüştür. Dişi bireylerdeki EPA miktarı %3,82 iken erkek bireylerdeki EPA miktarı %4,58 olarak saptanmıştır.

Türler arası erkek ve dişi bireylerin karşılaştırılmasında benzerlik oranı %76 olarak bulunmuştur. Benzerlik yüzdesine en fazla etki eden %12 ile oleik asit, %11 ile linoleik asit ve %11 ile 18:1n-11 yağ asitleri olup en az etkileyen ise 20:1n-9 olduğu görülmüştür. Bu karşılaştırmada türler arası erkek ve dişi bireylerin yağ asiti benzerlik oranını istatistiksel olarak önemli olmadığına kararına varılmıştır ( $p=0,7$ ). Türler arası cinsiyet ayrımına bağlı olarak yağ asiti bakımından farklılığın olmadığı gözlenmiştir ( $p> 0,05$ ).



*Helochares* cinsinin tür içi yağ asiti bakımından benzerlik oranı %78 olarak bulunmuştur. Bu benzerliğe en çok katkı sağlayan %29 ile palmitik asit, %19 ile oleik asit, %19 ile palmitoleik asit iken en az katkı sağlayan yağ asitleri ise 18:3n-4, 18: 2 ve 17:1 olarak belirlenmiştir.

*Coelostoma* cinsinin tür içi benzerlik oranı %75 olarak saptandı. Bu benzerliğe %22 ile palmitik asit, %18 ile oleik asit ve %17 ile palmitoleik asit en fazla katkıyı sağlarken en az katkıyı 16:1n-11, miristoleik asit ve 17: 1'in sağladığı görülmüştür.

*Helochares* ve *Coelostoma*'nın cinsler arasındaki yağ asitleri bakımından benzerlik oranı %74 olarak bulunmuştur. Cinsler arasındaki benzerlik  $p < 0,05$  göre kısmen önemli bulunmuştur ( $p = 0,047$ ).

Bu cinslerin *H. lividus*, *C. transcaspicum* ve *C. orbiculare* türlerinde; palmitik asit, oleik asit, palmitoleik asit benzerliğe en fazla katkısı olan yağ asitleridir. Ancak *H. obscurus*'da %15'lik bir katkıyla diğer türlerden farklı olarak palmitoleik asitin yerini linoleik asitin aldığı görülmüştür.

*H. lividus* ile *C. transcaspicum* türlerini yağ asitleri bakımından kendi aralarında karşılaştırdığımızda; bu iki türün yağ asitlerinin arasındaki ortalama benzerliğin %73 olduğu ve bu benzerliğe en yüksek katkıyı %21 ile oleik asit, %15 ile stearik asitlerinin sağladığı ve EPA miktarının %2,36 olduğu görülmüştür.

*H. lividus* ve *C. orbiculare* türlerinde; %76 lık benzerlik oranına palmitik asit, 18:1 n-11 en yüksek katkısı olan yağ asitleridir. Bu benzerliğe 18:1 n-11'in katkısı %21, palmitik asit'in katkısı %12 olarak saptanmıştır. EPA'nın katkı miktarı %3,72 olarak bulunmuştur.

*H. lividus*, *H. obscurus* türlerinde palmitik asit %15, oleik asit %13'lük bir oranda yağ asitlerinin benzerliğine katkıda bulunmuştur. EPA'nın benzerliğe katkı miktarı %1,77 olarak gözlenmiştir.

*C. transcaspicum* ve *C. orbiculare* türleri arasındaki benzerlik oranına 18:1n-9 yağ asitinin katkısı %19, 18:1 n-11 yağ asitinin katkısı %18 oranında olduğu bulunmuştur. EPA'nın katkısı ise %1,75 olarak saptanmıştır.

*C. transcaspicum*, *H. obscurus* türleri yağ asiti benzerliği bakımından karşılaştırıldığında; en fazla katkısı %17 ile linoleik yağ asiti, ikinci sırada en fazla katkısı %12 ile palmitik asit ve %12 ile palmitoleik asit sağlamıştır. Bu benzerliğe EPA'nın katkısı %1,89 olarak bulunmuştur.

*H. obscurus* ve *C. orbiculare* türlerindeki benzerlik oranına en yüksek katkısı %19 oleik asit, %12 ile de linoleik asit sağlamıştır. Bu benzerliğe EPA'nın katkı miktarı %1,84 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre türler arasında yağ asiti içeriği bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna varılmıştır ( $p=0,31-0,36$ ).

#### **4.3. Yağ Asiti Kompozisyonlarına Göre *Helochares lividus* ve *Helochares obscurus*'ün Karşılaştırılması (%)**

*H. lividus* ve *H. obscurus* türlerinin yağ asiti içerikleri incelendiğinde; palmitik (16:0), palmitoleik (16:1 n-9) ve stearik (18:0) yağ asitlerinin *H. lividus*'da *H. obscurus*'a oranla daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Palmitik asitin doymuş yağlar içerisinde en fazla bulunan yağ asiti olduğu ve her iki türde de yüksek oranda olduğu saptanmıştır.

Oleik (18:1 n-9), linoleik asit (18:2) ve araşidonik asit (20:4 n-6) yağ asitleri düzeyinin *H. obscurus* türünde *H. lividus* türüne oranla daha yüksek seviyede bulunduğu tespit edilmiştir.

EPA (20:5 n-3) miktarının *H. lividus* ve *H. obscurus* türlerinde birbirine yakın yüzdelerde olduğu gözlenmiştir.

Doymuş yağ asiti (DYA) oranı *H. lividus*'da %39,16 iken *H. obscurus* türünde bu oranın %35,12 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Doymamış yağ asitlerinden tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) *H. lividus* türünde %34,97 *H. obscurus* türünde ise %37,72; çoklu

doymamış yağ asitlerinin ise *H. lividus*'da %25,57, *H. obscurus*'da %27,12 ile birbirine yakın değerlerde olduğu görülmüştür.

Tablo 4.3. *Helochares lividus* ve *Helochares obscurus* 'un Yağ Asiti Kompozisyonları (%)

Yağ asiti (%)	<i>H. lividus</i> -♀	<i>H. lividus</i> -♂	<i>H. obscurus</i> ♀	<i>H. obscurus</i> -♂
14:0	2,93	2,03	2,43	2,62
i15:0	0,57	0,45	-	-
15:0	0,71	0,38	2,36	1,97
i16:0	2,11	-	2,94	3,42
16:0	22,76	24,79	17,06	17,14
i17:0	0,33	-	-	1,36
17:0	0,57	0,43	1,33	1,51
18:0	6,75	12,71	6,58	8,2
20:0	0,35	0,45	-	1,33
Σ DYA	37,08	41,24	32,7	37,55
14:1	0,38	0,28	-	-
15:1	0,25	-	1,19	-
17:1	0,6	-	-	-
16:1 n-11	0,7	2,11	1,14	-
16:1 n-9	19,69	11,78	13,12	11,34
17:1	0,6	-	-	-
18:1n-11	-	0,91	-	-
18:1n-9	13,95	13,6	19,88	19,86
18:1n-7	1,48	0,67	3,08	3,61
18:1n-6	0	1,4	-	-
22:1w9	1,55	-	-	2,22
Σ TDYA	39,2	30,75	38,41	37,03
16:2n-4	1,47	1,22	-	-
18:2	0,91	-	-	-
18:2n-6	9,87	12,3	13,55	13,75
18:2n-4	0,44	1,08	2,78	3,19
18:3n-6	0,79	0,55	-	-
18:3n-3	5,14	5,46	5,3	1,46
20:4n-6	2,18	2,62	2,88	3,52
20:3n-3	-	-	1,29	-
20:5n-3	3,53	3,59	3,06	3,47
Σ ÇDYA	24,33	26,82	28,86	25,39

DYA: Doymuş yağ asiti TDYA: Tekli doymamış yağ asiti ÇDYA: çoklu doymamış yağ asit

Tablo 4.4. *C. transcaspicum* ve *C. orbiculare*' nin Yağ Asiti Kompozisyonları (%)

Yağ asiti (%)	<i>C. transcaspicum</i> ♀	<i>C. transcaspicum</i> ♂	<i>C. orbiculare</i> ♀	<i>C. orbiculare</i> ♂
14:0	3,16	0,25	2,9	2,8
i15:0	-	0,29	0,43	-
15:0	-	0,38	0,43	0,41
i16:0	2,93	2,83	2,04	1,67
16:0	24,81	22,14	16,7	19,22
i17:0	-	-	2,52	-
17:0	0,37	0,54	0,65	0,64
18:0	5,37	-	7,77	7,76
20:0	0,34	0,56	0,45	0,51
Σ DYA	36,98	26,99	33,89	33,01
14: 1	0,36	3,85	0,35	0,34
15: 1	-	-	-	-
17: 1	-	0,24	0,28	0,24
16:1 n-11	0,78	0,74	0,73	-
16:1 n-9	17,94	18,87	16,98	21,06
16:1 n-7	-	-	-	0,23
18:1n-11	0,59	-	20,79	-
18:1n-9	24,86	22,96	9,51	16,39
18:1n-7	2,88	0,73	2,14	0,72
18:1n-6	-	2,84	0,73	1,61
22:1w9	0	2,98	-	-
Σ TDYA	47,41	53,21	51,51	40,59
16:2n-4	-	-	-	0,83
18: 2	-	0,31	-	0,97
18:2n-6	4,56	4,65	1,28	12,27
18:2n-4	0,53	0,77	0	0,25
18:3n-6	0,48	0,76	0,92	1,15
18:3n-3	3,5	4,63	3,24	2,01
18:3 n-4	0,4	0,48	0,36	-
20:4n-6	2,44	4,45	4,12	4,31
20:5n-3	2,43	3,34	4,37	3,7
Σ ÇDYA	14,34	19,39	14,29	25,49

DYA: Doymuş yağ asiti TDYA: Tekli doymamış yağ asiti ÇDYA: çoklu doymamış yağ asiti

#### 4.4. Yağ Asiti Kompozisyonlarına Göre *Coelostoma transcaspicum* ve *Coelostoma orbiculare*'nin Karşılaştırılması (%)

*C. transcaspicum* ve *C. orbiculare* türlerinin yağ asiti içerikleri incelendiğinde sırasıyla miristik asit (14:0), sterarik asitin (18:0), linoleik asit (18:2) ve EPA (C20:5 n-3) miktarının *C. orbiculare* de daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür.

Oleik (18:1 n-9) ve linolenik (18:3) yağ asitlerinin *C. transcaspicum* türünde daha yüksek seviyede olduğu bulunmuştur.

Palmitik asit (16:0) doymuş yağ asitleri içerisinde en fazla bulunan yağ asitidir, her iki türde de yüksek oranda bulunduğu saptanmıştır.

Araşidonik asit (20:4 n-6) *C. transcaspicum* ve *C. orbiculare* türlerinde belirgin seviyede olup, miktarların birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir (sırasıyla %3,44; %4,21).

Analizler sonucunda doymuş yağ asiti (DYA) miktarı *C. transcaspicum* da %28,96 iken *C. orbiculare* de %30,12 olarak tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinden TDYA miktarı *C. transcaspicum* %50,94 ve *C. orbiculare* de %46,51 olarak saptanmıştır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Bingöl ilinden toplanan Hydrophilidae (Coleoptera) familyasının (*Helochares* ve *Coelostoma*) cins ve türler arası toplam lipit yüzdeleri Tablo 4-1' de, yağ asiti kompozisyonu Tablo-4-2 ve Tablo-4-3'te verilmiştir.

Bulgularımıza göre toplam lipit oranı her iki eşeyde de farklılık göstermektedir. Bu farklılık en az *C. transcaspicum* türünün, en fazla *H. lividus* türünün dişi ve erkekğinde görülmüştür. Böceklerde metabolik aktiviteler (yağ asiti, toplam yağ) türe, eşeye, besine ve yaşadığı ortama göre değişir (Nurulloğlu et al. 2004; Çakmak et al. 2007). Ergin böcek gruplarında toplam lipit miktarının fazla olması yüksek enerji gerektiren uçuş ve çiftleşme faaliyetlerindeki ihtiyaca bağlanabilir (Nurulloğlu et al. 2004). Çalıştığımız böcek gruplarında toplam lipit miktarının erkek bireylerde (%32 - %48) dişilere (%12 - %28) oranla daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Erkeklerde ki bu belirgin orandaki toplam lipit miktarı artışı, çiftleşme döneminde erkek bireylerin dişi bireyi arama sürecindeki aktivitelerine yönelik olduğundan kaynaklanabilir (Candy and Killby 1975). Toplam lipitin özellikle erkek bireylerde dişilerden yüksek oranda bulunması böceklerde dişilerin oogenez sırasında yumurta yedek besin maddesi için fazlasıyla lipitleri kullanmalarından kaynaklanabilir (Ziegler and Antwerpen 2006). Çakmak et al. (2007)'de böcekler üzerine yaptığı çalışmada toplam lipit miktarının erkek bireylerde dişilerden yüksek çıktığını tespit etmiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir (Tablo 4.2). Çalıştığımız böcek gruplarının preovipozisyon periyodunun bulunmamasından örnek toplama aşamasında dişi bireylerin yumurtalarını bırakmış olabileceğinden kaynaklı lipit rezervlerini kullanmış olabilirler. Dişi bireylerdeki toplam lipit miktarı erkek bireylere oranla önemli oranlarda düşük çıkması buna bağlanabilir (Nurulloğlu et al. 2004).

*H. lividus* türünün dişi bireyinde 9 doymuş, 8 tekli doymamış ve 8 tanede çoklu doymamış olmak üzere toplam 25 çeşit yağ asiti tespit edilmiştir. Bu türün erkeğinde ise 7 doymuş, 7 tekli doymamış 7 tane de çoklu doymamış toplamda ise 21 çeşit yağ asiti belirlenmiştir. *H. obscurus* türünün dişisinde 6 çeşit doymuş, 5 tekli doymamış, 6 çeşit de çoklu doymamış, toplamda 17 çeşit yağ asiti belirlenmiştir (Tablo 4.3).

*C. transcaspicum* türünün dişi bireyinde 6 doymuş, 6 tekli doymamış ve 7 tanede çoklu doymamış olmak üzere toplam 19 çeşit yağ asiti tespit edilmiştir. Bu türün erkeğinde ise 7 doymuş, 8 tekli doymamış 8 tane de çoklu doymamış toplamda ise 23 çeşit yağ asiti belirlenmiştir. *C. orbiculare* türünün dişisinde 9 doymuş, 8 tekli doymamış, 6 çeşit de çoklu doymamış olmak üzere, toplamda 23 çeşit yağ asiti belirlenmiştir. Bu türün erkeğinde 7 doymuş, 7 tekli doymamış, 8 de çoklu doymamış asiti belirlenmiştir (Tablo 4.4).

İncelenen *H. obscurus*, *H. lividus*, *C. orbiculare*, *C. transcaspicum* türlerinde yüksek oranda palmitik, palmitoleik stearik, oleik, araşidonik, linoleik ve linolenik yağ asiti tespit edilmiştir. Bu sonuçlar diğer böcek grupları için belirlenen sonuçlara uygunluk göstermektedir (Stanley-Samuels and Dadd 1983, Thompson 1973).

İncelediğimiz türlerin analizleri sonucunda tüm yağ asitleri içinde yüksek orana sahip olan palmitik asit %16,7-%24, 81 aralığında değişen oranda bulunmuştur. Aynı şekilde yüksek oranda olan oleik asit miktarı örneklerde %9,51-%24,86 arasında değişen miktarlarda olduğu gözlenmiştir. Böceklerin genelinde bu yağ asitinin yüksek olmasının sebebinin oleik asitin böceğin büyümesi ve enerji kaynağı olarak kullanılan bir yağ asiti (Dadd 1973) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

*Magicialada septemdecim* ile yapılan bir çalışmada; ergin erkek ve dişi bireylerin benzer yağ asiti profiline sahip olduğu, doymuş ve doymamış C16 ve C18 yağ asitlerinin dominant olduğu gözlemlenmiştir (Hoback et al. 1999). Bizim çalışmamızda yağ asiti kompozisyonu istatistiksel olarak anlamlı olacak düzeyde eşeye bağlı farklılık gözlenmemiştir. Bulgularımızda dominant yağ asitleri olan oleik ve palmitik asidin yüzdelerinde eşeye bağlı olarak ortaya çıkan bu küçük farklılıklar bu iki dominant yağ asitinin dişi ve erkek bireylerin metabolik aktivitelerindeki farklılıktan kaynaklanmış

olabileceği düşünülmektedir. Oleik asitle ilgili bulgularımızın sonucuna bakarak dişilerde yumurta bırakma evresinde oleik asitin önemli rol oynadığı *T. molitor* dişilerinde ovaryumlarındaki oleik asit miktarının eşeyssel olgunluk döneminde arttığı tespit edilmesiyle gösterilmiştir (Khebbeb et al. 1997). İki cinsiyet arasındaki oleik asit miktarı farkının, oleik asitin dişilerin yumurtlama döneminde oleik asit kullanımlarından kaynaklı olduğu veya oleik asidin bu amaçla linoleik aside dönüştürülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Nurulloğlu et al. 2004). Çalışmamızda *C. orbiculare*'nin dişi ve erkeğinde oleik asit miktarı arasındaki farkın fazla olması bu türün yumurtlama döneminde olduğu için yedek besin olarak oleik asiti kullandığı veya linoleik asite çevirdiğini düşünmekteyiz. Diğer türlerde eşeye bağlı olarak bu yağ asiti kompozisyonunda belirgin farklılık gözlenmemiştir. Bulgularımızda palmitoleik asit (16:1 n-9) baskın olan doymamış yağ asitlerindedir. Bu yağ asiti *Helochares* cinsinin dişilerinde erkeklerinden daha yüksek oranda iken *Coelostoma* cinsinin erklerinde daha yüksek oranda bulunmuştur. En yüksek oranda (%21,06) *Coelostoma orbiculare*'nin erkeğinde saptanmıştır. Bu yağ asitinin birçok böcekte feromon sentezinde önemli rolleri vardır (Stanley-Samuel et al. 1988).

Omurgalı ve omurgasız hayvanlarla yapılan çalışmalarda 16:1 n-7 yağ asitinin genellikle düşük oranda olduğu tespit edilmiştir. Bu bu yağ asitinin diptelerde (Thompson 1973), bazı heteropterlerde (Spike et al. 1991) ve diatomlarda (Kharlamenko et al. 1995) yüksek oranda bulunduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamız da ise 16:1 n-7 oranı düşük bulunmuştur. İncelenen örnekler bu yağ asitini besinini oluşturan alglerden veya 16:0 yağ asitini vücut içerisinde C16:1 n-7'ye dönüştürerek elde edebileceğini düşünmekteyiz. Linoleik asit *Helochares* cinsinde istatistiksel olarak önem arz edecek şekilde yüksek, *Coelostoma* cinsinde bu oran belirgin seviyede düşük bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitlerinden olan bu yağ asidi tarihten günümüze kadar vücut yağını azaltıcı, immüniteyi artırıcı ve antikanser, antidiabetojenik ve antiaterojenik özellikleri gibi insan sağlığı üzerine faydalı etkileri olduğu bildirilmiştir.

Omurgasız ve omurgalı hayvanlar 18:1n-9'e kadar olan yağ asitlerini kendileri sentezlemekte, iki çift bağ içeren 18: 2n-6 yağ asiti ile üç çift bağa içeren 18:3n-3 temel yağ asitlerini de dışardan besinlerle almak zorundadırlar. Besin ile alınan bu temel bileşenlerden de 20:4 n-6 ve 20:5n-3 asitlerini sentezlerler. Özellikle 20:4n-6 ile 20:5n-3



7 yağ asitleri eikosanoidlerden olan prostoglandinler böceklerde üreme ve nodulasyon gibi çok önemli fonksiyonlar üstlenmektedir (Stanley and Howard 1998, Ekin ve Başhan 2010).

18:2n-6 ve 18:3n-3 ile bunların metabolitleri böcek fizyolojisinde önemli rol oynayan eikosanoidlerin öncüllerindendir. Üreme, hücrel bağışıklık ve termoregülasyonun bu eikosanoidlerden etkilendiği bilinmektedir (Bozkuş 2003, Stanley 2006). Bütün canlı gruplarında olduğu gibi böcekler de 18 C'lu çoklu doymamış yağ asitlerini biyokimyasal yollarla 20 C'lu çoklu doymamış yağ asitlerine çevirebilmektedirler (Stanley-Samuelsan et al.1988).

20 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerinden biyolojik öneme sahip olan AA ve EPA sucul böceklerde daha fazla miktarda bulunur (Stanley-Samuelsan et al. 1988). Araşidonik ve eikosapentaenoik asitlerin sucul böceklerde karasal böceklere oranla daha fazla bulunması su ortamına bir adaptasyondur (Stanley-Samuelsan et al. 1988). Bu çalışmada ise 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden araşidonik ve EPA miktarı yüksek olup sırasıyla %3,21-%3,43 olarak tespit edilmiş olup daha önceki çalışmalara paralellik göstermektedir. Bu yağ asitlerinin enfeksiyonlara karşı bağışıklık sağladığı ve hastalık durumlarında organizmayı koruyarak daha dirençli hale getirmektedir (Guo et al 2004). Ayrıca kaynağı besin olan linoleik asitten elongasyon ve desaturasyon sistemi ile sentezlenen araşidonik asit, 20 karbona sahip, 4 çift bağ içeren ve  $\omega 6$  sınıfına giren genellikle bitkilerde bulunmayan bir yağ asitidir. Böcekte araşidonik asitin varlığı böceğin bu asidi sentezleyebildiğini göstermektedir (Çakmak vd. 2005). Çalışmamızda *Helochares* ve *Coelostoma* cinslerinde AA'in birbirine yakın oranlarda bulunduğu bulunmuştur.

Eikosanoid ve prostagladinlerin öncü maddeleri olan linolenik (18:3-n3) asitin yüzde oranının %1,46 ile %5,46 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Bu yağ asiti omnivor böceklerde %1 den daha azdır (Baldus and Mutchmor 1988; Stanley-Samuelsan et al. 1990, 1991). Bu oran bizim çalışmalarımızda %1 den yüksek değerlerde bulunduğu için bu böcek gruplarının omnivor olmasına rağmen fitofag ağırlıklı beslendiğini düşündürdüğü gibi sucul böcekler olmasına da bağlanabilir.

*Helochares* cinsinin doymuş yağ asitleri (DYA) ve tekli doymamış yağ asit (TDYA) yüzdeleri birbirine yakın bulunmuştur. Aynı zamanda iyi bir çoklu doymamış yağ asit kaynağı olduğu tesbit edilmiştir. *Coelostoma* cinsinin ergin bireylerinde ise TDYA oranı DYA'dan yüksek çıkmıştır. Kalyoncu ve Özge (2014), çalışmasında benzer şekilde böceklerin ergin dönemindeki TDYA oranının DYA oranından yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca *Coelostoma* cinsinde ÇDYA oranı erkek bireylerde daha yüksek miktarda gözlemlenmiştir (Tablo 4.4).

İncelenen türler ve cinsler arasında yağ asiti kompozisyonu bakımından farklılıklar olsa da bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Cins, tür ve alt familya düzeyinde yağ asiti kompozisyonun %70'in üzerinde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı türün farklı eşeylerindeki bu kısmi farklılığı toplam lipit ve yağ asitleri metabolizmasının değişen ihtiyaçlara göre düzenlenmesine bağlanabilir. Bağışıklık sisteminin güçlenmesinde, beyin gelişiminde ve koroner kalp hastalıklarının önlenmesinde omega yağ asitlerinden olan omega 3 (alfa-linolenik asit), omega 6 (linoleik asit) ve omega 9 (oleik asit) önemli rol oynamaktadır. İncelenen böcek grubu bataklık ve sulak alanlarda yaşadıkları için besinlerini bataklıktaki organik bileşiklerden temin etmektedir. Bu durumda besini organik atık olan ve ürünü omega-3, omega-6 ve omega-9 olan bir canlının endüstriyel düzeyde omega kaynağı olarak kullanımına yönelik çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, Hydophilidae familyasından *Coelostoma transcaspicum*, *Coelostoma orbiculare*, *Helochares lividus* ve *Helochares obscurus* türlerinin yağ asitleri bileşenlerinin bu cinsler ve türlerin sistematğinde kullanılabilecek önemli bir biyokimyasal parametre olamayacağı sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

Ali I, Steele JE (1997). Evidence that free fatty acids in trophocytes of *Periplaneta americana* fat body may be regulated by the activity of phospholipase A2 and cyclooxygenase. *Insect Biochemistry Molecular Biology* 27: 681-692

Aktümsek A, Aksoylar MY (1996) *Yponomeuta malinellus* Zell. (Lepidoptera: Yponomeutidae) Üzerinde Yetişen iki Hymenopter Parazitoid Tür, *Monodontomerus aereus* Walker (Torymidae) ve *Ageniaspis fuscicollis* Dalman (Encyrtidae)'in Yağ Asidi Bileşimleri. Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 13: 13-19

Aktümsek A, Ateş A (1996) *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae)'in Larva, Pup ve Erginlerinin Yağ Asidi Bileşimleri. Selçuk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 13: 72-78

Aktümsek A (1996) Parazitoid *Itopectis maculator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'un Yağ Asidi Bileşimine Konak ve Eşey Farklılığının Etkisi. *Turkish Journal of Zoology* 20:7-10

Aktümsek A, Nurullahoğlu ZÜ, Kalyoncu L (1997) Düşük sıcaklığın *Dibrachys boarmiae* (Walker) (Hymenoptera:Pteromalidae) Dişi Puplarının Total Yağ Asidi Bileşimine Etkileri. *Turkish Journal of Zoology* 21: 223-227

Aktümsek A, Nurullahoğlu ZÜ, Kalyoncu L (2000a) *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) Larva ve Pupunun Yağ Asidi Bileşimi. Selçuk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 17: 29-32

Aktümsek A, Nurullohoğlu ZÜ, Kalyoncu L, Ateş A, (2000b) *Lissonota lineolator* Aub. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Erginlerinin Yağ Asidi Bileşimi. Selçuk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 1: 95-98

Angus RB (1992) Süsswasserfauna von Mitteleuropa (Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae: Helophorinae), Gustav Fischer Verlag Jena 144

Baldus TJ , Mutchmor JA (1988) The effects of acclimation and post-treatment temperature on the toxicity of allethrin to the American cockroach, *Periplaneta americana*. Comp. Biochem. Physiol. 89C 403-407

Başhan M (1996) Effect of various diets on the total lipid compositions the black cricket *Melanogryllus desertus* Pall, Turkish Journal of Zoology 20: 376-379

Başhan M (1998) *Melanogryllus Desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae)'un Fosfolipid ve Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bilesimi, Turkey Journal of Biology 22: 323-330

Beenackers AMT, Van der Horst DJ, Van Marrewijk JA (1985) Insect lipids and lipoproteins and their role in physiological processes. Prog. Lipid Res. 24: 19- 67

Bracken GK, Barlow JS (1967) Fatty Acid Composition of *Exeristes comstockii* (Cress) Reared on Different Hosts. Canadian Journal of Zoology 45: 57-61

Bozkuş K (2003) Phospholipid and Triacylglycerol Fatty Acid Compositions from Various Development Stages of *Melanogryllus desertus*. Tr. J. Biol. 27: 73-78

Burr GO, Burr MM (1929) A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. Biol. Chem. 82: 345-367

Bursell E, Clements AN (1967) The Cuticular Lipids of the Larva of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera). Journal of Insect Physiology 13: 1671-1678

Canavoso LE, Jouni ZE, Karnas KJ, Pennington JE, Wells MA (2001) Fat metabolism in insects. Ann. Rev. Nutr. 21: 23-46

Candy DJ, Kilby BA. 1975. Insect Biochemistry and Function. Chapman and Hall, London UK.

Christie WW (1992) Preparation of fatty acid methyl esters. Inform. 3: 1031–1034

Cohen AC (1990) Fatty acid distributions as related to adult age, sex and diet in the phytophagous Heteropteran, *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) Journal of Entomological Science 25(1): 75-84

Çakmak Ö, Başhan M, Bolu H (2005) *Monosteira lobulifera* Reut. (Heteroptera: Tingidae)' nın Fosfolipid ve Triaçilgliserol Fraksiyonundaki Yağ Asidi Bileşimi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 17: 637- 643

Çakmak Ö, Başhan M, Satar A, (2007) Total Fatty Acid Composition of *Lertha sheppardi* (Neuroptera: Nemopteridae) During Its Main Life Stages. Biologia 62: 774-780

Çakmak Ö (2010) Seasonal Changes in Fatty Acid Composition of *Eysarcoris inconspicuous* (Herrich-Schaffer, 1844) (Heteroptera: Pentatomidae) Adults. Türkiye Entomoloji Dergisi 34:15-27

Dadd RH (1973) Insect Nutrition: Current Development and Metabolic Implications. Annual Review of Entomology 18, 381-420

Demirsoy A (1997) Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/Böcekler, Entomoloji Cilt II/Kısım II, Beşinci Baskı. Meteksan Matbaacılık Ankara, 1-941

Downer RGH, Matthews JR (1976) Patterns of lipid distribution and utilization in insects. Am. Zool. 16: 733-745

Downer RGH (1985) Lipid metabolism. In: Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology (ed. Kerkut GA, Gilbert LI), Vol. 10, Pergamon, Oxford England

Ekin İ, Başhan M (2009) Dicle Nehri'nden toplanan tatlısu midyesi (*Unio elongatulus*, Bourguignat, 1860) 'nın nötral lipit, fosfolipit ve toplam lipit yağ asiti kompozisyonu. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2: 77-84

Fikáček M, Gentili E, Short AEZ (2010) Order Coleoptera, family Hydrophilidae. Arthropod fauna of the UAE 3: 135-165

Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH (1957) A Simple Method for the Isolation and Purification of total Lipids from Animal Tissues, *Journal of Biological Chemistry* 226: 497-509

Footitt GR, Adler PH (2009) *Insect Biodiversity: Science and Society* Blackwell Publishing Ltd.

Gilbert LI (1967) Lipid metabolism and function in insect, *Advances in Insect Physiology* 4: 69-211

Gilby AR (1965) Lipids and Their Metabolism In Insects, *Annual Review of Entomology* 10: 141-160

Grapes M, Whiting P, Dinan L (1989) Fatty Acid and Lipid Analysis of the House Cricket, *Acheta domestica*. *Insect Biochemistry* 19: 767-774

Grau PA, Terriere CL, (1971) Fatty Acid Profile of the Cabbage Looper *Trichoplusia ni* and the Effect of Diet and Rearing Conditions. *Journal of Insect Physiology* 17: 1637-1639

Gurr MI, Harwood JL (1991) *Lipid Biochemistry* London

Guo Y, Shiyong C, Xia Z, Yuan J (2004) Effects of Different Types of Polyunsaturated Fatty Acids on Immune Function and PGE2 Synthesis By Peripheral Blood Leukocytes of Laying Hens. *Animal Feed Science and Technology* 116: 249-258

Halver JE (1972) *Fish Nutrition*. Academic Press. Inc. 111 Fifth Avenue, New York p 713

Hansen M (1987) The Hydrophilidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Ent. Scand* 18: 1-253

Hansen M (1991) The Hydrophiloid Beetles. Phylogeny, Classification and A Revision Of the Genera (Coleoptera, Hydrophiloidea). *Biologiske Skrifter* 40, The Royal Danish Academy of Science and Letters 1-368

Hara A, Radin NS (1978) Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent, *Anal. Biochem* 90: 420-426

Hoback WW, Rana RL, Stanley DW (1999) Fatty Acid Compositions of Phospholipids and Triacylglycerols of Selected Tissues, and Fatty Acid Biosynthesis in Adult Periodical Cicadas, *Megicicada septemdecim*. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 122: 355-362

Hoşsu B, Korkut AY, Fırat A (2001) Fish Nutrition and Food Technology I (in turkish). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 50 İzmir

House HL, Riodan DF, Barlow JS (1958) Effects of Thermal Conditioning and of Degree of Saturation of Dietary Lipids on Resistance of an Insect to a High Temperature. Canadian Journal of Zoology 36: 629-632

Howard RW, Lord JC (2003) Cuticular Lipids of the Booklouse, *Liposcelis bostrychophila*: Hydrocarbons, Aldehydes, Fatty Acids and Fatty Acid Amides. Journal of Chemical Ecology 29: 615-627

Kalyoncu L, Özge S (2014). *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera:Pyralidae)' nin Farklı Gelişim Evrelerinin Yağ Asidi Bileşimi SUFEFD 38: 10-18

Khani A, Moharramipour S, Barzegar M, Naderi-Manesh H (2007) Comparison of Fatty Acids Composition in Total Lipid of Diapause and Non-diapause Larvae of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). The Authors Insect Science 14: 125-131

Kharlamenko VI, Zhukova NV, Khotimchenko SV, Svetashev VI, Kamenev GM (1995) Fatty acids as markers of food sources in a shallow water hydrothermal ecosystem (Kraternaya Bight, Yankich Island, Kurile Islands), Mar. Ecol. Prog. Ser. 120: 231-241

Khebbeb MEH, Delachambre J, Soltani N (1997) Lipid Metabolism During the Sexual Maturation of the Mealworm (*Tenebrio molitor*): Effect of Ingested Diflubenzuron. Pest. Biochem. Physiol. 58: 209-217

Lovell T (1998) Nutrition and Feeding of Fish, Second Edition, Auburn University Alabama 115-116

Nurulloğlu ZÜ, Kalyoncu L (2000) Düşük Sıcaklığın *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) Puplarının Total Lipid ve Total Yağ Asidi Yüzdelerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 1: 91-93

Nurullohoğlu ZÜ (2003) *Achroia grisella* F. (Lepidoptera: Pyralidae) Larva ve Pupunun Yağ Asidi Bileşimi. Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakóltesi Fen Dergisi 21: 75-78

Nurullohoğlu ZÜ, Uçkan F, Sak O, Ergin E (2004) Total Lipid and Fatty Acid Composition of *Apanteles galleria* and Its Parasitized Host. Annals of the Entomological Society of America 97: 1000-1006

Salman S (2009) Omurgasız Hayvanlar Biyoloğisi. Palme Yayınları 501, Ankara.

Sarı M, Çakmak MN (1996) Fish Nutrition (in turkish). Fırat Üniversitesi Yayın No:37, Elazığ

Seven E (2004) *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larva ve Pupunun Total Lipid, Total Yağ Asidi ve Yağ Asidi Bileşimi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi s. 25, Konya

Short AEZ, Fikáček M (2013) Molecular phylogeny, evolution and classification of the Hydrophilidae (Coleoptera). Syst. Ent. 38: 723-752

Shin, Byung-Sik, Choi RN, Lee C (2001) Effects of Cadmium on Total Lipid Content and Fatty Acids of the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella*. Korean Journal of Ecology 24: 349-352

Spike BP, Wright RJ, Danielson SD, Stanley-Samuelson DW (1991) The fatty acid compositions of phospholipids and triacylglycerols, from two chinch bug species *Blissus leucopterus leucopterus* and *B. iowensis* (Insecta; Hemiptera; Lygaeidae) are similar to the characteristic dipteran pattern, Comp. Biochem. Physiol 99B: 799-802

Stanley DW (2000) Eicosanoids in Invertebrate Signal Transduction Systems. Princeton University Press, Princeton, N.J. pp. 277

Stanley DW (2006) Prostaglandins and Other Eicosanoids in Insects: Biological Significance. Annu.Rev.Entomol 51: 25-44

Stanley DW, Howard RW (1998) The biology of prostaglandins and related eicosanoids in invertebrates: cellular, organismal and ecological actions. Am Zool 38: 369-381



Stanley-Samuelson DW, Dadd RH (1983) Long-chain polyunsaturated fatty acids: Patterns of occurrence in insects. *Insect Biochem.* 13: 549-558

Stanley-Samuelson DW, Jurenka RA, Cripps C, Blomquist GJ, DeRenobles M (1988) Fatty acids in insects: composition, metabolism, and biological significance. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 9: 1-33

Stanley-Samuelson DW, Jurenka RA, Cripps C, Blomquist GJ, Renobales M (1988) Fatty acids in insect composition, metabolism, and biological significance. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 9: 1-33

Stanley-Samuelson DW, Jenson E, Nickerson KW, Tiebel K, Ogg CL, Howard RW (1991) Insect immune response to bacterial infection is mediated by eicosanoids, *Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A.* 88: 1064-1068

Stanley-Samuelson DW, Howard RW Toolson EC (1990) Phospholipid fatty acid composition and arachidonic acid uptake and metabolism by the cicada *Tibicen dealbatus* (Homoptera: Cicadidae), *Comp. Biochem. Physiol.* 77B: 285-289

Stanley DW, Miller JS (1998). Eicosanoids in animal reproduction: what can we learn from invertebrates? *Eicosanoids and related compounds in plants and animals.* Portland Press 183-196

Tanaka T, Ikita K, Ashida T, Motoyama Y, Yamaguchi Y, Satauchi K, (1996). Effects of Growth Temperature on the Fatty Acid Composition of the Free-Living Nematode *Caenorhabditis elegans*. *Lipids* 31: 1173-1178

Taşkın D, Aksoylar MY (2010) *Tenebrio molitor* Larva ve Pupunun Yaş Ağırlık, Total Lipid, Total Yağ Asidi Değerleri. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, Denizli 204- 205

Thompson SN (1973) A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of seven insect orders. *Comp. Biochem. Physiol.* 45B: 467-482

Thompson SN (1979) The effect of dietary carbohydrate on larval development and lipogenesis in the parasite, *Exeristes roborator* (Fabricius) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Parasitology* 65: 849-854

Thompson SN, Barlow JS (1970). The Change in Fatty Acid Pattern of *Itopectis conquisitor* Reared on Different Hosts. *The Journal of Parasitology* 56: 845- 846

Thompson AC, Davis FM, Henson RD, Gueldner RC, Hedin PA, Henderson CA (1973) Lipids and Fatty Acids of the Southwestern Corn Borer, *Diatraea grandiosella*. Journal of Insect Physiology 19: 1817-1823

Thompson, SN, Barlow JS (1974) The Fatty Acid Composition of Parasitic Hymenoptera and Its Biological Significance. Annals of the Entomological Society of America 67: 627-632

Uçkan F, Gülel A (2001) The Effects of Cold Storage on the Adult Longevity, Fecundity and Sex Ratio of *Apanteles galleria* Wilkinson (Hym.: Braconidae). Turkish Journal of Zoology 25: 187-191

Uçkan F, Nurulloğlu ZÜ, Sak O, Öztürk R (2009). *Apanteles galleria* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) ve Parazitlemiş Konağı *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)'nın Toplam Lipid ve Yağ Asidi Bileşimleri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 2: 89-95

URL-1: (<https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/helobskm.htm>), En son erişim tarihi, 08 Haziran 2016

URL-2: (<https://www.kaefer-der-welt.de/helochares.htm>), En son erişim tarihi, 08 Haziran 2016

URL-3: (<https://www.kaefer-der-welt.de/coelostoma.htm>), En son erişim tarihi, 08 Haziran 2016

Üstüner P, Kalyoncu L, Aktümsek A (2010) Besinin *Plodia interpunctella* (Hübner) (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

Wakayama EJ, Dillwith JE, Blomquist, GJ., 1980. In vitro biosynthesis of prostaglandins in the reproductive tissues of the male house fly *Musca domestica* (L.), American Zoologist 20: 904

Yenice H (2005) Düşük Sıcaklığın *Achroia grisella* (F.) (Lepidoptera:Pyralidae)'nın Total Lipid, Total Yağ Asidi ve Yağ Asidi Bileşimine Etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Konya, s.25

Ziegler R, Antwerpen RV (2006) Lipid Uptake by Insect Oocytes. Insect Biochem. Mol. Biol. 36: 264-272