

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE YAYILIŞ
GÖSTEREN NEUROPTERA (=PLANIPENNIA) ORDOSUNA
AİT BAZI TÜRLERİN YAĞ ASİTLERİ
KOMPOZİSYONU**

Özlem ÇAKMAK

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

HAZİRAN-2006

T.C
DİCLE UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DIYARBAKIR

Özlem ÇAKMAK tarafından yapılan “Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Yayılış Gösteren Neuroptera (=Planipennia) Ordosuna Ait Bazı Türlerin Yağ Asitleri Kompozisyonu” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Prof.Dr. İskender EMRE *I. Emre*

Üye : Prof.Dr. Kadri BALCI *Kadri Balci*

Üye : Prof.Dr. Hasan AKBAYIN *Hasan Akbayin*

Üye : Prof.Dr. Mehmet BAŞHAN *Mehmet Başhan*

Üye : Prof.Dr. Cengizhan ÖZBAY *Cengizhan Özbay*

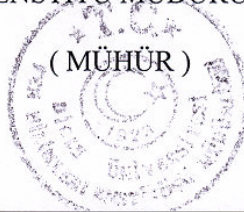
Tez Savunma Sınavı Tarihi: 09/06/2006

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

18/07/2006
N. Pirinçcioğlu
Prof. Dr. Necmettin PİRİNÇÇİOĞLU

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)



TEŐEKKÜR

Bu araştırma konusunu bana Doktora Tezi olarak veren, laboratuvar çalışmaları ve tezimin hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım, Sayın Prof. Dr. Mehmet BAŞHAN'a içtenlikle teŐekkür ederim.

Tez izleme komitesinde görev alarak çalışmalarımnda yol gÖsteren Prof. Dr. Hasan AKBAYIN ve Prof. Dr. Kadri BALCI'ya; tÖrlerin teşhis edilmesinde ve arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ali SATAR'a, çalışma için uygun Şartları temin eden Fen-Edebiyat FakÖltesi Dekanlığına, laboratuvar çalışmalarımnda ve analizlerin yapılmasında yardımda bulunan Semra KAÇAR'a, DÖAPK-03-FF-02 nolu proje ile maddi katkı sağlayarak yardımda bulunan Dicle Öniversitesi Araştırma Fonu yetkililerine ve arazi çalışmalarım sırasında yardımcı olan sevgili eŐime ve bana sabır gÖsteren anneme ve çocuklarıma teŐekkÖrÖ bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TABLolar LİSTESİ.....	i
ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
AMAÇ.....	iv
ÖZET.....	v
SUMMARY	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. GENEL BİLGİLER.....	9
3.1. Lipitlerin Tanımı	9
3.2. Lipitlerin Önemi.....	9
3.3. Yağ Asitleri	9
3.3.1. Doymuş Yağ Asitleri.....	10
3.3.2. Tek Doymamış Yağ Asitleri	11
3.3.3. Aşırı Doymamış Yağ Asitleri.....	12
3.3.4. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmesi	12
3.3.5. Yağ Asitlerinin Dizgilenmesi.....	13
3.3.6. Desaturasyon ve Elongasyon	14
3.3.7. Yağ Asitlerinin Fiziksel Özellikleri	15
3.3.8. Yağ Asitlerinin Kimyasal Özellikleri.....	17
3.4. Lipitlerin Sınıflandırılması.....	18
3.4.1. Sabunlaşabilen Lipitler.....	19
3.4.1.1. Trigliseridler.....	19
3.4.1.2. Fosfolipitler	20
3.4.1.3. Sfingolipitler.....	21
3.4.1.4. Ester Tipi Muımlar	23
3.4.2. Sabunlaşamayan Lipitler	23
3.4.2.1. Terpenler	23
3.4.2.2. Steroidler	24
3.4.2.3. Prostaglandinler.....	25
3.5. Esansiyel Yağ Asitleri.....	25
3.5.1. Eikosanoımler.....	26
3.5.1.1. Omurgalılarda Eikosanoımlerin Önemi	26
3.5.1.1.1. Omurgalılarda Prostaglandin.....	26
3.5.1.1.2. Lökotrien	28
3.5.1.1.3. Tromboksan.....	29
3.5.1.2. Omurgasızlarda Eikosanoımlerin Önemi	29
3.6. Böcek Fizyolojisinde Lipitler.....	31
3.6.1. Böcek Fizyolojisinde Lipitlerin Önemi.....	31
3.6.1.1. Muımlarda Yağ Asitlerinin Rolü.....	32
3.6.1.2. Feromenlerde Yağ Asitlerinin Rolü	32
3.6.1.3. Savunma Salgılarında Yağ Asitlerinin Rolü	32
3.6.1.4. Kolesterolün Yapımında Yağ Asitlerinin Rolü.....	33
3.6.2. Böcek Fizyolojisinde Eikosanoımlerin Önemi.....	33
3.6.3. Böceklerde Aşırı Doymamış Yağ Asitlerinin Biyosentezi	36
3.6.4. Böceklerde Lipitlerin Hidrolizi, Emilimi ve Taşınımı	39
3.6.5. Yağ Depolama ve Mobilizasyon.....	39
3.7. Neuroptera (Sinirkanatlılar) Ordosunun Genel Özellikleri.....	41
3.7.1. Böceklerin Sistemattikteki Yeri	44

3.8. Çalışma Alanının Genel Özellikleri	46
3.8.1. Arazinin Yapısı	48
3.8.2. İklim Şartı	47
3.8.3. Doğal Bitki Örtüsü	48
4. MATERYAL VE YÖNTEM	50
4.1. Materyalin Araziden Toplanması	50
4.1.1. Böceklerin Araştırma Sahasındaki Yayılışı	50
4.2. Teşhis ve Değerlendirme	57
4.3. Yağ Asidi Analizi	58
4.3.1. Yağ Asidi Analizi İçin Örneklerin Hazırlanması	58
4.3.2. Total Lipitlerin Fraksiyonlandırılması ve Yağ Asidi Metil Esterlerinin Elde Edilmesi	58
4.3.3. Kromatografi Koşulları	60
4.3.3.1. Gaz kromatografi koşulları	60
4.3.3.2. Gaz kromatografi-kütle spektrumu koşulları	61
4.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	61
5. BULGULAR	62
5.1. Chrysopidae familyasına ait <i>Chrysoperla carnea</i> 'nin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin yüzde dağılımı	62
5.2. Myrmeleontidae familyasının Myrmeleoninae subfamilyasına ait <i>Distoleon tetragrammicus</i> , <i>Distoleon curdicus</i> , <i>Acanthaclisis occitanica</i> , <i>Myrmecaelurus trigrammus</i> ve <i>Creleon plumbeus</i> türlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği	62
5.3. Myrmeleontidae familyasının Palparinae subfamilyasına ait <i>Palpares libelluloides</i> türünün erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği	63
5.4. Nemopteridae familyasından <i>Lertha extense</i> türüne ait erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği	64
5.5. <i>Myrmeleon inconspicuus</i> , <i>Myrmecaelurus maior</i> , <i>Cueta lineosa</i> ve <i>Macronemurus amoenus</i> türlerine ait larva ve ergin bireylerin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği	64
5.6. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin gelişim evreleri olan yumurta, larva, pupa, ergin dişi ve ergin erkek bireylerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri	65
5.7. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin vücut bölümlerinden olan baş, toraks ve abdomenin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği	66
5.8. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin dişi ve erkek ergin bireylerine ait fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan Umbellifer bitkisinin yağ asidi kompozisyonu	68
5.9. <i>Macronemurus amoenus</i> türüne ait bireylerin fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol ve triaçilgliserol gibi çeşitli fraksiyonlardaki yağ asidi içerikleri	68
6. TARTIŞMA	69
7. KAYNAKLAR	82
EKLER	95
8. ÖZGEÇMİŞ	133

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa no
Tablo 1. Doymuş yağ asitleri.....	11
Tablo 2. Tek doymamış yağ asitleri.....	12
Tablo 3. Aşırı doymamış yağ asitleri.....	12
Tablo 4: Doymamış Yağ Asitlerinin Omega-Sınıflandırması.....	14
Tablo 5. Lipitlerin Sınıflandırılması.....	18
Tablo 6. Linoleik asit sentezi yapan böcek türleri.....	38
Tablo 7. Chrysopidae familyasına ait <i>Chrysoperla carnea</i> 'nin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin yüzde dağılımı.....	96
Tablo 8. <i>Distoleon tetragrammicus</i> , <i>Distoleon curdicus</i> , <i>Acanthaclisis occitanica</i> , <i>Myrmecaelurus trigrammus</i> ve <i>Creleon plumbeus</i> türlerine ait bireylerin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.....	97
Tablo 9. <i>Distoleon tetragrammicus</i> , <i>Distoleon curdicus</i> , <i>Acanthaclisis occitanica</i> , <i>Myrmecaelurus trigrammus</i> ve <i>Creleon plumbeus</i> türlerine ait bireylerin triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.....	98
Tablo 10. Myrmeleontidae familyasının Palparinae subfamilyasına ait <i>Palpares libelluloides</i> türünün erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.....	99
Tablo 11. Nemopteridae familyasından <i>Lertha extensa</i> türüne ait erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki asidi içeriği.....	100
Tablo 12 <i>Myrmeleon inconspicuus</i> , <i>Myrmecaelurus maior</i> , <i>Cueta lineosa</i> ve <i>Macronemurus amoenus</i> türlerine ait larva ve ergin bireylerin fosfolipit yağ asidi içeriği.....	101
Tablo 13 <i>Myrmeleon inconspicuus</i> , <i>Myrmecaelurus maior</i> , <i>Cueta lineosa</i> ve <i>Macronemurus amoenus</i> türlerine ait larva ve ergin bireylerin triaçilgliserol yağ asidi içeriği.....	102
Tablo 14. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin gelişim evreleri olan yumurta, larva, pupa, ergin dişi ve ergin erkek bireylerin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.....	103
Tablo 15. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin gelişim evreleri olan yumurta, larva, pupa, ergin dişi ve ergin erkek bireylerin triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.....	104
Tablo 16. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin vücut bölümlerinden olan baş, toraks ve abdomenin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.....	105
Tablo 17. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin vücut bölümlerinden olan baş, toraks ve abdomenin triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.....	106

Tablo 18. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin diři bireyelerine ait vücut bölümlerinden olan baş, toraks ve abdomenin fosfolipit ve triačilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması.....	107
Tablo 19. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin erkek bireyelerine ait vücut bölümlerinden olan baş, toraks ve abdomenin fosfolipit ve triačilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması.....	108
Tablo 20. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin dişi ve erkek bireyelerine ait fosfolipit yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan <i>Pimpinella kotschyana</i> bitkisinin yağ asidi kompozisyonu.....	109
Tablo 21. <i>Lertha sheppardi</i> 'nin diři ve erkek bireyelerine ait triačilgliserol yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan <i>Pimpinella kotschyana</i> bitkisinin yağ asidi kompozisyonu.....	110
Tablo 22. <i>Macronemurus amoenus</i> türüne ait bireyelerin fosfolipit, monoačilgliserol, diačilgliserol ve triačilgliserol gibi çeşitli fraksiyonlardaki yağ asidi içerikleri.....	111

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa no
Şekil 1. Δ^4 , Δ^5 , Δ^6 desaturaz enzimlerini içeren aşırı doymamış yağ asitlerinin dönüşümü...	15
Şekil 2. Bitki ve hayvanlarda meydana gelen desaturaz reaksiyonları.....	36
Şekil 3. A. <i>Periplaneta americana</i> ve <i>Teleogryllus commodus</i> 'ta asetattan aşırı doymamış yağ asitlerinin sentez yolu	
B. <i>Galleria mellonella</i> 'da 18:3n-3'ten elongasyon/saturasyon yöntemi ile 20:5n-3'ün sentez yolu	37
Şekil 4. Yağ doku tarafından üretilen Düşük Yoğunluklu Lipoforinin (LDLp), diaçilgliserolü (DAG) uçma kasına taşınması modeli.....	40
Şekil 5. Bir neuropter erginin genel vücut şekli.....	113
Şekil 6. İnce tabaka kromatografisi ile başlıca lipit sınıflarının birbirinden ayrılmaları.....	60
Şekil 7. Gaz kromatografi cihazından elde edilen bir kromatogram örneği.....	114
Şekil 8. <i>Disteleon curdicus</i> bireylerinin fosfolipit fraksiyonundaki eikosatetraenoik asit metil esterinin (C20:4n-6) kütle spektrumu.....	116
Şekil 9. <i>Myrmecaelurus maior</i> ergin bireylerinin fosfolipit fraksiyonundaki eikosapentaenoik asit metil esterinin (20:5n-3) kütle spektrumu.....	117
Şekil 10. <i>Chrysopela carnea</i> cinsine ait ergin bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonundaki nonanoik asit metil esterinin (C9:0) kütle spektrumu.....	118
Şekil 11. <i>Disteleon tetragramicus</i> 'un ergin bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonundaki heptadekanoik asit metil esterini (C17:0) kütle spektrumu.....	119
Şekil 12. <i>Chrysoperla carnea</i> cinsine ait bireylerin triaçilgliserol fraksiyonundaki pentadekanoik asit metil esterinin (15:0) kütle spektrumu.....	120

AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinde detaylı bir arazi çalışması yaparak bölgenin Neuroptera faunasına ait böcekleri toplayıp, bu böceklerin total vücut lipitlerini, fosfolipit ve triaçilgliserol olarak fraksiyonladıktan sonra, bu fraksiyonlardaki yağ asidi kompozisyonunu tespit etmektir. Ayrıca, böceklerin gelişim evrelerinin, beslenmelerinin ve cinsiyetlerinin yağ asit kompozisyonundaki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Elde edilen veriler, diğer böcek türleri ile karşılaştırılarak böceklerin lipit metabolizmasının bir bölümünün aydınlatmasına çalışılmıştır.

ÖZET

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Siirt Şanlıurfa ve Şırnak illerinde nisan-ekim ayları arasında üç yıl süreyle (2003, 2004 ve 2005) yürütülmüştür. Bu çalışma alanında Neuroptera ordosundan 3 familyaya ait 13 tür saptanmıştır.

Neuroptera ordosundan 3 familyaya ait 13 türün fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonları gaz kromatografi-kütle spekturumu ile analizlenmiştir. Ayrıca, yağ asidi yüzde dağılımına cinsiyetin, gelişim evrelerinin, vücut bölümlerinin ve besinin etkisi araştırıldı.

Analizlenen böceklerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarında palmitik, oleik ve linoleik asitler yüzde dağılımında en fazla miktarda bulundular.

Eikosanoidlerin öncül maddesi olan eikosatrienoik, arakidonik ve eikosapentaenoik asitler az miktarda da olsa, her iki fraksiyonunda da tespit edildi. Bununla beraber, analizlerde nonanoik, tridekanoik, pentadekanoik, heptadekanoik, trikosanoik, pentakosanoik gibi tek karbonlu yağ asitleri de tespit edildi.

Ergin dişi ve erkek böceklerin yağ asidi profilleri benzerlik sergiledi.

Yumurta, larva, pupa, dişi ve erkek ergin birey gibi değişik gelişim evrelerinde yağ asitlerinde artma ve azalmalar kaydedildi. Fosfolipit fraksiyonunda larva evresine göre ergin böceklerde oleik ve linolenik asitlerin arttığı, fakat buna karşın palmitik asidin azaldığı saptandı.

Ergin erkek ve dişi böceklerin vücut bölümlerinin (baş, toraks, abdomen) fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi dağılımı belirlendi. Toplam aşırı doymamış yağ asidi miktarı toraksta baskın olarak bulundu.

Doğal besinin, böceklerin yağ asidi dağılımına önemli bir etkide bulunmadığı, böceklerin özellikle triaçilgliserol fraksiyonunda yüksek değerlerde bulunan linolenik asitin besinde düşük değerlerde olduğu saptandı.

Macronemurus amoenus'a ait fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol ve triaçilgliserol gibi çeşitli lipit sınıflarının yağ asidi kompozisyonu analizlendi. Monoaçilgliserol ve diaçilgliserol fraksiyonlarında en aktif sentezlenen yağ asidinin palmitik asit olduğu belirlendi.

SUMMARY

This study was carried out between april-october during the three years of research (2003, 2004, and 2005) in Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Siirt, Şanlıurfa and Şırnak provinces in the South-East of Turkey. In this research areas, 13 species which belong to 3 families of Neuroptera order were found.

Fatty acid composition of phospholipid and triacylglycerol fractions of thirteen species insect which belong to three families of Neuroptera order were analysed by gas chromatography-mass spectrum methods. Also, we researched the effect of sex, development stages, body segment and diet on percentages of fatty acids of insects.

The analysis of fatty acid composition of insects showed that palmitic, oleic and linoleic acids were found to be major fatty acids in phospholipid and triacylglycerol fractions.

Trace amounts of eicosanoid precursor eicosatrienoic, arachidonic and eicosapentaenoic acids were detected in both fractions. In addition, our analyses showed the presence of odd-chain fatty acids such as nonanoic, tridecanoic, pentadecanoic heptadecanoic, trikosanoic, pentacosanoic.

Adult males and females yielded similar fatty acid profiles.

There was an increase and decrease in fatty acids at different development stages such as egg, larvae, pupa and adults of males and females insects. In phospholipid fraction, oleic and linolenic acids increased in adult insects compared to larvae stages, whereas palmitic acid decreased.

Fatty acid compositions of phospholipids and triacylglycerols prepared from selected body segments (head, thorax and abdomen) of male and female adults insects were determined. Total polyunsaturated fatty acids were predominant component in male thorax segment.

Food did not change the profile of fatty acid of both insects. There was no any relationship between high levels of linolenic acid in adult insects and food ingested.

The fatty acid composition of various lipid classes such as phospholipids, monoacylglycerol, diacylglycerol and triacylglycerols of *Macronemurus amoenus* were analyzed. In the monoacylglycerol and diacylglycerol fractions, palmitic acid was actively biosynthesized fatty acid.

1. GİRİŞ

Gezegennemizde en fazla bulunan hayvan türü böceklerdir. Yaklaşık 1 milyon türü vardır. Çoğu insan, böcekleri hastalık aktaran zararlılar yada tarımsal ürünleri tüketen canlılar olarak kabul etmiştir. Gerçekte, 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 ortadan kaldırılmasında da rol oynarlar (DEFOLIART, 1999).

Böceklerin tür ve birey sayısı bakımından fazla oluşları, hayat evrelerinin kısa ve fazla sayıda döl vermeleri, bazı gruplarda sosyal organizasyon derecesinin yüksek oluşu bu sınıfı biyolojik ve fizyolojik çalışmalar için çok uygun bir materyal haline getirmektedir.

Böcekler, biyolojinin genelini anlamamızı kolaylaştıran modeller olarak 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. Hücre ve organel zarlarının yapısına girerler. Biyolojik enerji için depo ve transfer maddesi olarak kullanılırlar. İkincil habercilerin, prostaglandinlerin, tromboksan ve lökotrien gibi biyolojik bakımdan aktif bileşikler olan eikosanoidlerin öncül maddeleri olarak iş görürler. Böceklerde bu işlevlere ek olarak, mumların ve feromenlerin biyosentezinde öncül olan yağ asitleri, aynı zamanda korunma salgılarının bileşenlerini oluştururlar (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1988).

Omurgalı ve omurgasız hayvanlarda davranış, üreme ve taşıma fizyolojisinde aracı madde olarak iş gören eikosanoidlerin (STANLEY-SAMUELSON, 1987, 1991, 1993, 1994, KERKHOVE ve ark., 1994), son zamanlarda yapılan çalışmalarda, böceklerde bakteriyel enfeksiyonlara karşı hücresel bağışık yanıtın oluşmasına da katkıda buldukları saptanmıştır (HOBACK ve ark., 1999; TUNAZ ve ark., 1999; MILLER ve ark., 1999).

Biyolojik bakımdan aktif maddeler olan eikosanoitlerin ve prostaglandinlerin öncül maddelerinin 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin oluşu; böcek fizyolojisinde yağ asitlerinin analizi ile ilgili çalışmaların önem kazanmasını sağlamıştır (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1991)

Ülkemizin fauna ve flora yönünden zengin olmasının nedeni, değişik topoğrafik yapıya sahip olmasına bağlıdır. Bu özelliğine rağmen faunistik, sistematik ve ekolojik çalışmalar yeterince yapılmamıştır.

Neuroptera ilk defa Linnaeus tarafından 1758'de takım olarak tanımlanmıştır. Bu ilk tanımlamada Neuroptera takımı Megaloptera ve Planipennia gruplarını içerir (DEMİRİSOY, 1990). Daha sonra araştırmacılar Neuroptera takımını Planipennia, Megaloptera ve Raphidiodidea olmak üzere üç ayrı takıma ayırmışlar, bazı araştırmacılar ise bu üç takımı Neuropteroidea üst takımı altında birleştirmişlerdir (ASPÖCK ve ark., 1980). Neuropterler sık vejetasyona sahip yerlerden, seyrek vejetasyona sahip kurak yerlere kadar geniş bir yayılım alanına sahiptirler. Yaklaşık 2000 metre yükseklikte bile buldukları tespit edilmiştir (STANGE ve WANG, 1998).

Erginleri nisan'dan ekim ayına kadar görülürler. Kışı kural olarak kokon içinde pup, nadiren larva yada ergin olarak geçirirler, fakat hiç bir zaman yumurta halinde geçirmezler (ASPÖCK ve ark., 1980; ŞENGONCA, 1980, 1981a ve b; DEMİRİSOY, 1990).

Kuşlar, yarasalar, örümcekler, yırtıcı böcekler ve hatta ırkdaşları doğal avcılarıdır. Neuropterlerin bir kısmı (Chrysopidae, Hemerobidae, Coniopterygidae, Myrmeleonidae) yaprak bitlerini, böcek larvalarını ve akarları yerler. Bu nedenle biyolojik mücadelede oldukça önemli bir yere sahiptirler (STANGE ve WANG, 1998).

Çalışma materyali olarak Neuroptera takımına ait böcekler ile ilgili yapılan çalışmalar genellikle bu böceklerin taksonomisi, ekolojisi ve faunasının tespitine yöneliktir. Neuroptera takımına ait böceklerin ancak bir kaçının total yağ asidi analiziyle ilgili çalışmalara rastlandı (BARLOW, 1964; YOUNG, 1967; ZINKLER, 1975; LEMESLE, ve ark., 1997).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

THOMPSON (1973); Lepidoptera, Hemiptera, Ortoptera, Diptera, Hymenoptera ve Dictyoptera ordolarına ait türlerin, yağ asitleri ile ilgili 1970 yılına kadar yapılan çalışmaları derlemiştir. Bu 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. Örneğin, çoğu ordolarda % 0-2 oranında bulunan palmitoleik asit, dipterlerin total yağ asitlerinin % 20'sinden fazlasını oluşturmuştur. Denenen böceklerin büyük çoğunluğunda palmitik, oleik ve linoleik asitlerin majör (yüzde dağılımda en yüksek) yağ asitleri olduğu; miristik, miristoleik ve palmitoleik yağ asitlerinin ise minör (yüzde dağılımda en düşük) olduğu görülmüştür. Linolenik asidin dağılımı ise farklıdır. Kimi böcek türlerinde saptanamayan bu bileşen, bazılarında % 30 dolayında tespit edilmiştir. Linolenik asidin ötesindeki aşırı doymamış yağ asitlerinden hiçbiri saptanmamıştır. Bu veriler, böceklerin total vücut lipitlerindeki yağ asidi analizleri ile ilgilidir.

STANLEY-SAMUELSON ve DADD (1983), değişik ordolara ait çeşitli böcekler üzerinde yaptıkları çalışmada; total vücut lipitlerini, fosfolipit ve triaçilgliserol olarak fraksiyonladıktan sonra, bu fraksiyonlardaki 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. Bu çalışmayı yapan araştırmacılar, diğer çoğu böceklerin fosfolipitlerinde de 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin bulunabileceğini ileri sürmüşlerdir. Nitekim bu tarihten sonra yapılan çalışmalarda fosfolipit fraksiyonunda bu bileşenler saptanmıştır (STANLEY -SAMUELSON ve ark., 1986, 1992, USCIAN ve ark., 1992).

Böceklerde triaçilgliserol ve fosfolipit yağ asitleri kantitatif olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Triaçilgliserolde genellikle doymuş yağ asitleri ile tek çift bağ içeren oleik asit, fosfolipitde ise aşırı doymamış yağ asitleri fazla miktarda saptanmıştır (STANLEY SAMUELSON ve ark., 1992; HOBACK ve ark., 1999). 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).

Bazı çalışmalarda böceklerin vücut bölümleri olan baş, toraks ve abdomenin fraksiyonlanmış yağ asidi analizleri çalışılmıştır. *Periplaneta americana*'nın dişi bireylerinin toraksının fosfolipit fraksiyonunda linoleik, eikosatrienoik, ve arakidonik; abdomen kısmında ise oleik asit diğer vücut bölümlerine göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir (JURENKA ve ark.,1987). *Magicyada septendecim*'un dişi ve erkek bireylerinin baş ve toraksın fosfolipit fraksiyonunda linoleik asit; abdomende ise oleik asit yüksek oranda tespit edilmiştir (HOBACK ve ark., 1999). Her iki böcek türüyle ilgili çalışmada, cinsiyet farklılığının böceklerin vücut bölümlerine etkisi tespit edilmemiştir. *Photinus pyralis*'in cinsiyet ayrımı yapılmaksızın baş ve toraksı incelenmiştir (NOR ALIZA, ve ark., 2000).

Kimi çalışmalarda böceklerin testis, yağ doku ve ovaryum gibi organların yağ asidi analizleri yapılmıştır (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1986; BALDUS ve MUTCHMOR, 1988; HOBACK ve ark., 1999). Testislerin fosfolipitlerinde bulunan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerine, yağ dokuda rastlanmamıştır (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1986). *P. pyralis*'in çeşitli organlarında yapılan yağ asidi analizlerinde, böceğin testisinde ve ışık üreten organında diğer organlarına oranla daha yüksek oranda 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri tespit edilmiştir (NOR ALIZA, ve ark., 2000). Bazı böceklerin kimi dokularının fosfolipit alt sınıflarında oldukça fazla miktarda 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri saptanmıştır. Örneğin, *Deilephila*

elpenor'un retinasındaki fosfatidiletanolamin yağ asitlerinin % 40'ını eikosapentaenoik asit (ZINKLER, 1975); *P. americana*'nın sinir sisteminde fosfatidiletanolaminin % 21'ini, fosfatidilinositolun % 24'ünü, fosfatidilserinin % 28'ini arakidonik asit (STANLEY-SAMUELSON ve PIPA, 1984); *Teleogryllus commodus*'un spermatoforundaki fosfatidilkolin yağ asitlerinin % 24'ünü arakidonik asit oluşturmaktadır (STANLEY-SAMUELSON ve LOHER, 1983).

Pycnoscelus striatus'un hemolenfi ve yağ dokusu (TAN, 1993), *Macrotermes goliath*'un frontal bezi, *Glossina morsitans*'ın uçuş kasları üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, böceğin tüm vücudunun yağ asidi analizi ile organ analizi arasında farklılıklar tespit edilmiştir (COSTA, 1993). *Acheta domesticus*'un larvalarının sinir sistemi ile larvanın tamamı karşılaştırıldığında, sinir sisteminde daha yüksek oranda aşırı doymamış yağ asitleri tespit edilmiştir. *A. domesticus*'un yağ doku, uçuş kasları ve testislerinin fosfolipit fraksiyonu karşılaştırıldığında yağ doku ve uçuş kaslarındaki yağ asidi kompozisyonu birbirine benzer bulunurken testislerde linoleik asit düşük, 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri ise yüksek oranda saptanmıştır (LAMBREMONT ve DIAL, 1980). Benzer sonuç *Heliothis virescens*'in testis ve uçuş kaslarının fosfolipit fraksiyonlarında da tespit edilmiştir (DIKEMAN, ve ark., 1981).

1980'li yıllara kadar böcekler dahil tüm yüksek organizasyonlu hayvanların linoleik asidi sentezleyemediği kabul edilmekteydi. Bu yağ asidini içermeyen sentetik besinlerle beslenen böceklerde çeşitli büyüme ve gelişme bozuklukları ve kanat malformasyonları görülmüştür (DADD, 1985). Bu nedenle linoleik asidin böcekler için de temel bir yağ asidi olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat ilk kez BLOMQUIST ve arkadaşları (1982), *Zootermopsis angusticollis*, *P. americana* ve *Achetta domesticus*'un bu yağ asidini sentezlediklerini saptamışlardır. Linoleik asidi sentezleyebilen bu böceklere daha sonra yapılan çalışmalarda 13 böcek türü daha ilave edilmiştir (CRIPPS ve ark., 1986; BAŞHAN ve ÇELİK, 1995).

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

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 *P. americana*'nın embriyonik gelişimi sırasında da yağ asidi dağılımında değişimler gözlenmiştir (KINSELLA, 1966).

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 RENOBALLES, 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) *G. mellonella* (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1987) ve *C. 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 *H. 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).

Böcekler, çevresel sıcaklık değişimlerine hücre membranlarında bulunan yapısal lipidlerinin kimyasal içeriğini modifiye ederek tepki gösterir. Düşük sıcaklıklarda, lipidlerin doymamışlık derecesinin arttığı görülmüştür (DANKS ve TRIBE, 1979). *A. grandis* (LAMBREMONT ve ark., 1964), *Piezodorus lituratus* ve *Dolycoris baccarum*'un (BAŞHAN ve ÇAKMAK, 2005) diapozlu bireylerinde fazla oranda doymamış yağ asidi bulunmuştur. Avrupa Sünesi, *Eurygaster maura* ve Kıvılcık, *Aelia rostrata*'da hava sıcaklığının azalmasıyla birlikte doymamış yağ asitlerinde bir artışın görülmesine karşın, bunun sürekli olmadığı belirtilmiştir. Her iki türde de kış aylarının sıcaklık ortalamalarına bağlı olarak doymamış yağ asitleri miktarında artış ve azalışlar gözlenmiştir (KILINÇER ve ark., 1987). Süne, *Eurygaster integriceps*'in diapoz evresinde fosfolipit fraksiyonunda palmitik, palmitoleik ve oleik asit miktarı önemli ölçüde artmıştır. Buna karşılık linoleik asit yüzdesinde düşme saptanmıştır (BAŞHAN ve ark., 2002).

Yurdumuzda ve yurt dışında Planipennia ile ilgili yapılmış çalışmalar az sayıda olup bunlar ya zirai amaçlı ya da taksonomik, ekolojik ve bölgesel faunanın tespitine yönelik çalışmalardır (CARVALHO ve ark., 2002; ASPÖCK ve ark., 2002). Paleartik bölgenin kapsamlı araştırmalarında Türkiye'den de kayıtlara rastlanmaktadır (HÖLZEL, 1967a ve b; 1968; 1972; KOÇAK, 1976; ASPÖCK ve ark., 1980; ŞENGONCA, 1980; CANBULAT ve KIYAK, 2000). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan araştırmalar ise az sayıdadır. ŞENGONCA (1980), zirai amaçlı araştırmalarda Türkiye Chrysopidae ve Nemopteridae faunası üzerine çalışmalar yaparak Türkiye Chrysopidae ve Nemopteridae familyalarına ait türlerin yayılış alanlarını ortaya koymayı amaçlamıştır. SATAR VE ÖZBAY (2002, 2003, 2004) Güneydoğu Anadolu Bölgesi Neuroptera takımına ait böceklerin taksonomisi, faunası, dağılımı ve zoocoğrafyası üzerine araştırmalar yapmışlardır.

Bu takıma ait böceklerle ilgili yağ asidi analizleri diğer takımlara ait böceklerle göre çok daha azdır. Bu takıma ait böceklerden *Corydalus cornutus*'un larvaları (BARLOW, 1964) ve *Chrysopidae sp.*'un erginlerine ait (YOUNG, 1967) total yağ asidi analizleri yapılmış ve böceklerin genel yağ asidi dağılımına benzerlik gösterdiği tespit edilmişlerdir. LEMESLE ve arkadaşları, (1997) ise *Chrysoperla kolthoffi* türüne ait böceklerin dişilerindeki lipit miktarını erkeklerdekine oranla daha fazla bulunduğunu tespit etmiştir. Yine bu takımın diğer bir üyesi olan *Ascalaphus macroanius*'un

gözlerinde 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri tespit edilmiştir (ZINKLER, 1975). Fakat bu takıma ait hiçbir böcek türünün fraksiyonlanmış yağ asidi analizine rastlanmadı.

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Lipitlerin Tanımı

Lipitler, suda çözünmeyen ancak eter, benzen, kloroform gibi polar olmayan çözücülerde çözünebilir heterojen madde gruplarıdır. Yağ asitlerinin esteridirler veya esterleşebilirler. Canlı organizmalar tarafından kullanılırlar.

3.2. Lipitlerin Önemi

Lipitler özellikle triaçilgliseroller önemli depo yakıt maddeleridir. Isısal enerji değeri 9 kcal/g'dır. Karbonhidratlar için bu değer 4.5 kcal/g'dır. Deri altında ve bazı organların çevresinde bulunan yağlar ısı yalıtıcısıdır. Ayrıca çarpmalara karşı koruyucu destek görevleri de vardır. Sinir dokudaki lipid miktarı özellikle fazladır. Nonpolar lipitler elektriksel yalıtıcılar olarak miyelinli sinirler boyunca depolarizasyon dalgalarının hızla yayılmasına olanak sağlarlar. Hücre ve sitoplazmik organellerin membranlarının % 50'si fosfolipitlerden oluşmaktadır. Membrandaki fosfolipitler organizmayı çevresine karşı koruyan bir bariyer görevi görür. Bazı vitaminler ve hormonların biyosentezinde lipitler öncül madde olarak gereklidir. Bazı enzimleri aktive ederler. Ayrıca yağda çözünen vitaminlerin hedef doku ve organlara taşınması için lipitler gereklidir. Mitokondride elektron taşıma işlevine yardımcı olurlar. Bütün hücrelerde iletişim, tanıma (tür özgüllüğü) ve bağışıklık (doku immunitesi) olaylarında lipitlerin de önemli rolleri vardır. Diaçilgliserol ve inositol trifosfat hücre içi ikincil haberci olarak rol oynarlar.

3.3. Yağ Asitleri

Yağ asitleri genel olarak çift karbon sayılı, cis konfigürasyonda, dallanmamış ve düz zincirli (asiklik) monokarboksilik asitlerdir. Az olmakla birlikte trans konfigürasyonda (elaidik asit), tek karbon sayılı (propiyonik asit, valerik asit gibi) ve dallanmış yağ asitleri (tüberkülostearik asit veya laktobasillik asit metil grubu ile dallanma gösteren doymuş yağ asitleridir) ile siklik (hidnokarpik asit ve şolmugrik asit) yağ asitleri de bulunmaktadır. Yağ asitleri, hidrokarbon zincirdeki bağlara göre incelenebilirler. Hidrokarbon zincirinde çift bağ içermeyenlere doymuş yağ asitleri, bir çift bağ içerenlere tek doymamış yağ asitleri, birden fazla çift bağ içerenlere ise aşırı

doymamış yağ asitleri denir. Doymamış yağ asitleri kolaylıkla okside olabilirler. Özellikle çift bağın sayısının artması oksidasyonu kolaylaştırmaktadır. Metaller, ısı, ışık vb. oksidasyonu hızlandırmaktadır.

Yağ asitlerindeki karbon sayısı 2-34 arasında değişmektedir. Yağ asidi molekülünde karbon sayısı 6 dan az ise “kısa”, 6-10 arasında ise “orta” ve 12 ile daha fazla ise “uzun zincirli” yağ asidi olarak tekrar bir alt gruplandırma oluşturulabilir. Yağ asitleri doğal sıvı ve katı yağlar içerisinde esterler halinde bulunurlar. Ancak plazmada transport şekli olan serbest yağ asidi olarak esterleşmemiş halde bulunmaktadır.

Hayvansal ve bitkisel yağlarda en çok bulunan başlıca doymuş, tek doymamış ve aşırı doymamış yağ asitleri şunlardır:

3.3.1. Doymuş Yağ Asitleri

Yüksek organizasyonlu bitki ve hayvanlarda bulunan yağ asitlerine ait bazı genellemeler yapmak mümkündür. En sık kullanılan yağ asitleri çift karbonlu olup 14 ile 22 karbon atomuna sahip olanlardır. Doymuş yağ asitleri içinde en genel olanları ise 16 karbonlu palmitik asit ve 18 karbonlu olan stearik asittir.

İki, üç ve dört karbonlu yağ asitleri olan asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit'e “uçucu yağ asitleri” denir ve bunların ruminant metabolizmasında önemleri büyüktür. Organizmalarda en yaygın bulunan doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asitlerdir.

Tablo 1.Doymuş yağ asitleri

Sistemantik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
Etanoik	Asetik Asit	CH ₃ COOH	2:0
Propiyonik	Propiyonik Asit	CH ₃ CH ₂ COOH	3:0
Bütanoik	Bütirik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	4:0
Pentanoik	Valerik Asit	(CH ₂) ₄ COOH	5:0
Hexanoik	Kaproik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	6:0
Oktanoik	Kaprilik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	8:0
Nonanoik	Pelargonik	(CH ₂) ₈ COOH	9:0
Dekanoik	Kaprik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	10:0
Dodekanoik	Lavrik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	12:0
Tridekanoik	-	(CH ₂) ₁₂ COOH	13:0
Tetradekanoik	Miristik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	14:0
Pentadekanoik	-	(CH ₂) ₁₄ COOH	15:0
Hexadekanoik	Palmitik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	16:0
Heptadekanoik	Margarik Asit	(CH ₂) ₁₆ COOH	17:0
Octadekanoik	Stearik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	18:0
Eicosanoik	Arakidik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	20:0
Henikosanoik	-	(CH ₂) ₂₀ COOH	21:0
Dokosanoik	Behenik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH	22:0
Trikosanoik	-	(CH ₂) ₂₂ COOH	23:0
Tetrakosanoik	Lignoserik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH	24:0
Hekzakosanoik	Serotik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₄ COOH	26:0
Heptakosanoik	Karboserik Asit	(CH ₂) ₂₆ COOH	27:0
Octakosanoik	Montanik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₆ COOH	28:0
Triakontasanoik	Melisik Asit	CH ₃ (CH ₂) ₂₈ COOH	30:0

3.3.2. Tek Doymamış Yağ Asitleri

Yapısında tek çift bağ içeren yağ asitlerine tek doymamış yağ asitleri denir. Organizmalarda en fazla bulunanlar tek doymamış yağ asitleri oleik ile palmitoleik asitlerdir.

Tablo 2. Tek doymamış yağ asitleri

Sistemantik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
Cis-9-hekzadekenoik	Palmitoleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	16:1(n-7)
Cis-6-octadekenoik	Petroselinik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10} \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$	18:1(n-12)
Cis-9-octadecenoik	Oleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	18:1(n-9)
Cis-11-eicosenoik	Gondoik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_9 \text{COOH}$	20:1(n-9)
Cis-13-docosenoik	Örisik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_{11} \text{COOH}$	22:1(n-9)

3.3.3. Aşırı Doymamış Yağ Asitleri

Yapısında birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerine aşırı doymamış yağ asitleri denir.

Tablo 3. Aşırı doymamış yağ asitleri

Sistemantik Adı	Trivial (Genel) Adı	Yapısal Formülü	Kısa yazılım
9,12-oktadecadienoik	Linoleik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	18:2(n-6)
9,12,15-octadekatrienoik	α -Linolenik Asit	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	18:3(n-3)
6,9,12-oktadekatrienoik	γ -Linolenik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$	18:3(n-6)
8,11,14-eikosatrienoik	Dihomo- γ -Linolenik Asit	$\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	20:3(n-6)
5,8,11,14-eikosatetraenoik	Arakidonik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	20:4(n-6)
5,8,11,14,17-eikosapentaenoik	EPA	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	20:5(n-3)

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.

3.3.4 Yağ Asitlerinin İsimlendirilmesi

Her bir yağ asidinin trivial adlandırmaya göre genel isimleri vardır. Yağ asitleri Cenevre sistemine göre aynı sayıda karbon atomu bulunan hidrokarbonlara göre

sonra açılan parantez içerisinde de çift bağın yeri belirtilir. Örneğin oleik asit 18 karbonludur, 1 çift bağ taşımaktadır. Çift bağların yeri ise 9-10 karbonlar arasındadır. Dolayısı ile bu sisteme göre 18:1(n-9) şeklinde gösterilir. Parantez yerine ";" işareti de kullanılabilir. Diğer bir şekilde ise çift bağın yerinin gösterilmesinde delta (Δ) işareti kullanılır. Oleik asit örneği tekrar ele alınacak olursa 18: 1 Δ^9 gibi.

Günümüzde doymamış yağ asitlerindeki bu sistem yerine, karbon ve çift bağ sayısının önüne hidrokarbon zincir ω -karbon (n-karbon) atomdan itibaren sayılarak ilk çift bağın yerinin gösterildiği sistem kullanılmaktadır; Oleik asit için ω 9, 18:1(n-9) gibi. Bu çift bağın ω -atomundan itibaren sayıldığında 9-10 karbonlar arasında olduğunu gösterir.

Oleik asit örneği ile ilgili kısa gösterimlerini tekrar bir araya getirecek olursak :

18: 1(n-9) veya 18:1;9 veya 18:1 Δ^9 veya ω 9,C18:1

Doymamış yağ asitleri ω -karbon atomuna göre dizilendiğinde hayvansal organizmalar için önemli olan ve ω 9, ω 6 veya ω 3 olarak bilinen yağ asitleri serilerinin oluşumuna yol açmaktadır. Buna göre hayvansal organizmalar için önemli olan doymamış yağ asitleri omega-sistemine göre aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

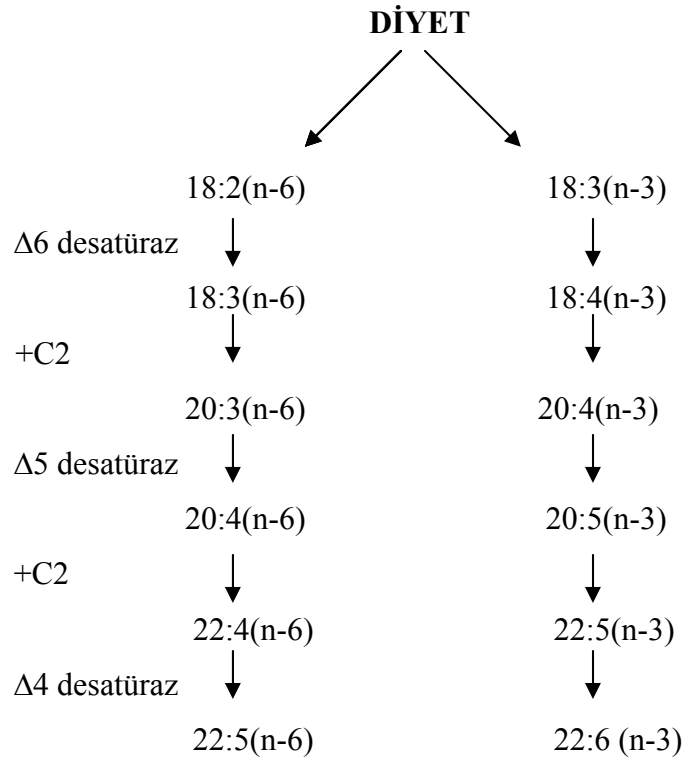
Tablo 4.Doymamış Yağ Asitlerinin Omega-Sınıflandırması

ω -3	ω -6	ω -9
α -Linolenik Asit 9,12,15-Octadecatrienoik asit 6,9,12,15-Octadecatetraenoic asit 8,11,14,17-Eicosatetraenoik asit 5,8,11,14,17-Eicosapentaenoik asit 7,10,13,16,19-Dokosapentaenoik asit	Linoleik Asit γ -linolenik Asit Arakidonik Asit 7,10,13,16-Dokosatetraenoik asit	Oleik Asit 11-eikosenoik Asit 13-docosenoik Asit Palmitoleik Asit

Eğer yağ asitlerinde trans konfigürasyon varsa bu gösterimlerde "t" harfi ile ayrıca belirtilir. Örneğin 18 karbonlu, tek çift bağ içeren elaidik asitte çift bağ 9-10 karbonlar arasında ve trans konfigürasyondadır. Bu durumda elaidik asidi 18:1(n-9) Δ^9 t şeklinde gösteririz.

3.3.6. Desaturasyon ve Elongasyon

Radyoaktif işaretli asetat kullanılarak ω -3 ve ω -6 yağ asitlerinin elongasyon (zincir uzatma) ve desaturasyon reaksiyonları ile birbirlerine dönüşebildiği tespit edilmiştir.



Şekil 1. $\Delta 4$, $\Delta 5$, $\Delta 6$ desaturaz enzimlerini içeren aşırı doymamış yağ asitlerinin dönüşümü

Diyetten elde edilen C18:3, bir $\Delta 6$ desaturaz yolu ile C18:4'e dönüşür. C18:4'de C20:4'e uzayabilir. Bu aşırı doymamış yağ asitleri, $\Delta 5$ desaturaz ile C20:5'e daha sonrada C22:5'e uzayabilmektedirler. Son bir desaturasyon, $\Delta 4$ desaturaz ile C22:5'in C22:6'ya desatüre olmasıdır. C18:2(n-6) üzerinde faaliyet gösteren aynı enzimler, son ürün olarak C22:5(n-6)'in meydana gelmesini sağlamaktadır (Şekil 1.) (HENDERSON, 1996).

3.3.7. Yağ Asitlerinin Fiziksel Özellikleri

Yağ asitlerinin hem fiziksel hem de fizyolojik özellikleri karbon zincirinin uzunluğuna ve moleküldeki çift bağların sayısına (yağ asidinin doymamışlık derecesine) bağlıdır. Karbon sayısı düşük olan (10'a kadar) yağ asitleri oda sıcaklığında sıvı ve uçucudur. Daha fazla sayıda karbona sahip olanlar (12:0 ve daha büyük zincirli doymuş yağ asitleri) vücut sıcaklığında katıdır. Bunların erime noktaları molekül ağırlığının artması ile yükselir.

2-4 karbonlu yağ asitleri, asetik, propiyonik ve bütirik asitler her oranda su ile karışımlarına karşılık, karbon sayısı arttıkça suyla karışma yetenekleri azalır. Karbon sayısı 10'dan fazla olan doymuş yağ asitleri suda hiç çözünmezler.

Bilinen bütün doymamış yağ asitleri oda sıcaklığında sıvıdır. Çift bağ sayısı arttıkça daha düşük sıcaklıklarda da sıvı kalabilirler. Yağ asitlerinde bir çift bağın varlığı bile, fiziksel işlevleri derinden etkiler. Örneğin, stearik asidin (C18:0) erime noktası 70.1 °C iken, oleik asidin erime noktası 16.3°C'dir. Oleik asidin izomerlerinden olan oktadekamonoenoik asidin erime noktası, çift bağın durumuna bağlıdır. Zincirin merkezinde bir çift bağ içeren yağ asidi, zincirin sonunda ya da başında çift bağ içeren izomerlerinininkinden 40°C daha düşük erime noktasına sahiptir (GUNSTONE ve ISMAIL, 1967). Bazı durumlarda erime noktaları, çift bağın sayısından başka çift bağın durumuna da bağlıdır. Doymamış yağ asitleri taşıdıkları çift bağlar sayesinde yüksek reaksiyon yeteneğine sahiptir.

Doğal olarak bulunan uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin hemen hemen hepsi cis konfigürasyondadır. Ancak, doymamış yağ asitlerinde çift bağın yerinin değişmesiyle izomerler türerse de daha çok görünen izomer şekli, çift bağın etrafındaki dizilişe bağlı olarak ortaya çıkan cis ve trans izomerlerdir. Örneğin oleik asidin erime noktası 13 ° C ve cis şeklindedir. Oleik asit, nitrit asitle mumamele edilirse trans şekli olan elaidik asit meydana gelir. Bunun ise erime noktası 45 ° C dir.

Uzun zincirli doymuş yağ asitlerini içeren fosfolipitler, nispeten düşük çözücü permeabilitesine sahip sıkı bir şekilde dizili çift tabakadan şekillenir. Oysa, doymamış yağ asitlerini içeren fosfolipitler, komşu moleküller arasındaki çekici kuvvetleri azaltan daha permeabl membranları meydana getirirler. Çift lipit tabakanın permeabilite işlemleri, fosfolipitlerin yağ asit bileşenlerinin zincir uzunluğuna ve doğasına bağlıdır (CHEN ve ark., 1971).

Doğal fosfolipitlerde, doymuş ya da doymamış yağ asitlerinin rasgele olmayan bir düzenlenmesi vardır. Doymamış yağ asitleri, genellikle gliserol iskeletinin 2. karbonunda, doymuş yağ asitleri ise 1. karbonunda bulunmaktadır.

Membran akıcılığı ve yağ asidi doymamışlığı arasında bir ilişki vardır. Doymamışlıktaki bir artış membran akıcılığını artırır. Bütün çevresel sıcaklıklarda sıvı olması gereken membran lipidleri depo lipidlerden daha fazla doymamış yağ asidi içerirler. Soğukla karşılaşan dokularda, örneğin kutuplarda yaşayan veya kış uykusuna

yatan hayvanlarda veya hayvanların ekstremitelelerinde bulunan lipidler daha fazla doymamıştır. Yani soğuk bölgelerde yaşayan canlıların sıcak bölgelerde yaşayanlara göre membran lipidlerinde daha çok doymamış yağ asitleri bulunur. Doymuş yağ asitleri oranı fazla olan gliseridler ise katıdır.

3.3.8. Yağ Asitlerinin Kimyasal özellikleri

1 - Tuz Teşkili

Altı karbondan yüksek yağ asitlerinin metallerle yaptıkları tuzlara "sabun" denir. Sodyum ve potasyum sabunları suda çözünürler. Ancak diğer metallerin tuzları (sabunları) genellikle çözünmezler ve temizleyici değillerdir. Doymamış yağ asitlerinin verdiği sabunlar doymuş olanlara oranla suda ve alkolde daha fazla çözünür. Alkali metal sabunları eter, benzol ve kloroformda çözünmezler. Ağır metallerin sabunları çözünmez.

Piyasada satılan sabunlar aynı yağ asitlerinin sodyum tuzlarıdır. Bunlarda suyun sertliğini gidermek için sodyum karbonat ve sodyum silikat vardır. Palmitik, stearik veya oleik asidin potasyum tuzları arap sabunu olarak bilinir. Uzun zincirli yağ asitlerinin kalsiyum sabunları motor yağlarının katımında bulunur. Alüminyum sabunları ise dayanıklı jeller oluşturduklarından endüstride kullanım alanı bulmuştur.

2 - Ester Teşkili

Yağ asitlerinin karboksil grupları alkolle reverzibl olarak esterleşebilir. Esterleşme kendiliğinden yavaş, fakat sıcaklık veya hidrojen iyonu varlığında hızlı olur.

3 - Çift Bağlarla İlgili Reaksiyonlar

Doymamış yağ asitlerinin yapısında yer alan etilen bağı (-CH=CH-) kolaylıkla hidrojenle ya da halojenlerle doyurulabilir. Doymamış yağ asidi doymuş hale geçer. Ya da çift bağ oksidasyonla açılarak yeni ürünler oluşabilir. Oleik asitten pelargonik asit ve azelaik asitlerin oluşması buna örnek olarak verilebilir.

Oleik asit oksitleyici olarak potasyum permanganat (KMnO₄) kullanıldığında ve düşük sıcaklıkta, çift bağına 2 OH grubu eklenerek dihidroksi stearik aside dönüşür.

Oksidasyon ilerler ve sıcaklık yükseltirse molekül daha çok oksitlenir. Bunun sonucunda dihidroksi stearik asit bir molekül su kaybeder ve çift bağın olduğu yerden parçalanır. Bunlar azelaik asit ve pelargonik asitlerdir.

Doymamış yağ asitlerinin moleküler oksijenle oksitlenmeleri ve çift bağlara O₂ girmesi ile çeşitli gruplar ortaya çıkar. Otooksidasyon veya acılaşıma olarak bilinen bu olayda oluşan ve yağı da istenmeyen tad, görünüm ve koku oluşturan bileşikler peroksit, epoksit, ketohidroksit gibi gruplardır. Bu grupların özellikle yüksek sıcaklıklarda parçalanmaları ile çoğunlukla asit ve aldehytlerden oluşan değişik ürünler oluşur.

3.4. Lipidlerin sınıflandırılması

Lipitler, sabunlaşabilen ve sabunlaşamayan şeklinde de bir ayrıma tutulabilir. Eğer bir lipit molekülü yapısında bir yağ asidi bulunduruyorsa, KOH veya NaOH ile muamele edildiği zaman, hidroliz sonucu bu yağ asitlerinin K veya Na tuzları, yani sabun oluşur. Dolayısıyla sabunlaşabilen lipitler yapılarında yağ asidi bulunduranlar, sabunlaşamayanlar da bulundurmamalarıdır. Bunların da alt sınıfları vardır (KEHA ve KÜFREVİOĞLU, 2000).

Tablo 5. Lipitlerin Sınıflandırılması

Sabunlaşabilen (Kompleks) Lipidler
1-(Trigliseridler) Triaçilgliseroller 2-Fosfoaçilgliseroller 3-Sfingoaçilgliseroller 4-Ester Tipi Mumlar
Sabunlaşmayabilen (Basit) Lipidler
1-Terpenler 2-Steroidler 3-Prostaglandinler

3.4.1. Sabunlaşabilen Lipidler

3.4.1.1. Trigliseridler (Triaçilgliseroller)

Gliserolün üç alkol grubunun yağ asitleri ile esterleşmesi sonucu oluşan triaçilgliseroller, trigliserid veya yağ olarak adlandırılmaktadır. Gliserolün hidroksil gruplarından birinin yağ asidi ile esterleşmesi ile monoaçilgliserol (monogliserid), iki yağ asiti ile esterleşmesi sonucu diaçilgliserol (digliserid) meydana gelmektedir. Triaçilgliseroller indirgenmiş oldukları için metabolik enerjinin yoğun depolarıdır. Bir yağ asitinin tam oksidasyonu ile 9 kcal/g, karbonhidrat ve proteinlerin oksidasyonundan ise yaklaşık 4 kcal/g elde edilmektedir. Kalori açısından bu büyük farkın nedeni, yağ asitlerinin çok daha indirgenmiş olmalarıdır. Polar olmayan triaçilgliserollerin tamamına yakın bölümü susuz şekilde saklanmaktadır. Polar olan protein ve karbonhidratlar, büyük ölçüde su taşımaktadırlar.

Doğal yağlarda aynı tür yağ asitlerini içeren triaçilgliseroller çok az bulunmaktadır. Triaçilgliserollerin yapısında çoğunlukla farklı yağ asitleri yer almaktadır. Aynı cinsten üç yağ asidi içeren triaçilgliseroller, basit triaçilgliserol olarak adlandırılmaktadır. Basit triaçilgliseroller içerdikleri yağ asidine göre tristearin, tripalmitin, triolein gibi isimler almaktadırlar. Karışık triaçilgliseroller, iki veya daha fazla sayıda farklı yağ asiti içermektedirler. 1,3-Distearopalmitin örneğinde olduğu gibi triaçilgliseroller adlandırılırken yağ asitlerinin adı ve konumu belirtilmelidir. Gliserolün karbon atomları sterokimyasal numaralama (*sn*) sistemine göre isimlendirilmektedir. Triaçilgliserollerin erime derecesi yapılarını oluşturan yağ asidi komponentleri tarafından belirlenmektedir. Genellikle doymuş yağ asitlerinin miktarına ve zincir uzunluğuna paralel olarak yağların erime derecesi yükselmektedir. Örneğin tripalmitin, tristearin gibi doymuş yağ asitlerinin triaçilgliserolleri vücut sıcaklığında katıdır. Doymamış yağ asitlerinden oluşan triolein veya trilinolein ise sıvıdır.

Gliserolün 1. ve 3. karbonları aynı düzlemde bulunmadıkları için farklı enzimler ile tepkime vermekteler. Gliserokinaz, gliserolü 3. karbondan fosforlayarak gliserol-3-fosfat oluşturmaktadır.

Suda çözünmeyen yağlar, yalnız organik çözücülerde çözünmektedirler. Sıvı yağların doymamış yağ asit içerikleri fazladır. Trigliserid suda çözünmezler ve kendiliklerinden oldukça dağılmış miseller oluşturmazlar. Buna karşın monoaçilgliserol ve diaçilgliserol serbest hidroksil gruplarından dolayı belli bir polariteye sahiptirler ve

misel oluştururlar. Bu nedenle mono- ve diaçilgliseroller gıda endüstrisinde besinlerin hazırlanmasında geniş kullanım alanına sahiptir. Bu yağlar sindirilebilir özelliğe sahip olup biyolojik olarak da enerji amacıyla kullanılabilir.

Triaçilgliseroller asit ve alkalilerle hidrolize uğradıkları zaman, üç yağ asidi ve gliserole ayrılmaktadırlar. Hidroliz, alkali ile yapılmışsa yağ asitlerinin sodyum veya potasyum tuzları olan sabunlar oluşmaktadır. Hidroliz olayını organizmada lipaz enzimi gerçekleştirmektedir. Gliserolün polar hidroksil grupları, yağ asitlerinin polar karboksil grupları ile esterleştiği için polar olmayan hidrofobik moleküller olan triaçilgliseroller, suda çözünmemektedirler. Lipidlerin özgül ağırlıkları sudan daha düşük olduğu için, suya yağ karışımları iki fazlıdır ve yağ, sulu fazın üstünde yer almaktadır. Memelilerde başlıca adipoz hücrelerin sitoplazmasında depolanan triaçilgliserollerin cilt altındaki depoları, düşük sıcaklıklara karşı izolasyon sağlamaktadır. Kış uykusuna yatan hayvanlarda büyük yağ depoları, enerji sağlanması için kullanılmaktadır.

3.4.1.2 Fosfolipitler

Fosfolipitlerin yapısında bulunan fosfat grubunun oluşturduğu iki ester bağından birincisini gliserol ile yaptığında gliserofosfolipitler meydana gelmektedir. Fosfolipitlere fosfolipitler ya da fosfatidler de denilmektedir. Bütün hayvan ve bitki hücrelerinde bulunur. Hücresel membranların en önemli bileşenlerinden olan fosfolipitler salgı bezlerinde, kan plazmasında, yumurta sarısında, baklagillerin tohumlarında, beyin, karaciğer, böbrek, pankreas, akciğer ve kalp kasında yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Eritrosit membran lipidlerinin yapısında yaklaşık % 40 oranında bulunan fosfolipitler, mitokondri iç membranının % 95 kadarından fazlasını oluşturmaktadır.

1 Mol. gliserin, 2 mol. yağ asidi ve 1 mol. fosforik asitten oluşan yapıya fosfatidik asit adı verilir. Gliserolün bir ve ikinci hidroksil grubuna genel olarak uzun zincirli iki yağ asidi bağlanmıştır. Yağ asitlerinin birisi doymuş diğeri doymamıştır. Bu yağ asitleri genellikle 16 ya da 18 C'lu yağ asitleridir. Ancak üçüncü hidroksil grubu ise fosforik asitle ester tipi bir bağ yapmıştır.

Fosfolipitler, polar olmayan uzun bir hidrokarbon kuyruk ile bir de polar baş ihtiva etmektedirler. En polar lipitler olan fosfolipitler, hidrofilik ve hidrofobik

grupları birlikte taşıdıkları için amfipatiktir. Negatif ve pozitif kutupları birlikte taşıdıkları için ise amfoteriktirler.

Fosfolipitler; yapısal elementlerin sentezi, membranların permeabilite işlemlerinin düzenlenmesi ve enerji kaynağı olarak rol oynamaktadır. Acil durumlarda, dokular tarafından aşırı bir şekilde kullanılmaktadır; çünkü fosfolipitler farklı kimyasal reaksiyonlarda ihtiyaç duyulan fosfat radikallerinin vericileridir (REDDY ve ark., 1991). Fosfolipit seviyelerindeki azalmalar, membran bütünlüğü ve permeabilitesinde şiddetli zararlara sebep olmaktadır (SRINIVAS ve ark., 1991).

Fosfatidik asidin biyoaktif türevleri daha yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Zaten gliserolün 3. hidroksil grubuna bağlanan fosforik asit grubu genellikle yalnız kalmaz. Aktif bir amino alkol ester bağı ile buradan yapıya girer. Bu fosfatın hidroksil grubuna kolin, etanolamin, serin ve inositolün bağlanması ile de sitoplazma ve organellerin membran yapısında en çok rastlanan, fosfatidilkolin (lesitin), fosfatiletanolamin (sefalin), fosfatidilserin ve fosfoinositol gibi farklı fosfoaçilgliseroller (fosfolipitler) meydana gelmektedir.

Kardiolipin ve plazmalogen diğer önemli fosfolipitlerdir. Kardiolipidin yapısında bir mol gliserol aracılığı ile birleşen iki mol fosfatidik asit bulunmaktadır. Yani 1,3 difosfatidil gliserindir. Mitokondri zarının temel lipididir. Özellikle kalp kasından elde edilir ve frenginin teşhisinde kullanılmaktadır.

3.4.1.3. Sfingolipitler

Bu bileşikler gliserol ihtiva etmezler. Bu nedenle de sfingozin bazının (4-sfingenin) veya dihidrosfingozin'in (D-sfinganin) türevleri olarak kabul edilirler. Bu bazları ihtiva eden lipidlere de basitçe sfingolipidler denilmektedir.

Sfingozinin amino grubuna 18 veya 26 karbonlu doymuş veya tek doymamış yağ asidinin amid bağı ile bağlanması ile seramidler meydana gelmektedir. Bütün sfingolipidlerde karakteristik olan seramidlerde iki nonpolar kuyruk bulunmaktadır. Farklı polar baş grupları ise ancak sfingozinin 1. pozisyonundaki hidroksil grubuna bağlanmaktadır. O halde sfingozinin amino grubuna bir yağ asidi karboksil grubu ile amid bağı şeklinde bağlanmakta ve seramidler meydana gelmektedir. Hidroksil grubuna bağlanan polar başlar nedeniyle de farklı sfingolipidler oluşmaktadır.

Sfingolipidler hayvan ve bitki hücrelerinin membranlarında yapısal komponent olarak önemli görevler yapmaktadır. Özellikle çok miktarda beyin ve sinir dokuda bulunmakta, ancak eser miktarda depolanmaktadır.

Sfingolipidler sfingomiyelinler, serebrositler ve gangliositler olarak üç ana sınıfta incelenmektedir. Bunlardan sfingomiyelinler fosfat grubu ihtiva ettikleri halde serebrositler ve gangliositler fosfat grubu ihtiva etmezler.

Sfingomiyelinler özellikle membranlarda ve bu arada belirli sinir hücrelerinin etraflarını saran miyelin kılıfta oldukça çok olarak bulunurlar. Bunlar seramidlerin fosfokolin veya fosfo-etanolamin türevidir. Yapılarında fosfat grubu taşıdıklarından bazen fosfolipit olarak da sınıflandırılabilirlerse de gliserin taşımadıklarından bu grupta incelemek daha doğrudur. Sfingomiyelin hayvanların pek çok membranlarında bulunmakta ve bu arada en bol olarak da belirli sinir hücrelerinin etrafını saran miyelin kılıfında bulunmaktadır.

Serebrositler beyinde ve sinirlerin miyelin kılıflarında çok miktarda bulunan seramid monosakkaritlerdir. Sfingomiyelinlerden farklı olarak yapılarında fosforik asit ihtiva etmezler. Bunun yerine çoğunlukla glukoz veya galaktoz gibi bir şeker ihtiva ederler. Buradaki şeker genellikle galaktozdur. Ancak bazı çeşitlerinde D-glukoz veya N-asetil glukozamin de olabilir. Yapılarında kolin gibi herhangi bir baz da yoktur. Serebrositler yapılarında yer alan yağ asidinin çeşidine göre isimlendirilir. Polar başı oluşturan şeker üniteleri nedeniyle glikosfingolipler olarak da adlandırılan serebrositler daha çok hücre membranlarının dış kısmında ve hücre yüzeyinde yapısal komponent olarak yer almaktadır. Serebrositlerde galaktoz bulunması, yavrularda beyin ve sinir sisteminin gelişmesi bakımından süt şekerinin önemini göstermektedir. Çünkü laktoz glukoz ile galaktoz'dan kuruludur.

Gangliositler ise özellikle sinir ve dalak dokusunda bulunmaktadır. Gangliositler yapıca serebrositlere benzemekle birlikte, serebrositlerdeki heksoza ilave olarak birkaç molekül daha karbonhidrat ihtiva ederler. Bu karbonhidrat en az bir mol. N-asetil galaktozamin veya N-asetil glukozamin ile en az 1 mol. N-asetil nöraminik asit (sialik asit) olabilir.

Gangliositler hücre membranlarının dış yüzeylerindeki spesifik reseptör bölgelerinin önemli yapısal elementidir. Örneğin gangliositler sinir sonlarında bulunurlar ve nörotransmitter moleküllere bağlanarak implusun kimyasal transmisyon

ile bir sinirden diğerk bir sinire gelmesinde rol oynarlar. Hekzsozlar ve N-asetil neraminik asidin sayı ve bağlanışları bakımından gangliositlerin 20 farklı türüne rastlanmıştır. Gangliositler hücre membran yüzeylerindeki hormon-reseptör bölgelerinde de bulunmaktadır. Bazı nötral glikosfingolipidler eritrositlerin dış yüzeylerinde bulunarak kan gruplarına özgüllük kazandırdıkları gibi organ ve dokulara da özgüllük kazandırmaktadır.

3.4.1.4. Ester Tipi Mumlar

Mumlar, 14 karbondan başlayarak 36 karbona kadar çıkan uzun zincirli doymuş ve doymamış yağ asitlerinin yine 16 karbondan 22 karbona kadar çıkan uzun zincirli alkollerle esterleşmesi ile meydana gelmektedir. Hem bitkiler ve hem de hayvanlar doğal mumlar meydana getirirler. Omurgalılarda deri bezlerinden salgılanan mumlar deriyi yumuşak, yağlı ve su geçirmez halde tutar. Doğadaki görevleri de budur. Saçlar, hayvan yünleri ve kürklü hayvanların kürkleri yine mumsu salgılarla kaplanmıştır. Pek çok bitkinin yaprakları koruyucu mum tabakası ile kaplıdır.

Geniş bir sıcaklık aralığında erirler (35-100 ° C) Suda hemen hemen hiç çözünmezler. Organik çözücülerde çok iyi çözünürler.

Mumlar deniz yaşamında hem çok miktarda üretilmekte hem de çok miktarda tüketilmektedir. Özellikle plankton organizmalarda mumlar, ana enerji kaynağı olarak depo edilmektedir. Bazı balinalar, ringa balıkları, alabalıklar ve diğerk deniz hayvanları çok miktarda plankton yemektir. Bu bakımdan mumlar ana besin kaynağı ve depo lipitleri olarak okyanusların besin zincirinde önemli bir rol oynamaktadır. (GÖZÜKARA, 1997)

Ayrıca mumlar ayakkabı cilası, mum, mumlu kağıt, merhem ve kozmetik ürünlerinin hazırlanmasında kullanılır.

3.4.2. Sabunlaşmayan (Basit) Lipidler

3.4.2.1. Terpenler

Terpenler beş karbonlu bir hidrokarbon olan izoprenin tekrar etmesi ile meydana gelmektedir. İki izoprenin birbirine bağlanması ile meydana gelen terpene, monoterpen denir. Dört, altı ve sekiz izoprenin birbirine bağlanması ile meydana gelen terpenlere

diterpenler, triterpenler ve tetraterpenler adı verilmektedir. Terpenler düz zincirli ve halkasal yapıda olabilirler.

Bitkilerden çok sayıda terpen izole edilmiştir. Bunların hepsi de karakteristik koku ve tada sahiptir. Geraniumdan elde edilen geraniol, limondan elde edilen limonen, naneden elde edilen mentol, turpetinden elde edilen petrol yağı terpen örneğidir. En önemli terpenler arasında yağda çözünen üç vitamini yani A, E ve K vitaminini de saymak mümkündür. (GÖZÜKARA, 1997)

3.4.2.2. Steroidler

Steroidler, doymuş tetrasiklik bir hidrokarbon olan perhidrosiklopentanofenanthrenenin türevidir. Doğal olarak bulunan, farklı fonksiyon ya da aktiviteye sahip pek çok steroid, özellikle A halkasındaki 3 nolu karbona, C halkasındaki 11 nolu karbona ve D halkasındaki 17 nolu karbona farklı grupların bağlanması ile farklı steroidler meydana gelmektedir. Bütün steroidler orijin olarak linear triterpen squalenin halkalaşması ile meydana gelmiştir. Bu halkalaşmanın ilk steroid ürünü, kolesterol sentezinin öncül maddesi olan lanosteroldür. Hayvan dokularındaki ana sterol madde kolesteroldür.

Kolesterol bütün hayvansal dokularda, pek çok hayvansal hücrenin membranlarında, kan plazmasının lipoproteinlerinde bulunur ve karaciğerde sentezlenir. Kolesterol nadiren yüksek bitkilerde ve fitosterollerin yapısında bulunmaktadır. Bitki hücresi membranında bulunan sterollerden birisi stigmasteroldür. Stigmasterolde kolesterolden farklı olarak 22 ve 23. karbonlar arası da bir çift bağ bulunmaktadır.

Kolesterol antihemolitik etkiye sahiptir. Bu özelliğinden dolayı bakteri toksinlerinin, yılan zehirlerinin, safra tuzlarının ve diğer hemolitik maddelerin hemolitik etkilerine karşı etkilidir.

Kolesterol dokularda serbest ve ester şeklinde olmak üzere 2 halde bulunmaktadır. Dokulardaki kolesterol miktarı geniş aralıklar içerisindedir. Özellikle beyin sinir dokusu, adrenal bezler ve yumurta sarısında çok miktarda bulunmaktadır.

Kolesterolün lipid metabolizmasında, lipidlerin taşınmasında önemli rolü vardır. Kolesterol safra asitleri, cinsel hormonlar (androjen, östrojen), gebelik hormonları (progesteron, adrenokortikol hormon) ve diğer steroidlerin sentezinde öncül maddedir.

Lipid metabolizması bozukluklarında ve yaşlılıkta kolesterol yağ asidi esterleri damar çeperlerine çökeliş yapışarak arteroskleroza neden olur.

Vücutta bulunan kolesterolün % 90'ı safra asitlerinin ve % 10'unun da steroid hormonların sentezinde kullanıldığı kabul edilmektedir.

Mükosterol, maya ve mantarlarda (çavdar mahmuzu) bulunan sterollerdir. En önemli üyesi ergosteroldür. Ergosterol vitamin D₂ nin öncül maddesidir. UV ışığı etkisiyle vitamin haline dönüşür.

Safra asitleri de 24 C'lu steroidlerdir. Ön madde olarak kolesterolden yararlanılarak tüm hayvansal organizmalarda sentezlenebilir. Kolesterolün yan zincirindeki son üç karbon atomu oksidasyona uğrayarak parçalanır ve karboksil grubu oluşarak safra asitleri meydana gelir.

Safra asitleri başlıca karaciğerde sentezlenirler. Safra kesesinde toplanırlar ve bir kanalla ince bağırsağa salgılanır. Safra asitlerinin oluşturduğu tuzlar (anyonlar) yağları emülsiyon haline getirerek, lipaz enziminin yağlarla değme yüzeylerini artırır ve kolaylıkla hidroliz olmalarını sağlar.

3.4.2.3. Prostaglandinler

Prostaglandinlerden, "Omurgalılarda Eikosanoidlerin Önemi" bölümünde ayrıntılı olarak bahsedilecek.

3.5. Temel Yağ Asitleri

Yağsız diyetle beslenen fareler üzerinde yapılan araştırmada; büyümenin gecikmesi, böbrek fonksiyon bozuklukları, cilt sorunları ve üreme fonksiyon bozuklukları gibi rahatsızlıklar bulunmuştur. Doymuş ve mono doymamış yağ asitleri semptomların kaybolmasında etkisiz kalmıştır (BURR ve BURR, 1930). Bu yağ asidini içermeyen sentetik besinlerle beslenen böceklerde de çeşitli büyüme ve gelişme bozuklukları, kanat malformasyonları, deri değişiminde başarısızlık ve büyümede gecikme görülmüştür. Ancak birden fazla doymamış bağıra sahip olan linoleik ve linolenik asitler gibi yağ asitleri verilince semptomların ortadan kalktığı gözlenmiştir (DADD, 1981). Bu da bize hayvansal organizmaların ancak iki çift bağılı yağ asitlerine kadar olan yağ asitlerini sentezlenebildiğini göstermektedir. Birden fazla doymamış bağıra sahip olan linoleik, linolenik ve arakidonik asitler hayvansal organizmada sentez edilemez ve mutlaka dışarıdan alınması gereklidir. İşte organizmada sentezlenemeyen

ve besinlerle birlikte alınması gerekli olan linoleik, linolenik ve arakidonik asitlere, temel yağ asitleri denir. Bunlar daha çok fosfolipitlerin yapısına katılırlar ve poikloterm organizmaların hücre zarını donmaya karşı korurlar. Hayvanlar elongasyon/desaturasyon yolu ile linoleik asitten (18:2n-6) arakidonik asidi, linolenik asitten (18:3n-3) ise eikosapentaenoik asit (20:5n-3) gibi 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri sentezlerler. Sentezlenen bu yağ asitleri eikosanoidlerin sentezlenmesinde kullanılırlar.

3.5.1. Eikosanoidler

Eikosanoid; eikosatrienoik asit (homo- γ -linolenik), arakidonik asit ve eikosapentaenoik asit gibi 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin tüm oksijenli metabolitleri için kullanılan bir terimdir (COREY ve ark., 1980). Bilinen eikosanoidlerin başlıcaları; prostaglandinler, epoksieikosatrienoik asitler, hidroksieikosatetraenoik asitler, lökotrienler, lipoksinler, hidroperoksi eikosatetraenoik asitler ve tromboksanlardır.

Eikosanoidler arakidonattan sentezlenirler. En önemli özellikleri;

- 1) Oldukça güçlü biyolojik sinyal moleküllerdir.
- 2) Kısa olan (dar olan) haberciler olarak rol oynarlar.
- 3) Üretildikleri hücrelere yakın dokulara etki ederler.
- 4) Etki mekanizmaları etki ettikleri doku tipine göre değişir.
- 5) Bunların ömürleri kısadır. Kısa sürede parçalanırlar yıkım reaksiyonları karaciğerde gerçekleşir.

3.5.1.1 Omurgalılarda Eikosanoidlerin Önemi

3.5.1.1.1 Omurgalılarda Prostaglandin

Birçok memeli hücresi fosfolipaz A₂'nin işlevi ile membran fosfolipitlerinin β -karbonundan aşırı doymamış yağ asitlerini hidrolizlerler. Eikosatrienoik, arakidonik ve eikosapentaenoik asitler, siklooksijenaz yolundan prostaglandin ve tromboksanlara dönüşürler. Prostaglandinler (PG) iki gruba ayrılırlar.

- 1) Eterde çözünenler: PGE
- 2) Fosfat tamponunda çözünenler: PGF

Her bir grup çok sayıda alt gruba ayrılır: PGE₁, PGE₂ vs. Prostaglandinler halka oluştururken içerdikleri çift bağlar rakamla gösterilir. Örneğin: PGE₂ 2 çift bağ taşır. PGE₁ Dihomolinolenik asitten, PGE₂ arakidonik asitten ve PGE₃ eikosapentaenoik asitten oluşur. Fizyolojik yönden en önemlisi PGE₂ dir. Prostaglandinler ilk kez koçun prostat bezi ve seminal vesiküldeki seminal plazmadan izole edildiği için bu ad verilmiştir

Prostaglandinlerin görevleri;

- Düşük konsantrasyondaki PGE₁, lipoonik asitten, epinefrin, glukagon TSH gibi hormonların lipolitik etkilerini inhibe eder.
- PGE₁ yağ hücrelerinde adenilat siklazı inhibe eder, diğer bazı hücrelerde ise PG'ler adenilat siklazı uyarır.
- İnflamasyonun uyarılmasını sağlar.
- Özel organlara kan akışının düzenlenmesinde görev alırlar.
- Membramlarda iyon taşınmasının kontrolünde oldukça önemlidirler.
- Nöronlar arasında sinaptik geçişi düzenlenmektedirler.
- Düz kasların kasılmasına yol açarlar.
- Tedavide; gebeliğin önlenmesi, zamanında doğumun başlatılmasını hamileliğin sonlandırılmasını, gastrik ülserin önlenmesi ve hafifletilmesi ve enflamasyonun kontrolü için kullanılırlar.
- Prostaglandinler, trombosit, tiroid, adenohipofiz ve akciğerlerde cAMP'de artışına neden olmalarına rağmen, renal tübüler hücrelerinde ve yağ dokusunda cAMP' de düşüşe neden olurlar.
- Trombosit agregasyonunun kontrolünde görev alırlar.
- Böbrekte ADH etkisinin engellenmesini sağlarlar.
- PGG₂, PGH₂, trombositleri kümeleştirir, PGI₂ ise kümeleşmeyi önler.
- Somatostatin; PGE₂ sentezini artırır. PGE₂ de midede HCI salgısını inhibe eder.
- Sinirlerde impuls iletimini düzenler.
- Ateş yükseltici bir etkiye sahiptirler.
- PGE₂ zor doğumlarda uterus kaslarının çalışmasını sağlamak için bir ilaç olarak kullanılır.
- PGI₂ by-pass ameliyatlarında kan pıhtılaşmasını önlemek için kullanılır.

- Bazı prostaglandinler kan damarlarının genişletilmesinde görev alır.
- Prostaglandin I₂ (PGI₂) ise aksine trombosit agregasyonunu önler.
- Steroid hormonlar membran fosfolipitlerinden arakidonik asit meydana gelmesini, dolayısıyla prostaglandinlerin sentezini önleyerek yangı olayını önlerler. Aspirin siklooksijenaz enzimi inhibe ederek prostaglandinlerin sentezini önler.
- Prostaglandinler eritrositlerin kapilerden geçişleri sırasında deforme olabilme yeteneklerinin düzenlenmesinde rol oynayabilirler.
- Prostaglandinler reseptörler aracılığı ile G proteinlerine bağlanırlar ve hücre içi cAMP ve IP₃ düzeylerini etkilerler.
- Aspirin ve indometosin gibi steroid olmayan antiinflamatuar ilaçlar lökotrien yolunu serbest bırakırken siklooksijenazı inhibe ederler. Aspirin siklooksijenazı asetilleyerek geri dönüşsüz olarak inaktive eder ve aspirinin etkisi ancak hücreler tarafından yeni enzim sentez edildikten sonra ortadan kalkar.

3.5.1.1.2 Lökotrien

Lökositler tarafından sentezlenen ve üç adet konjuge çift bağ taşıyan maddelerdir. Lökotrienlerin görevleri:

- Lökotrienler en küçük bronşiyelleri daraltmada ve astıma neden olmada histaminden ve prostaglandinlerden 100-1000 kat daha etkilidir. LTC'nin küçük bronşiyelleri daraltmada etkisinin histaminden 600-9500 kat fazla bulunmuştur. Lökotrien C₄ (LTC₄) ve LTD₄ kan damarları geçirgenliğini arttırmada histaminden çok daha etkilidirler.
- Lökotrienler birkaç kan hücresi ve doku hücreleri tarafından meydana getirilmekte ve incitici, yaralayıcı etkilere karşı önemli tepkiler oluşturmaktadır.
- Memelilerde ağır şekilde yaralanmalar sonucu lokal yangı tepkimeleri ile birlikte şok benzeri tepkimeler görülür. Bu tepkimeler sistenil lökotrienlerin enjeksiyonunda gözlenen tepkimelere benzerler. Lökotrien C₄ (LTC₄) ve LTD₄ küçük kan damarlarında tonus değişiklikleri, dokuda ödem, kalp kasında fonksiyon bozukluğu bronşlarda daralma yaratırlar. Bu etkiler ileri derecede olur ve telafi edilemez ise, ölümle sonuçlanan şok görülür.
- Bir peptit lökotrien olan LTC₄ yaralanmada görülen tepkimelere aracılık etmektedir.

- Steroidlerin (örneğin kortizonun) yangıyı önlemesi ve romatizmayı tedavi edici etkileri, fosfolipitlerden arakidonik asit meydana gelmesini önlemesi ile olmaktadır. Arakidonik asit olmayınca lökotrienler sentezlenemez.
- Kas kasıcı ve kemotaktik özelliğe sahiptirler. Bu durum allerjik reaksiyonlarda ve enflamasyonda önemlidir.
- İmmünolojik ve immünolojik olmayan uyarılara cevap olarak lipooksijenaz yolu ile lökositlerde, trombositlerde ve makrofajlarda oluşurlar. Lipooksijenaz bir dioksijenaz olup araşidonik asitin 5, 12 ve 15. konumlarına O₂'i sokarak hidroperoksitleri oluşturur. Sadece 5 lipooksijenaz, lökotrienleri meydana getirir (COREY ve ark., 1980).

3.5.1.1.3 Tromboksan

Tromboksanlar 6 üyeli eter halkası içeren bileşiklerdir. Tromboksanlar trombositlerde sentez edilir ve salıverişlerinde vazokonstrüksiyon ve trombosit agregasyonuna neden olurlar. Prostaglandinler (PGI₂) kan damarlarının duvarlarında üretilirler ve trombosit agregasyonunun güçlü inhibitörleridirler. Böylece, tromboksanlar ve prostasiklinler etkileri açısından antogonisttirler. Grönland eskimolarındaki kalp hastalığının insidensinin düşük olması, trombosit agregasyonunun azlığı ve pıhtılaşma zamanının uzunluğu bunların 3. seri prostaglandinlere (PG₃) ve tromboksanlardan (TX₃) köken olan yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri içeren balık yağlarından büyük ölçüde tüketmelerine bağlanmıştır. (STANLEY-SAMUELSON ve DENNIS, 1993).

3.5.1.2 Omurgasızlarda Eikosanoidlerin Önemi

İyon akışının düzenlenmesi

Birçok diğer tatlı su midyeleri gibi *Ligumia subsrastrata*, vücut sıvısını deniz suyuna oranla daha hiperosmotik olarak muhafaza etmektedir. PGE₂ sodyum miktarını düzenleme sisteminin bir parçası olarak görülmektedir, çünkü vücuttaki PG sentezini inhibe eden indometasin enjeksiyonu sodyum akışını arttırmaktadır. Ayrıca PGE₂ yapılan deneylerde canlıya enjekte edildiğinde, sodyumun vücut içine akışı normal değerinden beş kat daha azalmıştır. Sonuçta PGE₂'nin sodyumun vücut içine alınmasında büyük rol oynadığı deneylerle açıklanmıştır (STANLEY, 2000).

Prostaglandinlerin (PG) Ateş ve Termoregulasyonda önemi

PGE₁ bir çok memeli türünde (tavşan, kedi, kobay) enfeksiyon sırasında canlı vücudunda ateş olarak düzenleme gösterir. Ateş ayrıca memeli olmayan canlılarda da görülür, fakat çoğu zaman bu ateş vücut içindeki fizyolojik mekanizmadan olduğu görülmektedir. Davranışa bağlı ateş oluşumu kurbağa, kertenkele ve birçok balıkta incelenmiştir. Bu ve bunun benzeri sonuçlar PG'lerin birçok omurgasızın termoregulasyon olaylarının bir parçası olduğunu göstermiştir. Bu fikir PG'lere, canlıların verdiği tepkilere dayanarak kabul edilmiştir (STANLEY, 2000).

Yavruyu yumurtadan çıkarma

Yavruyu yumurtadan çıkarma maddesi PG olduğu zannedilmektedir. Canlıdan izole edilen yumurta çatlatma maddesi TLC de PG gibi davranış göstermiştir. Bu da maddenin PG olduğunu desteklemektedir. Memelilerde PG sentez inhibitörü olan aspirin varlığına PGler yumurta çatlatma olayını gerçekleştirememektedirler (STANLEY, 2000).

Yumuşakçalarda Üreme

PG'ler tatlı su salyangozlarında yumurta oluşumunu uyarmaktadır (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1988).

Deniz Yıldızlarında Oositlerin olgunlaşması

Arakidonik asit ve eikopentaenoik asitler deniz yıldızlarında oosit olgunlaşmasını uyarmaktadır. Aşırı doymamış yağ asitlerinden sentezlenen bu iki yağ asidi oosit olgunlaşmasında özgün bileşiklerdir. Yumurta olgunlaşması hücreler arası kalsiyuma ve fizyolojik konsantrasyonuna bağlıdır. Adı geçen yağ asitleri olgunlaşma (germinal keseciğin parçalanması, üretkenlik, verimlilik ve larva gelişimi) programını uyarmaktadır.

Süngerlerde hücre Agregasyonu (Hücre birikimi)

STANLEY-SAMUELSON ve DENNIS, *Microsione prolifera* türünde kalsiyuma bağlı hücre agregasyonunun Lökotrien B₄ (LTB₄) tarafından uyarıldığını

ileri sürmüşlerdir. Araştırmada 0,2 ve 1,2 mg dozlarda LTB₄ canlıya uygulandığında hücre agregasyonunun hızla uyarıldığı görülmüştür. Bu etkinin sadece LTB₄'e ait olduğu zannedilmektedir; çünkü PG'lerden A, B, D, E, ve F olanları ve sekiz lipooksijenaz ürünü bu agregasyonu gerçekleştirememektedir (STANLEY-SAMUELSON ve DENNIS, 1993).

3.6. Böcek Fizyolojisinde Lipitler

3.6.1. Böcek Fizyolojisinde Lipitlerin Önemi

Çoğu böceklerde, total 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; yapısal, fizyolojik ve enerji deposu olarak rolleri vardır. Böceklerde doymuş ve doymamış yağ asitleri; hidrokarbonların, mumların, feromenlerin, ve aşırı doymamış yağ asitlerinin biyosentezinde öncül maddelerdir. Ayrıca korunma salgılarında bileşenlerini oluştururlar (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1988). Bu kimyasalların tümü böceklerdeki yağ asitlerinin önemini vurgulamaktadırlar.

3.6.1.1. Mumlarda yağ asitlerinin rolü

Yağ asitleri ve bunların metabolizma ürünleri, hidrokarbonlar ve mum esterleri böcekleri karasal çevrede su kaybını önleyerek kurumadan koruyan kutikular lipitleri içerirler. Kutikular lipitler ayrıca tarımsal kimyasalların absorpsiyonuna etki eder ve kimyasal iletişimde fonksiyon görürler. Böcek kutikular lipitleri integümentin dışındaki tabakada bulunan alifatik metallerden oluşurlar. Bunlar düz zincirli, doymuş, doymamış, metil dallı hidrokarbonlar, mum esterleri, ketonlar, alkoller ve asitleri ihtiva eden apolar metallerin kompleks bir karışımını içerirler. Birçok böcek türünde bu şekilde bulunan yağ asitleri 16 ve 18 karbonlu doymuş ve doymamış bileşenlerdir.

Ayrıca 24 ve 34 karbonları arasındaki daha uzun yağ asitlerinede rastlanmıştır (BLOMQUIST ve ark., 1987).

3.6.1.2. Feromenlerde yağ asitlerinin rolü

Karıncalar yuvalarını, balarılarını da kovanlarını çok uzaklara gitseler de şaşırmadan bulurlar. Bazı böcek larvaları tehlike anında hemen bir araya toplanarak korunurlar. Pek çok hayvan da yaşadıkları alan üzerinde belirgin bir hakimiyete sahiptir. Bunların yanı sıra tüm böcek türlerinde çiftleşmek isteyen erkek ve dişiler uzak mesafelerde de olsalar birbirlerini kolaylıkla bulurlar. Bu davranışlardaki ortak nokta; tümünün bir tür haberleşme sayesinde gerçekleşiyor olmasıdır.

Pek çok canlı türü haberleşmek için bir tür işaret kullanır. Böceklerin kullandıkları işaretin adı feromendir. Feromen "hormon taşıyıcıları" anlamındadır ve aynı türün üyeleri arasında kullanılan kimyasal maddelerdir. Genellikle özel bezlerde üretilerek çevreye bırakılırlar. Böceklerin davranışlarında değişikliklere neden olurlar.

Birçok böcek türü özellikle Lepidoptera dişileri tarafından üretilen eşey feromenleri yağ asitlerinin türevidirler. Yaklaşık 120 lepidopter türünün eşey feromen yapıları bilinmektedir. Çoğu türler; hidrokarbonlar, epoksihidrokarbonlar, alkoller, asetatlar, aldehytler, ve ketonlar içeren alifatik düz zincirli bileşenleri kullanırlar. Lepidopter eşey feromenlerinin karbon sayıları genellikle 10 ile 21 arasında değişir. Buradaki spesifiklik fonksiyonel grubun yapısı, karbon zinciri uzunluğu, çift bağların sayısı, pozisyonu ve geometrisidir. Çoğu dipterlerin eşey feromenleri yağ asitlerinden türetilen hidrokarbonlardır. Ayrıca coleopter türlerinin birçok feromeni de yağ asitlerinden türetilirler.

3.6.1.3. Savunma salgılarında yağ asitlerinin rolü

Böceklerin savunma salgısında bulunan bileşenler keto, kinon, hidrokarbon, alkol, fenol, steroid ve karboksilik asitlerdir. Coleopteranın salgıları yağ asitlerini de kapsarlar. Bu salgılardaki yağ asitleri metil dallı ve hidroksi asitler ile düz zincirli bileşenlerdir. Bir karınca türü olan *Atta sexdens*'in ergin işçilerinin başlıca salgısı β -hidroksidekanoik asittir. Savunma salgılarında en genel yağ asitleri 12 ve 18 karbon sayısı arasında değişen doymuş ve doymamış bileşenlerdir (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1988).

3.6.1.4 Kolesterolün yapımında yağ asitlerinin önemi

Hayvan dokularındaki ana sterol madde kolesteroldür. Kolesterol bütün hayvansal dokularda, pek çok hayvansal hücrenin membranlarında, kan plazmasının lipoproteinlerinde bulunur ve karaciğerde sentezlenir. Böcekler, kolesterolü sentezleyemez ve besinlerle birlikte almak zorundadırlar. Fitofaj böcekler ise besinlerinde bulunan sterolü kolesterol sentezinde kullanırlar. Elde edilen kolesterol, ektizon veya 20 hidroksiektizon olarak bilinen deri değiştirme hormonunun sentezinde kullanılmaktadır. Ayrıca hücre membranının yapımında rol almaktadır (SVOBODA, 1999).

3.6.2. Böcek Fizyolojisinde Eikosanoidlerin Önemi

Yağ asitlerinin böceklerde bilinen bu rolleri dışında her geçen gün yeni görevleri tespit edilmektedir. Bunun yanı sıra yağ asitleri biyolojide önemini korumaya devam etmektedir. Örneğin; tespit edilen 16 böcek türünün temel bir yağ asidi olan linoleik asidi sentezlemeleri önemli bir bulgudur. Bu bulgunun keşfinden önce, tüm hayvanların birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerini sentezleyemediklerine inanılırdı. Aşırı doymamış yağ asitlerinin sentezi önemlidir. Bazı türlerin endojen olarak ürettikleri, bazı türlerin ise besinlerle aldıkları aşırı doymamış yağ asitleri; ikincil habercilerin, prostaglandinlerin, tromboksan ve lökotrien gibi biyolojik bakımdan aktif bileşikler olan eikosanoidlerin öncül maddeleri oluşturmak üzere modifiye olurlar. Böcek fizyolojisinde eikosanoidlerin önemini sıralayacak olursak;

Üreme

PG'ler *T. commodus*'ta yumurta bırakma davranışını uyarırlar. Eşeyssel olarak olgunlaşan ergin dişilerin abdomenleri yüzlerce ergin yumurta ile doludur. Döllenme erkekteki spermatoforum, dişinin genital organına transferi ile gerçekleşir. Spermatoforum içeriği spermetakaya girer. Çiftleşmeden sonra, spermateka ve hemolenfte PG miktarında artış gözlenmiştir. PG sentetazın çiftleşme esnasında, erkekten dişiye transfer edildiği sanılmaktadır. Bakire (virgin) dişilerde ise PGE₂'nin substratı olan arakidonik asit bulunmasına rağmen PGE₂ tespit edilememiştir. Demek ki çiftleşme esnasında spermatofor yoluyla prostaglandin sentezleyen kompleks, erkekten dişiye aktarılmıştır. Ayrıca virginlerin vücut boşluğuna PGE₂'nin enjeksiyonu

yumurtaların bırakılmasını sağlamıştır. Spermatoforlarda PGE₂ 20 pgl miktarındadır. Oysa çiftleşen dişilerde 500 pgl düzeyine ulaşmaktadır. Demek ki dişi, çiftleşme esnasında erkekten aldığı bir faktörü kullanarak PGE₂ yi sentezler. Yumurta bırakma aktivitesi (STANLEY-SAMUELSON ve LOHER, 1983).

Ayrıca PGE₂ nin *Acheta domesticus* ve *Bombyx mori*'de de yeni çiftleşmiş dişilerinde yumurta bırakmayı uyardığı tespit edilmiştir (STANLEY-SAMUELSON ve MILLER, 1998).

Nodülasyon oluşturma

Nodulasyon, böceklerde ve diğer omurgasızlarda bakteriyel enfeksiyonlara karşı geliştirilen en önemli hücrel savunma reaksiyonudur. Bu olay, hemositlerin mikroagregasyonu ile başlayan kompleks bir işlemdir. Bakteri hücreleri, mikroagregatlar içinde hapsedilir bu arada diğer hematositlerde bu bölgeye akın eder. Sonuçta 0,1 mm çapında koyu nodüller oluşur ve bakteri hücreleri dolaşımdan temizlenir. Nodulasyon oluşumunda, 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin (20:3n-6, 20:4n-6 ve 20:5n-3) oksijenli metabolitleri olan eikosanoidlerin rolünün olduğu saptandı. Kriket *Gryllus assimilis* erginleri ile yapılan çalışmada, eikosanoid biyosentezi, dexamethazone ile inhibe edildiğinde, nodulasyon oluşumunun önemli oranda indirildiği saptandı. Böceğe, eicosanoidin öncül maddesi olan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asidi arakidonik asit verildiğinde nodulasyonun tekrar olduğu saptandı (MILLER ve ark., 1999). Ayrıca eikosanoid biyosentezinin inhibe edilmesi ile bakteriyel enfeksiyonlara karşı oluşan nodülasyonu oluşumunun engellendiği *M. sexta* (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1991), *P. americana* (TUNAZ ve STANLEY, 1999), *Colias eurytheme* (STANLEY ve ark., 1999), *M. septendecim* (TUNAZ ve ark., 1999), *A. mellifera* (BEDICK ve ark., 2001), *Ostrinia nubilalis* (TUNAZ ve ark., 2003) türlerinde de tespit edilmiştir.

Termobiyoloji

Bazı böceklerde PGE₁ enjekte edildikten sonra vücut sıcaklığının yükseldiği gözlenmiştir. Ayrıca çöl ağustos böceklerinde de sıcaklığın ayarlanmasında PGE etkili olduğu tespit edilmiştir.(STANLEY, 1987)

Yağ hareketinin mobilizasyonu

YAMAHA VE RAMAIAH (1980) yaptıkları çalışmada, PGE'in ipek böceği *B. mori* de yağ mobilizasyonunu azalttığı tespit etmişlerdir.

İyon ve su akışının denetimi

Ergin karınca *Formica plicetenea*'dan izole edilen malpighi tüplerinin *in vitro* preparasyonlarında eikosanoit biyosentezinin inhibe edilmesi, sıvı salgılama hızını indirmediği gözlemlendi. Çeşitli bileşikler içeren eikosanoitlerden sadece prostaglandin sentezinin inhibe edilmesi yine aynı etkiyi göstermiştir. Bu sonuç, prostaglandinlerin, malpighi tüplerindeki sıvı salgılama hızını düzenlemede rol aldıklarını gösterir. Ayrıca, eikosanoitlerin sivrisineklerin malpighi tüplerindeki epithelial iyon ve su akışını düzenlediği de tespit edilmiştir (PETZEL ve STANLEY, 1992).

Savunma salgısı

Prostaglandinlerin biyosentezinin böceklerdeki savunma salgısını inhibe ettiği tespit edilmiştir. Prostaglandinlerin bu inhibisyon etkisi, yine böceklerde prostaglandinlerin rol aldığı yumurta bırakma davranışı gibi bazı fizyolojik olaylara aracılık etmektedir (JURENKA ve ark., 1986).

Bu tür sonuçları elde edebilmek için seçilmiş eikosanoit sentez inhibitörü kullanılarak eikosanoitlerin oluşturduğu özel fizyolojik aktiviteler ve olaylar gözlemlenmiştir.

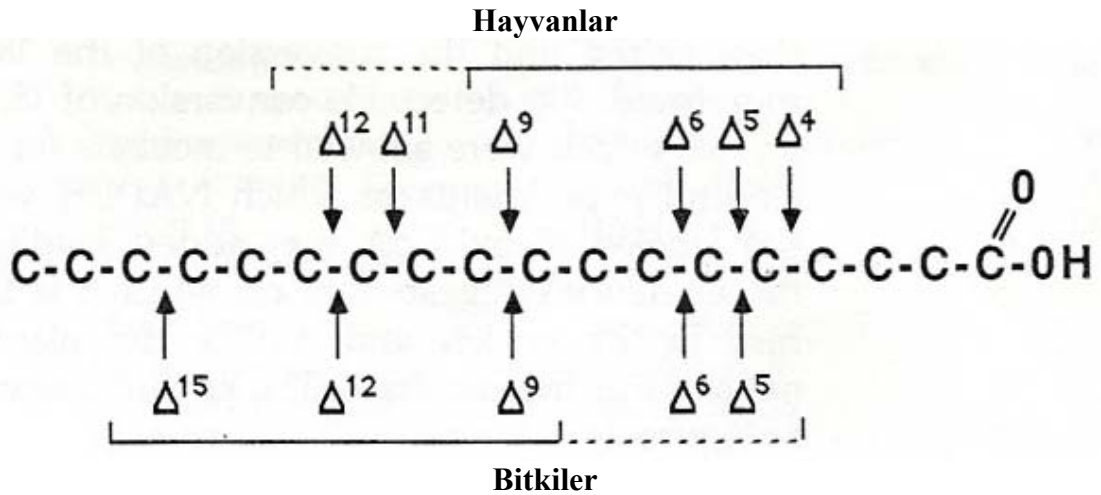
3.6.3. Böceklerde Aşırı Doymamış Yağ Asitlerinin Biyosentezi

Bazı yağ asitleri; yumurta içinde korunma ile anneden yavruya geçer. Beslenme başlayınca besinsel yağ asidi absorbe edilir ve modifikasyona (değişikliğe) uğramadan vücut dokusuna sokulur. Bu bileşenler enerji kaynağı olarak kullanılır. Şeker ve bazı amino asitlerden sentezlenen yağ asitleri ise dokularda birleştirilerek bir dizi enzim sistemi ile değişikliğe uğratılır. Kısacası; böceklerdeki yağ asitleri iki kaynaktan sağlanır. Birincisi besinden direkt alınan yağ asitleri, ikincisi ise şeker ve amino asitlerden sentez yoluyla elde edilen yağ asitleridir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda aşırı doymamış yağ asitlerinin metabolik olarak birbirine dönüşümünde yaş, üreme durumu, doku ve mevsimin etki edebileceği tespit edilmiştir.

Hayvanlarda çifte bağlar $\Delta^4\Delta^5\Delta^6\Delta^9$ (karboksil ucundan sayılarak) konumlarında katılabilmelerine rağmen, hiçbir zaman Δ^9 konumundan öteye bir ekleme yapılamaz. Buna karşılık bitkiler $\Delta^9\Delta^{12}\Delta^{15}$ konumlarında yeni çifte bağlar ekleyebilirler ve böylelikle beslenme açısından temel olan yağ asitlerini sentezleyebilirler (Şekil 1). Bununla

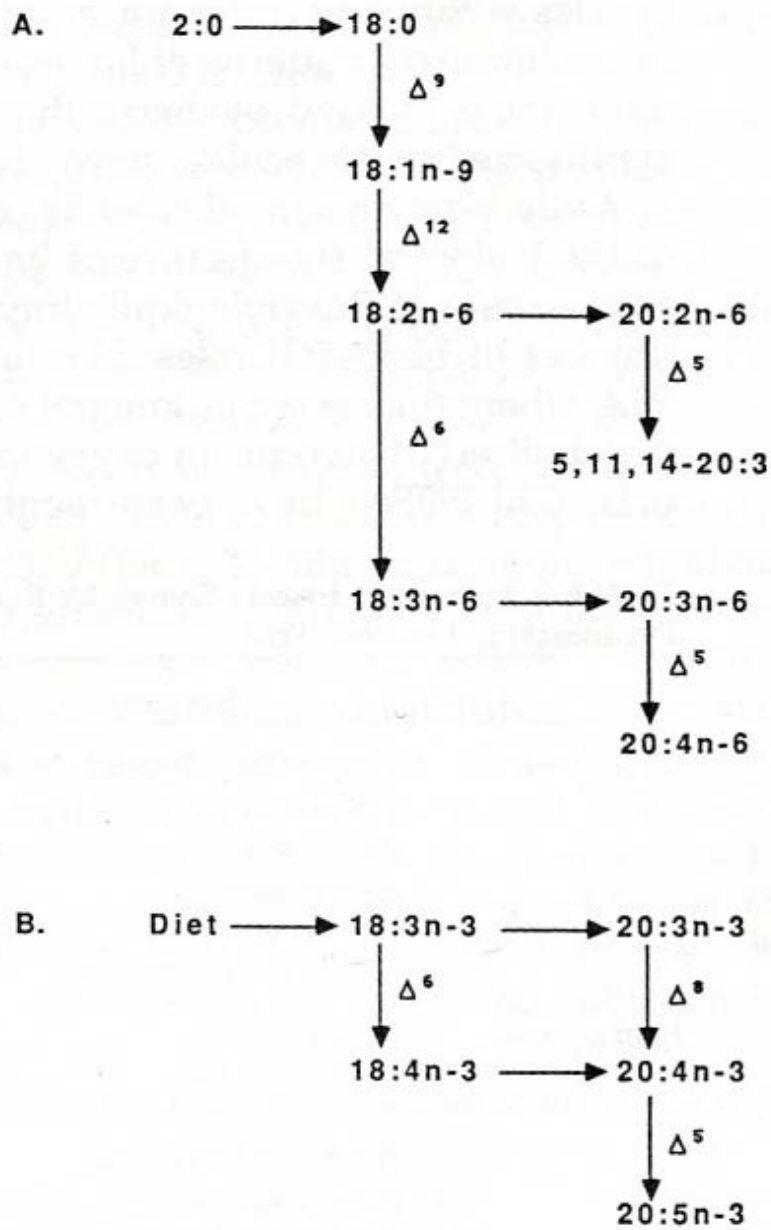
beraber, $\Delta^{12}\Delta^{15}$ desaturaz enzimleri çok az sayıda hayvanda, $\Delta^5\Delta^6$ desaturaz enzimleri ise çok az sayıda bitkide tespit edilmiştir (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1988).



Şekil 2. Bitki ve hayvanlarda meydana gelen desaturaz reaksiyonları

Hayvansal dokularda *de novo* yöntemi ile asetata sırasıyla 2'şer karbon ekleyerek stearik asit sentezlenebilir. Palmitik asit ile stearik asit, birçok tek doymamış ve çok doymamış yağ asitlerinin sentezinde öncül bileşik olarak kullanılmaktadır. Düz endoplazmik retikulumda bulunan yağ asiti açıl-CoA desaturaz, sitokrom b₅ redüktaz ve sitokrom b₅ kullanılarak yağ asiti açıl grubuna çift bağ sokulabilmektedir (ONAT ve ark., 2002).

Hayvanlarda yağ asitlerinin 10. karbon atomu ile karboksil karbonu arasında desaturazlar aracılığı ile çift bağ sokulabilmekte, fakat 10. karbon atomu ile metil ucu arasında çift bağ oluşturulamamaktadır. Palmitoleik asit kullanılarak oleik asit (18:1, Δ^9) sentezlenebilmesine rağmen, linoleik (18:2(n-6), $\Delta^{9,12}$) ve α -linolenik asit (18:3(n-3), $\Delta^{3,12,15}$) gibi aşırı doymamış yağ asitleri sentez edilememektedir. Organizmada birçok bileşiğin sentezi için gerekli olan linoleik ve α -linolenik asitler, hayvanlar için temeldir ve bitkilerden sağlanmaktadır. Besin maddeleri ile alınan linoleik asit, γ -linolenik (18:3(n-6), $\Delta^{6,9,12}$) ve arakidonik asite (20:4(n-6), $\Delta^{5,8,11,14}$) çevrilebilmektedir. Kısacası; ω 6 ailesine ait olan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri yine ω 6 ailesinden olan linoleik asitten, ω 3 ailesine ait olan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri ise yine ω 3 ailesinden olan α -linolenik asitten zincir uzatma (elongasyon) ve desaturasyon sistemi ile sentezlenirler (Şekil 3A, B).



Şekil 3.A. *Periplaneta americana* ve *Teleogryllus commodus*'ta asetattan aşırı doymamış yağ asitlerinin sentez yolu (JURENKA ve ark., 1988).

B. *Galleria mellonella*'da 18:3n-3'ten elongasyon/saturasyon yöntemi ile 20:5n-3'ün sentez yolu (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1987).

1961 yılına kadar linoleik asidin omurgalılarda olduğu gibi böcekler için de normal büyüme ve gelişme için gerekli ve temel bir yağ asidi olduğu düşünülüyordu. Fakat, bir hamamböceği türü olan *P. americana* (LOULOUES ve ark., 1961), bir bezelye afiti (yaprak biti) olan *Myzus persicae* (STRONG, 1963), bir termit türü olan

Captotermes formosanos'un (MAULDIN ve ark, 1972) linoleik asiti sentezleyebildikleri öne sürüldüyse de bazı nedenlerden dolayı bu sonuçlar kuşkuyla karşılanarak benimsenmedi. Bu nedenlerin başlıcaları:

1. Mikroorganizmaların rolü: Böceklerin büyük bir çoğunluğunda misetosit adı verilen hücrelerde simbiyont olarak yaşayan bakteriler, bazı amino asitleri, kolesterolü ve bazı B-vitaminlerini sentezleyerek, bu besin bileşenlerini konukçu böceğe sağlayabilirler. Bu nedenle mikroorganizmaların linoleik asit sentezinde katkısı olabilir.

2. Linoleik asidin kullanılan sentetik besinlere kontaminasyonu: Linoleik asit sentetik besinlere bulaşmış olabilir.

3. İnce tabaka kromatografisi (TLC), Gaz-sıvı kromatografisi (GLC) ve Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) gibi analitik tekniklerin fazla gelişmemiş olması nedeniyle linoleik asit sentezinin ayrıca kromatografik olarak desteklenememesi.

Fakat daha sonra ilk olarak 1982 yılında yayınlanan bir çalışmada ince tabaka kromatografisi, radio-gas-sıvı kromatografisi gibi teknikler ve radyoaktif maddeler kullanılarak denenen böceklerde, bir termit türü olan *Z. angusticollis*, bir gryllid türü olan *Acheta domesticus* ve bir hamam böceği türü olan *P. americana*'nın linoleik asidi sentezledikleri saptandı (BLOMQUIST ve ark., 1982).

Tablo 6. Linoleik asit sentezi yapan böcek türleri (DE RENOBALLES ve ark., 1990).

Orthoptera	<i>Periplaneta americana</i> <i>Periplaneta japonica</i> <i>Periplaneta fuliginosa</i> <i>Acheta domesticus</i> <i>Teleogryllus commodus</i> <i>Melanogryllus desertus</i>
Homoptera	<i>Myzus cerasi</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Prociphilis fraxinifolly</i> <i>Acyrtosiphon pisum</i> <i>Planococcus citri</i> <i>Bemisia argentifolii</i>
Isoptera	<i>Zootermopsis angusticollis</i> <i>Captotermes formosanus</i> <i>Reticulitermes flavipes</i>
Neuroptera	<i>Chrysopa carnea</i>

Bu tarihten sonra benzer teknikler kullanılarak yapılan çalışmalarda, Orthoptera, Homoptera, Isoptera ve Neuroptera ordolarına ait toplam 16 böcek türünün bu yeteneğe sahip oldukları tespit edildi.

Ayrıca, son zamanlarda yapılan bir çalışmada, *Bemisia argentifolii*'nin hem linoleik hem de linolenik asitleri sentezleyebildiği tespit edildi. (BUCKNER ve HAGEN, 2003).

3.6.4. Böceklerde Lipitlerin Hidrolizi, Emilimi Ve Taşınımı

Orta bağırsak hücrelerinin ürettiği lipazın, besinsel triaçilgliserollerini hidrolizlemesi sonucunda, omurgalılardaki gibi monoaçilgliserol ve serbest yağ asitleri oluşur. Fakat bazı türlerde özellikle orta bağırsak lümenindeki yüksek PH; lepidopterlerde, serbest gliserol ile yağ asitlerinin oluşumuna sebep olur (TURUNEN ve CRAILSHEIM, 1996). Fosfolipitlerin sindiriminde rol oynayan fosfolipaz A₁, A₂ (TERRA ve ark., 1996), fosfolipaz C ve D (TURUNEN, 1993) gibi enzimler orta bağırsakta bulunur.

Absorbe edilen yağ asitleri, bağırsakta (orta bağırsaktan sonraki bölgesinde) diaçilgliserol, triaçilgliserol ve fosfolipide dönüşür. Bazı böceklerde diaçilgliserol, ya hemolenfe verilir ya da triaçilgliserole dönüşür. Triaçilgliserol, absorbe edilen yağ asitlerinin rezervidir. Böceklerde hemolenfe verilen yağ asitleri diaçilgliserol formunda, omurgalı hayvanlarda ise triaçilgliserol şeklindedir (CANAVOSO ve WELLS, 2000).

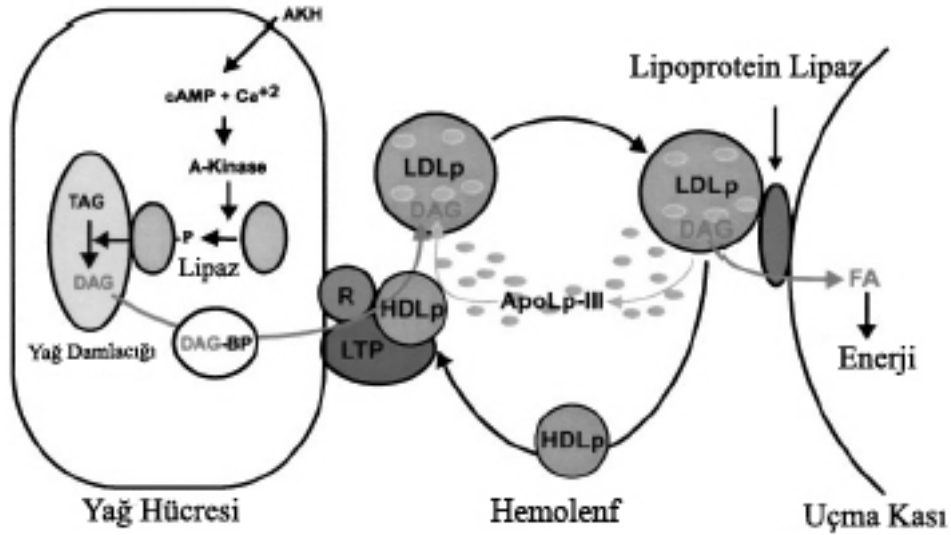
Hemolenfe verilen diaçilgliserol, kanda lipoforin adı verilen lipoprotein tarafından taşınır. Birkaç böcek ordosunun kullanıldığı *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarda, lipit sindiriminden sonra hemolenfteki esas lipidin diaçilgliserole olduğu kanıtlanmıştır (TSUCHIDA ve WELLS, 1988).

3.6.5. Yağ Depolama ve Mobilizasyon

Böceklerde depo lipitlerin çoğu yağ dokuda bulunur. Yağ dokuda bulunan lipitlerin % 90'dan fazlası triaçilgliseroldür (CANAVOSO ve ark., 1998).

Böceklerdeki lipitler omurgalılardaki gibi serbest yağ asitleri şeklinde değil, diaçilgliserol olarak mobilize edilirler. Mobilizasyona neden olan hormonlar: adipokinetik hormon (AKH) ve oktopamindir (BEENAKKERS ve ark., 1985). Adipokinetik hormon lipazı aktive eder. Lipaz ise yağ dokudaki triaçilgliserolü

diâçilgliserole çevirir. Hemolenfe verilen diâçilgliserol lipoferin adı verilen lipoproteinler tarafından taşınarak aktif doku olarak bilinen uçma kaslarına ve oosite taşınır. Uçma kasında oluşan yağ asitleri enerji amacıyla kullanılırken, oosite ise depolanır (CANAVOSO ve ark., 2001).



Şekil 4. Yağ doku tarafından üretilen Düşük Yoğunluklu Lipoforinin (LDLp), diâçilgliserolü (DAG) uçma kasına taşınması modeli (CANAVOSO ve ark., 2001). AKP, Adipokinetik hormon; TAG, triâçilgliserol, DAG-BP, diâçilgliserol bağlayıcı protein; HDLp, Yüksek yoğunluklu lipoforin, LTP, Lipit transfer partikülü; apoLp-III, Apolipoforin-III; FA, yağ asidi; R, reseptör.

3.7. Neuroptera (=Planipennia)=Sinirkanatlılar Ordosunun Genel Özellikleri

Neuroptera üyeleri, birbirine benzer bir çift zarımsı kanada sahip olmaları ve dinlenme sırasında kanatlarını çatı şeklinde vücutlarının üzerine katlamaları ile diğer üst takımlardan kolayca ayrılırlar (Şekil 5). Kanatları ilkel bir yapı gösterir ve bir çok enine damar taşır, bu nedenle sinir kanatlılar da denir (DEMİRSOY, 1990).

Bazen damar boyunca tüylü ve çevresi saçaklı, mandibüllü ağız parçaları, gözler bazen renkli, genellikle filiform antene sahip bazı familyalarda sopa şeklindeki antenlerin ucu topuzlu ya da tarak şeklinde, ayaklar beş tarsal segmentli tarsusa sahip, birçok larva çatal boynuzlu uzun tüpler biçiminde delici-emici mandibülleriyle birer aktif predatördürler (STANGE ve LUCAS, 1981; STANGE ve MILLER, 1990).

Neuropter larvalarının orta barsak ve son barsakları bağlantılı değildir, çünkü son barsaktaki malphigi tüpleri pupa yapmak için ipek üretecek biçimde özelleşmiş bir organ şeklini almıştır (STANGE ve WANG, 1998).

Baş (Cephalon): Genellikle yuvarlak bir yapıda; alta doğru yönelmiş çiğneyici ağız parçalarına (Ortognat) ve yarım küre şeklinde büyük bileşik gözlere sahiptirler. Nokta gözlere ancak Dilaridae ve Osmolidae’de rastlanır. Her zaman iyi gelişmiş dört segmentli, kıl ya da iplik şeklindeki antenleri şekil bakımından büyük farklılıklar gösterir; nadiren vücudu geçer (bazı Chrysopidae ve Ascalaphidae) ya da vücuttan kısadır (Myrmeleontidae); uç kısımları topuz (Ascalaphidae ve Myrmeleontidae) ya da taraklıdır (Coniopterygidae).

Göğüs (Thoraks): Sınırları belirgin üç segmentten oluşmuş göğsün orta ve arka segmentleri aynı büyüklüktedir. Serbest hareketli ön segment farklı yapıdadır. Örneğin Ascalaphidae’de küçük bir bileziğe dönüşürken, Mantispidae’de uzun bir silindirik şekilde uzamıştır. Orta ve arka göğüs segmentlerinin her biri ovalden uzuna kadar değişen birer çift kanat taşırlar. Kural olarak ön ve arka kanatların büyüklüğü ve şekilleri aynıdır. Bununla birlikte Nemopteridae’de arka kanat tamamen başka türlü yapıdadır. Bunlarda arka kanat hemen hemen bir bant şeklinde genellikle vücuttan çok daha uzundur. Bununla birlikte kural olarak cam gibi saydamdırlar; desenlenme çoğunluk kahverengi benekler şeklindedir. Ayrıca renkli bir pterostigma da taşırlar. Kanat damarları sık damarlar şeklindedir.

Kural olarak dinlenme sırasında abdomenin üzerinde çatı şeklinde dururlar. Uçuşları zayıf pırpır şeklindedir; her iki kanat çiftini bağımsız olarak hareket ettirebilirler. Çoğunlukla kısa mesafelerde geri geri de uçarlar.

Hemen hepsi, birbirinin aynı yapıda üç çift yürüyücü bacağa sahiptir. Bacaklar yarık coxa’ya, 5 segmentli tarsusa, 2 tırnağa ve bu tırnaklar arasında tutunmayı sağlayan bir aerolioma sahiptir.

Abdomen: Uzunca yapılı, çoğunluk zarif ve yumuşak belirgin sınırlara sahip 10 segmentten oluşmuştur. Son ikisi kopulasyon organını oluşturmak için kendine özgü yapısal değişikliğe uğramıştır. Erkek, çiftleşme için bir çift gonopod’a ve oldukça karmaşık yapılı penise sahiptir. Ayrıca bazı Ascalaphidae ve Myrmeleontidae erkeklerinin abdomen segmentlerinde çiftleşmeye yardımcı olan tek ve çift yapılı çıkıntılar vardır.

Döllenme ve Gelişme: Erkeğin, altına kayarak (Coniopterygidae) ya da yanında yer alarak bir spermatofor iletimi ile dölediği dişi, hemen oval-uzun yapılı yumurtalarını bırakmaya başlar. Yumurta bırakma familyalara göre farklı olur. Myrmeleonidae ve Nemopteridae dişileri kumlara ya da gevşek topraklara; Hemerobiidae ve Coniopterygidae tek tek olarak, birçok Chrysopidae gruplar halinde, Ascalaphidae de ise diziler halinde ağaçların dal ya da yapraklarının alt yüzeylerine yapıştırılır. Chrysopidae, Berothidae, Mantispidae ve diğer bazıları, ilk olarak bezlerinden bir salgı iplikçığı yapar, daha sonra yumurtalarını bu iplikçiklerin üzerine yerleştirirler. Ascalaphidae cinsi *Ulula*'da yumurtayı koruyan tam bir mekanizma geliştirmiştir. Öyle ki, dalların ucuna bırakılan yumurtaların daha altındaki dal kısmına, çelenk şeklinde dikencikler yapılarak, avcılarının yumurtaya yaklaşması önlenir. Bırakılan yumurta sayısı 50-8000 (Mantispidae) arasında değişir.

Larva: Yaklaşık 4-30 gün sonra, larvalar, alınlarında bulunan testere şeklindeki yumurta dişi ile; eğer yumurta dişi yoksa yumurta kutbunu bir bilezik şeklinde ayırarak (Myrmeleonidae, Ascalphidae ve Nemopteridae) yumurtayı terk ederler. Gelişmesini tatlı suda tamamlayan Sisyridae hariç, hepsinin larvası karada, en azından bazı Osmylidae türlerinde olduğu gibi yarı karasal olarak gelişir. Larvaların şekli çok farklıdır: Tam basık formlardan (Myrmeleonidae) çok ince uzun formlara (Hemerobiidae) kadar değişir. Kural olarak sadece göğüs ayakları taşırlar. Yalnız Sisyridae (Çamur sinekleri)'de ilk 7 abdomen segmentinde abdomen solungaçlarına dönüşmüş, abdomen üyeleri bulunur. Bunları diğer birçok takımda bulunan etli abdomen ayakları ile karıştırmamak gerekir. Birçok türde 10. abdomen segmenti kancalarla donatılmış, dışarıya doğru itilebilen pygopodial bir tüpe dönüşmüştür. Bu tüpe nesnelere tutunurlar.

Larvalar birbirinin benzeri olan 3 evre geçirirler ve bu arada iki defa deri değiştirirler. Yalnız Mantispidae birbirinden tam farklı iki larva evresine sahiptir. Bu evrelerden bir tanesi geçici bir parazitizm gösterir. Beş larva evresi ancak Avustralya'da yaşayan Ithonidae'de görülür.

Gelişme evreleri zamansal olarak büyük bir spektrum gösterir. Pup oluncaya kadar geçen süre 2 haftadan (Hemorobiidae) 3 yıla (Myrmeleonidae ve Ascalphidae) kadar değişir. Larvalar puplaşma için karada genellikle çift duvarlı bir kokon örerler. Fakat örgü maddesi diğer böceklerin çoğunda olduğu gibi tükürük bezinden değil,

boşaltım ödevi gören Malpigi bezi tarafından salgılanır. Puplaşma döneminde geçici olarak bu görevi yapmaya başlarlar. İpek gibi olan örgü maddeleri anüsten çıkar ve abdomen ucunun hareketleri ile çeşitli yerlere bağlanarak kokon örülür. Başlangıçta gevşek olarak yapılan örgünün içine daha sonra sık dokulu kokon örülür. Bu kokonun içinde uzun bir süre alacak puplaşma gerçekleşir. Pup, serbest segmentlidir ve ergindeki tüm vücut kısımları görülecek şekildedir. Kanatlar bu evrede taslak halinde görülür. Nemopteridae'deki uzun arka kanatlar, taslak halinde, rulo gibi kıvrılmış olarak bulunur. Pup hareket eder. Son deriyi değiştirmeden kısa bir süre önce, aktif olarak uygun yer aramak için ya pup yatağını açarlar (Chrysopidae) ya da kısmen kokondan çıkarlar (Myrmeleonidae).

Erginleri nisandan ekime kadar bulunabilirler. En sıcak yaz aylarında görülürler. Kışı kural olarak kokon içinde pup, nadiren larva ya da ergin olarak geçirirler; fakat hiçbir zaman yumurta halinde geçirmezler.

Chrysopidae, Hemorobiidae, Myrmeleonidae ve Ascalphidae familyalarına ait türler yaprak bitlerini, böcek larvalarını ve akarları yerler. Bu nedenle biyolojik mücadelede önemli bir yere sahiptirler.

Perm'de bugün soyu tükenmiş birkaç familyası tespit edilmiştir. Bunların bazı formları Karbon'da yaşayan Palaedictyoptera'ya, bir kısmı da günümüzdeki formlara, örneğin Ithonidae'ye benzer. Büyük bir olasılıkla günümüzdeki familyaları hepsi ilkin yapısını korumuştur. Kuşkusuz Planipennia, Raphidioptera, Megaloptera ile ortak bir ataya bu da Mecopteroidea ile ayrıca ortak bir ataya sahiptir. Mezozoik'de, öncelikle Triyas ve Jura'da, Planipennia en zengin dönemini yaşamış; zamanımız familyaları o dönemde oluşmuştur. Bu dönemde, Juradan sonra ortadan kalkmış olan Kalligrammidae familyası (8 cm büyüklüğünde, kelebek benzeri) yaşamıştır. Jeolojik gelişim süresi içerisinde esas damarların kaynaşması ile damar sayısında azalma eğilimi vardır. Böylece sonuçta bağımsız boyuna damarlar ile eski yapısını koruyan zengin enine damarlar bugünkü formlarda korunmuştur. En gelişmiş formları Myrmeleonidae ve Nemopteridae familyalarıdır. Tersiyer'deki ve Kvarterner'deki formları bugünkü familya ve cinsler içine sokularak sınıflandırılır (DEMİRSOY, 1990).

3.7.1. Böceklerin Sistematikteki Yeri

Filum: Arthropoda

Subfilum: Euarthropoda

Klasis: Insecta

Subklasis: Pterygota

Ordo: Neuroptera (Planipennia)

Familya: Chrysopidae

Subfamilya: Chrysopinae

Genus: *Chrysoperla*

1.Species: *Chrysoperla carnea*

Filum: Arthropoda

Subfilum: Euarthropoda

Klasis: Insecta

Subklasis: Pterygota

Ordo: Neuroptera (Planipennia)

Familya: Myrmeleontidae

Subfamilya: Palparinae

Genus: *Palpares*

2.Species: *Palpares libelluloides*

Filum: Arthropoda

Subfilum: Euarthropoda

Klasis: Insecta

Subklasis: Pterygota

Ordo: Neuroptera (Planipennia)

Familya: Nemopteridae

Subfamilya: Nemopterinae

Genus: *Lertha*

3.Species: *Lertha extensa*

4.Species: *Lertha sheppardi*

Filum: Arthropoda

Subfilum: Euarthropoda

Klasis: Insecta

Subklasis: Pterygota

Ordo: Neuroptera (Planipennia)

Familya: Myrmeleontidae

Subfamilya: Myrmeleoninae

Genus: *Myrmeleon*

5.Species: *Myrmeleon inconspicuus*

Genus: *Myrmecaelurus*

6.Species: *Myrmecaelurus trigrammus*

7.Species: *Myrmecaelurus maior*

Genus: *Acanthaclisis*

8.Species: *Acanthaclisis occitanica*

Genus: *Cueta*

9.Species: *Cueta lineosa*

Genus: *Creleon*

10.Species: *Creleon plumbeus*

Genus: *Disteleon*

11.Species: *Disteleon curdicus*

12.Species: *Disteleon teragrammicus*

Genus: *Macronemurus*

13.Species: *Macronemurus amoenus*

3.8. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

3.8.1. Arazinin Yapısı

Güneydoğu Toroslar yayının dış kenarlarıyla Türkiye-Suriye sınırı arasında yer alan ve bütünüyle geniş bir plato görünüşünde olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yüzey şekillerinin sadeliği ve basitliği ile dikkat çeker. Bu plato, çanaklaşmış havzalarla orta yükseltideki kubbeleşmiş dağlar ve tepelerden ibaret olup, kuzeyden güneye doğru tedrici bir alçalma gösterir ve nihayet Mezopotamya düzlüklerine kavuşur. Bölge doğu yarısında yer alan Diyarbakır Havzası (ortalama yükselti: 750 m), kuzey ve kuzeydoğu kenarında Toroslar, güneyde Mardin-Midyat eşiği ve batı kenarında da Karacadağ volkan kütlesi (1957 m) tarafından kuşatılmıştır. Havzanın kuzey sınırını meydana getiren Toroslar, metatmorfik Bitlis kütlesi ile temsil edilir. Akdağ dizisi (2561 m), Supuluz dağı (2280 m), Akçakara dağları (2940 m), Anduk dağı (2830 m), Haçreş (2689 m) ve Sason dağları (2967 m), metamorfik Bitlis kütlelerinin belkemiğini teşkil eder. Bu yüksek dağ dizisinin güneyinde yer alan kenar kıvrımları sistemi ise, yükseltileri 1300-1550 m arasında değişen Kilise dağı, Hacertum dağı, Erbat dağı, Ergaris dağı, Hazine dağı, Cumat dağı, Golap dağı, ve Dodan dağı gibi antiklinallerden oluşur (SÖZER, 1984).

Diyarbakır Havzasının güneyini kuşatan Mardin-Midyat eşiği, bu havzayla güneydeki Arap platformu arasında yükselen ve genellikle güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzanan ortalama 1000-1500 m yükseltideki dağ sıralarını ihtiva eder. Güneydoğu Anadolu'yu biri doğuda Dicle Nehri ve diğeri ise batıda Fırat Nehri olmak üzere iki drenaj havzasına ayıran volkanik Karacadağ kütlesi, bazaltik lavlardan meydana gelmiş büyük bir lav kalkanı olarak tanımlanabilir. Genişliği 80 km ve uzunluğu da 120 km olan bu kalkan Hawaii tipi bir volkanın faaliyete geçmesiyle oluşmuştur. Volkan kütlelerinin zirveden çevresel kısımlara doğru eğimi çok azdır ve Diyarbakır, Viranşehir, Hilvan olmak üzere üç ayrı doğrultuda uzanmaktadır. Kenarlarında yeni faylar tespit edilemediği için bu volkanik kütleleri bir ağız veya kraterden çıkan lavlarla değil, bir çok ağızdan çıkan ve belirli yönlerde yayılan lavlarla meydana gelmiş bir kütle olarak kabul etmek mümkündür. Güneydoğu Anadolu'da efüzif bazalt akıntılarının, çok geniş bir saha kapladığı bilinmektedir (SÖZER, 1984).

Güneydoğu Anadolu'nun Karacadağ volkan kütlesiyle ayırt edilen batı kısmı, kalker bir plato (Gaziantep-Şanlıurfa platosu)'nun özelliklerine sahip bulunmakla beraber, bu platonun kuzeyinde Adıyaman Havzası adını verebileceğimiz farklı bir jeomorfolojik ünitenin varlığı dikkat çeker. Diyarbakır havzasıyla büyük benzerlikler arz eden bu havza da, tıpkı onun gibi, Güneydoğu Toroslar dış yayı (en önemli dağ kütleleri: Akdağ 2510 m, Tucak dağı 2533 m, Karlık dağı 2583 m, Ankar dağı 2206 m, Kurdağı 2252 m)'nin önünde bir kenar kıvrımları sistemi ihtiva eder. Güneyde Karadağ antiklinali ile üst Kretase kalkerlerinden meydana gelmiş alçak Bozova eşiği (Kaşmer dağı, 954 m)'nin sınırladığı bu kıvrımlaşmış kuşak üzerinde Besni, Karadağ (Adıyaman), Halof, Gerger, Kahta ve Tokaris antiklinalleri yer alır (SÖZER, 1984).

3.8.2. İklim Şartları

Güneydoğu Anadolu'da iklim şartları, bir step ikliminin özelliklerini yansıtır. En düşük sıcaklık derecelerinin ve yağışların kış mevsiminde toplanması, buna karşılık yaz mevsiminin çok sıcak ve kurak geçmesi, yağış konusundaki bazı yerel farklılaşmalara rağmen, ana çizgileriyle bölgede Akdeniz tipi bir yağış rejiminin varlığını ortaya koyar.

Termik özellikler: Yıllık sıcaklık ortalamaları bakımından, Akdeniz ve Ege kıyılarıyla beraber, Türkiye'nin en sıcak bölgelerinden birini Güneydoğu Anadolu Bölgesi teşkil eder. Bölgede kaydedilen ortalama sıcaklık değerleri, kuzeyden güneye ve doğudan batıya doğru tedrici bir artış gösterir (Diyarbakır: 15.7 °C, Mardin: 16.0 °C, Şanlıurfa: 18.2 °C). Yaz mevsiminde en çabuk ve en çok ısınan bir bölgesinde, temmuz ayı ortalamalarının 30.0 °C civarında olduğu bilinmektedir (Siirt: 30.4 °C, Diyarbakır: 31.0 °C, Şanlıurfa: 31.7 °C). Zira yaz aylarında çok fazla ısınan bu bölgede, kış mevsimi bir hayli soğuk geçer ve yıllık sıcaklık farkı 25.0 °C ile 27.5 °C arasında değişir. Bu rakamlar, yıllık sıcaklık farkının, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde olduğu gibi bu bölgede de İç Anadolu'dan daha fazla olduğunu göstermektedir (SÖZER, 1984).

Yağış şartları ve nemlilik derecesi: Güneydoğu Anadolu'da yıllık yağış miktarı genellikle Güneydoğu Toroslar'dan Suriye platformuna doğru tedrici olarak azalır. Güneydoğu Toroslar yayı üzerinde 800-1250 mm arasında oynayan yıllık yağış tutarları, onun güneyinde yer alan sahalarda çoğunlukla 450-500 mm arasındadır.

Suriye hududuna doğru bu miktar, daha da düşer (Ceylanpınar: 271.5 mm) ve çölümsü bir stepin şartlarını hazırlar. Diyarbakır havzası 400-500 mm arasında yağış aldığı halde, batı kenarındaki Karacadağ volkanik kütlesi 600-800 mm arasında yağış almaktadır. Aynı durum, Mardin (yükselti: 1150 m) ve Nusaybin (yükselti: 500 m) meteoroloji istasyonlarında da gözlenebilir. Birbirine çok yakın olan bu iki istasyonun yıllık yağış tutarındaki fark, 230 mm yi bulmaktadır (Mardin: 685.8 mm, Nusaybin, 454.4 mm). Güneydoğu Anadolu'da en fazla yağış alan ay ocak (Diyarbakır: 79.2 mm, Siirt: 116.4 mm, Mardin: 133.5 mm, Şanlıurfa: 104.2 mm), en az yağış alan ay ise ağustos (Diyarbakır: 0.5 mm, Siirt: 0.5 mm, Mardin: 0.6 mm, Şanlıurfa: 0.6 mm) ayıdır. Bölgenin yıllık yağış tutarında en büyük pay, kış mevsimine isabet eder (Diyarbakır: %45, Siirt: %42, Mardin: %50, Şanlıurfa: %55). Yaz mevsimine düşen pay ise çok az olup (%1-2) bazı yıllar yağış bile kaydedilmez. Sıcaklık bu mevsimde çok yüksek derecelere ulaştığı için şiddetli bir kuraklık hüküm sürer. Kış mevsiminden sonra yıllık yağış tutarının en fazla ilkbahar aylarında toplandığı görülür (Diyarbakır: %32, Siirt: %37, Mardin:%34, Şanlıurfa: %30) (SÖZER, 1984).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yağışlı günlerin yıllık ortalama sayısı 70 ile 90 gün arasında değişir. En az yağışlı olan aylar temmuz ve ağustos (1 gün), en çok yağışlı olan aylar ise ocak (12-14 gün) ve mart (13-14 gün) tır. Nitekim en yüksek yağış değerlerinin kaydedildiği aylar da, kış ve ilkbahar mevsiminde toplanmaktadır (SÖZER, 1984).

Güneydoğu Anadolu'da yıllık ortalama yağış değerleriyle ekstrem yağış değerleri arasındaki fark, kuraklık sorunu açısından büyük önem taşır (SÖZER, 1984).

Güneydoğu Anadolu'da karla örtülü günler sayısı, büyük rakamlara ulaşmaz (Diyarbakır: 13.1, Mardin: 19.5, Siirt: 19.0, ve Şanlıurfa: 2.7 gün). Diyarbakır Havzasında ve Mardin-Midyat eşiğinde bu değerler 15 civarında olduğu halde, bölgenin batı yarısında Şanlıurfa bir istisna teşkil eder (SÖZER, 1984).

Bölgede nispi nemlilik derecesinin düşük bir düzeyde olmasına karşılık, buharlaşma miktarı çok fazladır (SÖZER, 1984).

3.8.3. Doğal Bitki Örtüsü

GAP Bölgesi vejetasyon, bitki coğrafyası ve flora bakımından kendine özgü özellikleri olan bir yerdir. Bu bölge, tamamıyla İran-Turan Floristik Bölgesinin, Mezopotamya alt Bölgesine aittir. Bölgenin büyük bir kısmı, İran-Turan kökenli step

vejetasyonu oluşturmaktadır. GAP florasının %36'sını İran- Turan, %32'sini Akdeniz, %2-3'ünü Avrupa-Sibirya ve geri kalan kısmını da Kuzey Bölge elemanlarıyla diğer bölge kökenli elemanlar oluşturur. Burada geniş yayılışlı bitkiler yanında yalnız bu bölgeye özgü türler (endemikler) bulunmaktadır (SAYA ve ERTEKİN, 1997).

Kuzeyde Toros dağları ve güneyde de Suriye-Irak kurak bölgesiyle tehdit edilen Güneydoğu Anadolu'da, iklim ve toprak şartlarının yarattığı geniş step alanları yer almaktadır. İlkbaharda yeşeren step bitkileri, Mayıs ayından Kasım'a kadar devam eden şiddetli kuraklık nedeniyle son derece elverişsiz iklim şartlarına maruz kalır. Bu bakımdan bölgenin, İç ve Doğu Anadolu'ya göre daha belirgin bir step karakterine sahip olduğu söylenebilir. (SÖZER, 1984).

Relief ve iklim şartları, bölgede yer alan doğal ormanın alt sınırını da belirlemektedir. Step kenarında görülen ve genellikle saf meşe topluluklarından (*Quercetum*) ibaret olan bu ormanlar, bölgede Akdeniz iklimine yakın bir iklim tipi hüküm sürdüğü için, kurakçıl orman karakterindedir. Meşe türleri arasında özellikle *Quercus infectoria* (mazı meşesi) çok yaygındır. Ayrıca *Q. brantii*, *Q. itbani* ve *Q. cedrorum* gibi yerel yayılış gösteren türler de mevcuttur. Bu meşe toplulukları Siirt, Garzan, ve Silvan kesiminde 700 m gibi oldukça alçak bir seviyeye inebilmektedir. Yabani meyve ağaçlarının ise, Dicle Nehri yakınlarına ve 600 m yükseltiyeye kadar daha aşağı seviyelerde yer aldığı görülür. Buna göre Siirt yöresinde doğal ormanın alt sınırını 700 m olarak kabul etmek mümkündür. Bu sınır Diyarbakır havzasının batı kesiminde ve Mardin eşiğinin dış eteklerinde biraz daha yüksektir (800 m) (SÖZER, 1984).

Batıda doğal orman alt sınırı, Torosların dış kenarında 800 m yükseltiyeyi muhafaza etmekle beraber, güneye doğru gidildikçe bu seviye Nizip'te 600 m.ye kadar iner. (SÖZER, 1984).

Güneydoğu Anadolu, bitki türleri açısından zengin bir bölge olup bazı nadir bitkiler de (soğanlı bitkiler, orkideler gibi) burada yayılış göstermektedir. Türkiye'de yetişen bitkilerin %30-35'i bu bölgede yetişmektedir. Pek çok bitkinin ve özellikle tarım bitkilerinin de gen merkezini oluşturmaktadır. Türkiye'deki *Rosa* (gül) türlerinin %56.4'ü, *Anthemis* (papatya) türlerinin %46'sı, *Astragalus*'un (geven) %38'i, *Helichrysum*'un %37.5'u; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetişmektedir (SAYA ve ERTEKİN, 1997).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyalin Araziden Toplanması

Arazi çalışmasında, araştırma sahasının topoğrafik yapısı, bitki örtüsü ve iklimsel yapısı gibi özellikler göz önüne alınarak değişik biyotoplar taranmıştır. Ayrıca göz önünde bulundurulmuş iklimsel yapıdan, yağış miktarı, nem oranı ve rüzgar şiddetlerinin bilinmesi ile de bu hayvanların larvalarının toplandığı ortamlar göz önünde bulundurularak laboratuvar ortamında yetiştirilmeleri için veriler toplanmıştır.

Arazi çalışmaları üç yıl süre ile (2003, 2004 ve 2005), nisan-ekim aylarında aynı biyotopa farklı dönemlerde birkaç kez gidilerek yapılmıştır.

Çalışma alanında, örnekler atrap kullanılarak yakalanmıştır. Myrmeleonidae familyasına ait türlerin larvalarını teşhis etmek zor olduğundan bunlar içerisinde yaşadıkları toprak ile birlikte alındıkları lokaliteler yazılarak laboratuvar ortamında ergin hale gelinceye kadar karıncalarla beslenmişlerdir. Nemopteridae familyasına ait örneklerin dişileri üstü tül ile kapatılmış plastik kutular içerisine teker teker alınarak yumurta ve larvaları elde edilmiştir.

4.1.1. Böceklerin Araştırma Sahasındaki Yayılışı

Tür: *Chrysoperla carnea* (STEPHENS, 1836)

Kanat açıklığı 23-30 mm. dir. Erkek bireylerin boyu 7-10 mm., dişilerin ise 8-12 mm. dir. Baş yeşilimsi sarıdır ve üzeri çok az koyu lekelerle desenlenmiştir (Resim 1).

Belirli bir habitata bağlı bir tür değildir yaprağını döken ve iğne yapraklı ağaçlarda, meyve ve sebze bahçelerinde, meralarda, kentlerde, ev bahçelerinde ve kültür bitkilerinde bulunur. Kış ayları dışında her zaman bu türe rastlanır.

Araştırmalarımız sırasında 6♀, 1♂, 17.6.2003 tarihinde, Şanlıurfa-Akçakale'de (450 m); 3♀, 5♂, 13.06.2003 tarihinde, Batman-Beşiri'de (950 m.); 7♀, 8♂, 29.9.2004 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (700 m) böcek topladık.

Bu türe ait yeterli sayıda böcek toplayamadığımız için dişi ve erkek ayırımına gitmedik. Böceklerin, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Palpares libelluloides* (LINNAEUS, 1767)

Sinonimleri:

Myrmeleon nordmanni KOLENATI, 1856

Palpares chrysopterus NAVÁS, 1913

Vücut uzunluğu 52 mm dir. Baş koyu sarı renkli ve tepede siyah bir nokta vardır. Antenlerin ucu topuzludur. Bacaklar kırmızımsı kahverengi ve bütün bacaklar ince kısa beyaz kıllarla kaplıdır. Abdomen kahverengidir ve siyah iç içe geçen uzun çizgilerden oluşur (Resim 2).. Erkeklerin genitali 8. segmentten sonra, dişilerin genitali 7. segmentten sonra farklılaşmıştır.

İşlenmemiş tarlalardaki yüksük otu, tilki kuyruğu, arı kovanı çiçeği, yulaf otu, kırmızı yonca, seyrek olarak bulunan makilik, fundalık ve çalılıklar ile kayalık bayırlarda bulunurlar. Buldukları ülkelerdeki toprak alanlarının kesin karakteristikleri belli değildir (CANBULAT, 1998).

Araştırmalarımız sırasında 3♀, 4♂, 15.06.2003 tarihinde, Diyarbakır-Çınar'da (714 m.); 5♀, 6♂, 15.09.2003 tarihinde Mardin-Savur'da (1000 m.) topladık.

Topladığımız böceklerin, cinsiyet ayrımını yaptıktan sonra fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ayırarak yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Myrmeleon inconspicuus* RAMBUR, 1842

Ülkemizde karınca aslanları olarak isimlendirilen *Myrmeleon inconspicuus*' un larvaları kumda ya da sert toprakta yaptıkları huni şeklindeki tuzaklarla ilgi çekerler. Hem yetişkinleri hem de larvaları predatördür. Bu nedenle ekonomik açıdan yararlıdır. Yetişkinleri genellikle tırtıl ve afidlerin (yaprak bitleri) ergin ve larvalarıyla beslenirken, larvaları karınca ile beslenir. Ön kanat uzunlukları 21-26 mm. dir. Abdomen beneklenmesi büyük değişiklikler gösterir (Resim 3).

Yayılış alanları oldukça kısıtlıdır. Avrupa'da deniz seviyesinden yaklaşık 500 m ye kadar tespit edilmiş, Ön Asya'da ise 1600 m ye kadar yayılış gösterirler.

Çalışmalarımızda bu türün larvalarını içerisinde yaşadıkları toprak ile birlikte olarak laboratuvar ortamında ergin hale gelinceye kadar karıncalarla besledik. Ergin bireyler elde edildikten sonra kesin teşhisler yapıldı. Bir kısım larva ise toplandıktan hemen sonra analizlendi.

Araştırmalarımız sırasında 25 adet larva 12.06.2003 tarihinde, Diyarbakır-Çermik'te (500 m.); 5♀, 5♂, 21.10.2003 tarihinde, Adıyaman-Besni'de (700 m.); 1♀, 2♂, 14.08.2004 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (695 m.) böcek topladık.

Çalışmamızın bu bölümünde, *Myrmeleon inconspicuus*'un larva ve ergin gibi değişik gelişim evrelerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi içerikleri analizlenerek, değişik gelişim evrelerinin yağ asidi dağılımına nasıl bir etkisi olduğu araştırıldı.

Tür: *Myrmecaelurus trigrammus* (PALAS, 1781)

Sinonimleri:

Myrmeleon pictum FABRICIUS, 1789

Myrmeleon flavus RAMBUR, 1842

Ön kanat uzunluğu 29 mm, arka kanat uzunluğu 27 mm, vücut uzunluğu 28 mm dir (Resim 4). Vücut rengi sarı üzerine siyah renkli, başta büyük benek var, bu benek alnın ve vertex'in parçalarını tamamen örter. Vertex'de kısa siyah tüyler var. Bacakta femur parçalı kahverengi siyah ve beyaz diken var. Abdomen siyah ve sarı çizgili kalın ve beyaz tüylü, kıl demeti eşit uzunlukta ve beyaz renktedir.

Araştırmalarımız sırasında 3♀, 2♂, 15.09.2003 tarihinde, Şırnak-Merkez'de (700 m.); 3♀, 1♂, 08.06.2004 tarihinde, Mardin-Nusaybin yolu 15. km.'de (450 m.); 2♀, 2♂, 12.06.2004 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (700 m.) böcek topladık.

Bu türe ait yeterli sayıda böcek toplayamadığımız için dişi ve erkek ayırımına gitmedik. Böceklerin, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Myrmecaelurus maior* MCLACHLAN 1875

Ön kanat uzunluğu 35 mm, arka kanat uzunluğu 33 mm, vücut uzunluğu 38 mm dir (Resim 5). Arka kanattaki damarlar kısmen sarı, diğer uzun damarların tümü siyahtır. Antenler kahverengidir.

Çalışmalarımızda bu türün larvalarını içerisinde yaşadıkları toprak ile birlikte alarak laboratuvar ortamında ergin hale gelinceye kadar karıncalarla besledik. Ergin bireyler elde edildikten sonra kesin teşhisler yapıldı. Bir kısım larva ise toplandıktan hemen sonra analizlendi.

Araştırmalarımız sırasında 19 adet larva 03.08.2003 tarihinde, Adıyaman-Gerger'de (1200 m.); 5♀, 3♂, 15.07.2003 tarihinde, Adıyaman-Merkez'de (750 m.); 3♀, 4♂ 19.07.2004, Diyarbakır-Ergani'de, (890 m.) böcek topladık.

Topladığımız böceklerin ergin ve larvalarının fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Cueta lineosa* (RAMBUR, 1842)

Kanat beneklenmesi çok değişkendir ve coğrafik olarak farklılıklar gösterirler. Ön kanat uzunlukları 19-28 mm dir (Resim 6).

Larvaları toprakta huni şeklinde tuzaklar yaparlar. Çalışmamızda larvalar yaşadıkları kırmızı toprak içerisinde laboratuvar ortamına getirildi ve karınca ile beslenerek yetişkinleri elde edildi. Bir kısım larva ise bekletilmeden analizlendi.

Arazi çalışmalarımızda 22 tane larva, 12.06.2003 tarihinde, Diyarbakır-Çermik'te, (930 m.); 7♂, 8♀, 10.08.2004 tarihinde, Mardin-Derik'te (970 m.) böcek topladık.

Topladığımız böceklerin ergin ve larvalarının fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Creoleon plumbeus* (OLIVER, 1811)

Sinonimleri:

Myrmeleon marinus KLUG, 1834

Myrmeleon tabidus EVERSMANN, 1841

Myrmeleon conspurcatus KOLENATI, 1856

Ön kanat uzunluğu 32 mm, arka kanat uzunluğu 31 mm, vücut uzunluğu 47 mm dir (Resim 7). Abdomen kanatlardan oldukça uzun ve üzerinde kısa beyaz tüyler vardır.

Arazi çalışmaları sırasında 2♀, 1♂, 13.06.2003 tarihinde, Batman-Kurtalan'da (610 m.); 3♀, 2♂, 08.06.2003 tarihinde, Mardin-Savur'da (430 m.); 1♀, 2♂, 12.06.2003 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (718 m.) böcek topladık.

Bu türe ait yeterli sayıda böcek toplayamadığımız için dişi ve erkek ayırımına gitmedik. Böceklerin, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Distoleon tetragrammicus* (FABRICIUS, 1798)

Kanatları beneklidir (Resim 8). Ön kanat uzunlukları, 26-40 mm arasında değişir. Bu türün tanınmasında kanat beneklenmesi ve genital organlarının yapısına bakılarak teşhisleri kolaylıkla yapılabilir.

Araştırmalarımız sırasında 1♀, 1♂, 11.05.2003 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (700 m.); 1♂, 3♀, 25.05.2003 tarihinde, Diyarbakır-Kulp'ta (1200 m.); 1♀, 2♂, 16.06.2004 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (705 m.) böcek topladık.

Bu türe ait yeterli sayıda böcek toplayamadığımız için dişi ve erkek ayırımına gitmedik Böceklerin, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Acanthaclisis occitanica* (VILLERS, 1789)

Dış morfolojik özellikleri ile oldukça rahat bir şekilde teşhis edilebilir. Kanat beneklenmesinin değişkenliği nispetten azdır. Damar boyunca uzanan koyu bir siyah çizgi, farklı bölgelerdeki popülasyonlarda da kendini gösterir. Ön kanatlarının uzunluğu 45-57 mm dir. Kumluk yerlerde gelişir. Kıyı ve iç suların kumlarında bulunur. Vejetasyonu zayıf biyotoplarda ışık alan, seyrek, çam ormanlarında bulunur. Dikey yayılışı Avrupa'da 1000 m, Ön Asya ve Kuzey Afrika'da 2000 m'nin üzeri ve daha alçak yerlerde bulunur.

Araştırmalarımız sırasında 2♀, 14.09.2003 tarihinde, Adıyaman-Gerger'de (1030 m.); 2♂, 03.08.2003 tarihinde, Mardin-Savur'da (950 m.); 1♀, 1♂, 15.07.2004 tarihinde, Adıyaman-Gerger'de (1030 m.) topladık.

Bu türe ait yeterli sayıda böcek toplayamadığımız için dişi ve erkek ayırımına gitmedik Böceklerin, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Distoleon curdicus* HÖLZEL, 1972

Ön kanat uzunlukları 37 mm., arka kanat uzunlukları 35 mm., dir. Kanat beneklenmesi çok değişkenlik gösterir (Resim 9). Kanatlarda damarlanma sarı koyu çizgili ve özellikle ön kanatta kuvvetli benekli, pterostigma ayırt edici şekilde kahve rengimsi sarı, bacaklar sarı yoğun kahve rengi benekli, yoğun beyaz ve siyah tüylü ve dikenli. Ön ve arka bacağın sporn'u tarsal segment 3'e kadar uzanırken, arka kana bacak tarsal 2'ye uzanır. Abdomen siyah arka kenarın birkaç tergiti dar ve sarı çizgili,

son segmentte yoğun kısa kıllar vardır. *D. tetragrammicus* ten farkı kanat beneklenmesinin zayıflığındadır. *D. tetragrammicus*'un arka kanadının arka kenarında büyük yuvarlak bir benek taşır ve kanat ucu geniş ovaldir, *Distoleon curdicus*'ta dar bir kanada ve sivri apex'e sahiptir ve abdomenleri az açık beneklidir. *D. tetragrammicus* 'un her zaman belirgin sarı beneklidir.

Arazi çalışmalarımız sırasında 1♂, 25.05.2004 tarihinde, Diyarbakır-Kulp'ta (1150 m.); 1♀, 15.07.2004 tarihinde, Adıyaman-Gerger'de (1020 m.), 1♀, 1♂, 12.09.2004 tarihinde, Diyarbakır-Lice'de (1200 m.); 1♀, 2♂, 12.06.2005 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (695 m.) böcek topladık.

Bu türe ait yeterli sayıda böcek toplayamadığımız için dişi ve erkek ayırımına gitmedik Böceklerin, fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Macronemurus amoenus* (HÖLZEL, 1972)

Ön kanat uzunluğu 25 mm, arka kanat uzunluğu 20 mm, vücut uzunluğu 30 mm dir (Resim 10).

Çalışmalarımızda bu türün larvalarını içerisinde yaşadıkları toprak ile birlikte alınarak laboratuvar ortamında ergin hale gelinceye kadar karıncalarla beslenmişlerdir. Ergin bireyler elde edildikten sonra kesin teşhisler yapılmıştır. Bir kısım larvalar ise toplandıktan hemen sonra analizlenmiştir.

Araştırmalarımız sırasında 17 adet larva 03.08.2003 tarihinde, Adıyaman-Gerger'de (1200 m.) topladık. Ergin bireyleri ise 7♀, 2♂, 15.07.2003 tarihinde, Adıyaman-Merkez'de (750 m.); 1♀,4♂, 19.07.2004 tarihinde, Diyarbakır-Ergani'de (890 m.) topladık.

Topladığımız böceklerin ergin ve larvalarının fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol, ve triaçilgliserol fraksiyonuna ayırarak yağ asidi kompozisyonu araştırıldı.

Tür: *Lertha extensa* OLIVER, 1811

Sinomimleri :

***Neoptera extensa* OLIVER, 1811**

***Halter extensa* KIRBY, 1900**

***Kyrbianaia extensa* NAVÁS, 1910**

***Oliverina extensa* (OLIVER, 1811)**

Orta büyüklükte bir türdür (Resim 11). Ön kanatlarını boyu 18-24 mm, arka kanatlarının boyu ise 34-44 mm dir. Baş sarı renklidir. Frons (alın)'dan başlayıp rostrum'un ucuna kadar uzanan kahverengi bir bant bulunur. Ayrıca vertex'de gözlerin arasında tamamen kahve renklidir. Rostrum uzuncadır. Antenlerin boyu ön kanatların 1/3'ü kadardır. Ön kanatlar saydam dar ve uzuncadır. Kanat damarları koyu renklidir. Üzerleri çok az kıllıdır. Arka kanatlar şerit şeklinde hafif sarımsı kahve renklidir. Son kısmı oldukça genişlemiş 2 parça halindedir. Her iki parça kahve renkli ya da koyu pembe renklidir. Apex küt ve yuvarlaktır. Bacaklar orta boylu ve sarı renklidir. Abdomen ince, zarif, sarımsı kahve renklidir. Segmentlerinin üst kısımları geniş, koyu lekelerle kaplıdır. Daha çok tamamen kurumuş yabancı otlar arasında, çalışmalarımızda bu türe 400-1500 metre arası yüksekliklerde rastlanmıştır. Laboratuvar ortamında en fazla 28 yumurta bıraktıkları gözlenmiştir.

Arazi çalışmalarımızda; 10♀, 8♂, 09.06.2003 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (690 m.); 1♀, 5♂, 29.06.2003 tarihinde, Karacadağ'da (1150 m.); 4♀, 3♂, 25.06.2003 tarihinde, Mardin-Savur'da (435 m.); 2♀, 2♂, 09.06.2004 tarihinde, Siirt-Kozluk'da (800 m.) böcek topladık.

Topladığımız böceklerin cinsiyet ayrımını yaptıktan sonra fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarına ait yağ asidi kompozisyonlarını araştırdık.

Tür: *Lertha sheppardi* OLIVER, 1904

Sinomimleri :

***Chasmoptera sheppardi* KIRBY, 1904**

***Kirbynia sheppardi* NAVÁS, 1910**

Orta büyüklükte türlerdir (Resim 12). Ön kanatların boyu 16-22 mm, arka kanatların boyu ise 28-38 mm dir. Baş sarı renklidir. Gözlerin kenarlarından başlayıp rostrum'un ucuna kadar uzanan siyah Y harfi şeklinde bir leke bulunur. İnternal bölgede bu siyah lekenin arasında ince sarı bir çizgi fark edilir. Vertex'in arka kenarı ince bir şerit şeklinde siyahtır. Ayrıca vertex'in arka ortasında siyah bir + şeklinde leke görülür. Rostrum uzamıştır antenlerin boyu ön kanatların 1/3'ü kadardır. Scapus sarı, diğer halkalar koyu ya da kahverengidir. Prothoraks sarı ve üzeri siyah lekelerle desenlenmiştir. Prothoraks'ın 1. parçası küçük, 2. parçası geniş ve çok büyük, 3. parçası

ise çok küçüktür. Mesothoraks çok büyük ve sarı renklidir. Üstünde ve yanlarında uzanan 3 koyu çizgi bulunur. Metathoraks küçük ve sarı renklidir. Ön kanatlar dar, uzun ve hyalin rengindedir. Arka kanatlar dar şerit şeklinde ve saydamdır. Son kısmı hafif genişlemiş 2 parça halindedir. Her iki parça da kahverengi ya da koyu pembe renkli lekeli. Apex ince ve sivridir. Bacaklar orta boyda ve sarıdır. Abdomen geniş ve açık kahve rengindedir. Segmentlerin üzeri koyu büyük lekelerle kaplıdır.

Türkiye'den başka bulunduğu yere rastlanmamıştır. Amanos Dağları ve Denizli'de bulunduğu bildirilmiştir (ŞENGONCA, 1981a; 1981b). Bu tür Güneydoğu Anadolu Bölgesi için yeni kayıttır. (SATAR ve ÖZBAY, 2004)

Arazi çalışmalarımızda, 11♀, 7♂, 27.05.2003 tarihinde, Diyarbakır-Bismil'de (720m); 4♀, 8♂, 9.05.2003 tarihinde, Şanlıurfa-Siverek'te (950 m.); 10♀, 7♂, 09.06.2003 tarihinde, Karacadağ'da (1150 m.); 20♀, 18♂, 09.06.2004 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (710 m.); 17♀, 13♂, 28.05.2005 tarihinde, Karacadağ'da(1150 m.); 10♀, 14♂, 30.05.2005 tarihinde, Diyarbakır-Merkez'de (710 m.) böcek topladık.

En kapsamlı araştırma, fazla sayıda toplanabilmesi sayesinde bu böcek türünde gerçekleştirildi. Topladığımız böcekleri iki gruba ayırdık. Birinci gruptaki böceklerin cinsiyet ayrımını yaptıktan sonra fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonuna ayırarak yağ asidi kompozisyonu araştırıldı. İkinci gruptaki böceklerin ise dişi ve erkek ayrımını yaptıktan sonra vücut bölümlerini baş, toraks ve abdomen olarak ayırıp analizledik. Ayrıca, bu böcek türünün yumurta, larva ve pupası ile böceğin beslendiği *Pimpinella kotschyana* bitkisinin yağ asidi analizlerini yaptık.

4.2. Teşhis Ve Değerlendirme

Neuropterlerin teşhisi morfolojik özelliklere dayanmaktadır. Hemen hemen bütün cins ve türlerin büyük bölümünün teşhisinde baş, thoraks, kanat ve bacakların **Eidonomic** özelliklerine bakılmaktadır. Az sayıda cins ve büyük miktarda tür, erkek ve dişinin genital özelliklerine bakılarak ayırt edilebilir (ASPÖCK ve ark., 1980). Eidonomik özelliklerin tespiti ve değerlendirilmesi için bir stero mikroskop şarttır. Ancak genel olarak preparasyon işlemleri gerekli değildir. İstisnai olarak böyle bir işlem gerektiğinde (örneğin ağız yapılarının araştırılması gerektiğinde) genital yapı preparasyonuna benzer bir işlem uygulanır.

Larvaların Teşhisi: Öncelikle vücudun türe özgü desenleri ve biçimi ile olur. Familya tespiti için çeşitli morfolojik özellikler göz önüne alınır. Örneğin larvanın ağız

yapısı abdomenleri üzerinde bulunan diken sayıları gibi yapılar bazı familyalar ve hatta cins ve türler için ayırt edici bir özelliktir. Bunun için hafif bir büyütme ile incelemek yeterli olur. Morfolojik olmayan diğer yöntemler neuropterlerin teşhisinde önemli değildir. Örneğin belli Chrosopid'lerde thoraks'taki koku bezlerinin kolayca kanıtlanabilen varlığı (canlı hayvanın thoraks'ına bastırıp koklama ile) aynı şekilde Mrymeleonid larvalarının huni oluşturması gibi özellikler de kullanılır. Belirli biyotoplarla olan bağlantı ya da belirli bitkiler üzerinde bulunmaları tür teşhisinde önemlidir (SATAR, 2002).

Toplanan örnekler literatürlerdeki teşhis anahtarlarından yararlanılarak teşhis edilmiştir. Çalışmalarımız sırasında toplanan materyal Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Müzesinde korunmaktadır.

4.3. Yağ Asidi Analizi

4.3.1. Yağ Asidi Analizi İçin Örneklerin Hazırlanması

Toplanan ergin böcekler, larvalar ve yumurtalar üç tekrar yapmak amacıyla üç ayrı şişeye bırakılarak hemen kloroform-metanol (2:1) karışımına konulmuş ve deep-freeze -60°C de saklanmıştır.

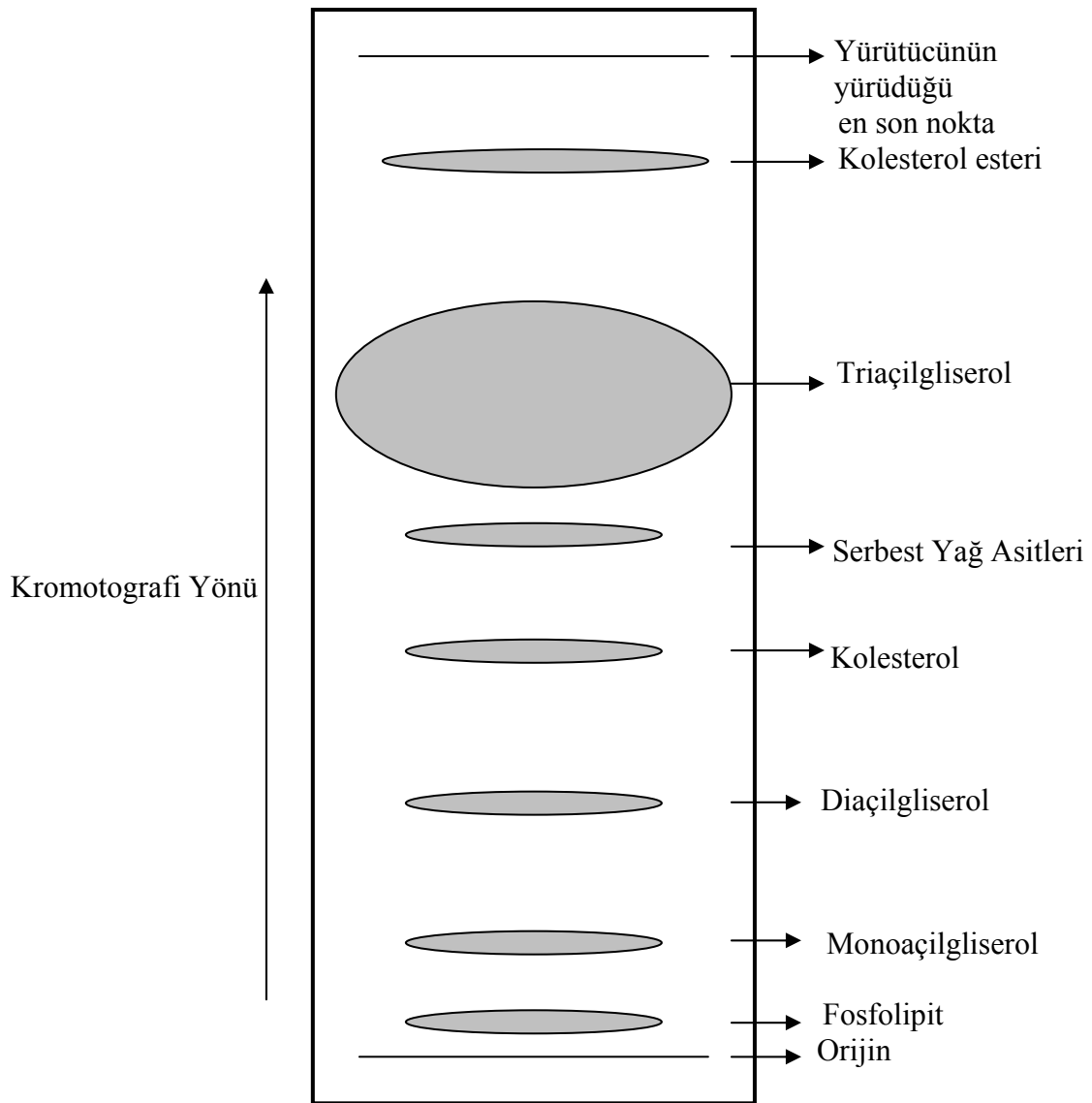
4.3.2. Total Lipitlerin Fraksiyonlandırılması ve Yağ Asidi Metil Esterlerinin Elde Edilmesi

Analizlenecek örnekler üç kez tekrar edilerek kullanıldı. Total lipitlerin fraksiyonlandırılması ve yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesi için, böcekler homojenizatör ile kloroform-metanol (2:1) karışımında iyi bir şekilde parçalandı (BLIGH ve DYER, 1959). Aşırı doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonunu önlemek için ekstraksiyon sistemine kloroformda % 2 oranında hazırlanan bütillenmiş hidroksitoluen maddesinden 50 µl ilave edildi.

Çözücü, azot gazı altında buharlaştırıldı. İnce tabaka kromatografisi için 30 gr. silika-gel ile 50 ml. su karıştırılarak hamur haline getirildikten sonra pleytlere (20x20 cm) ince bir tabaka halinde sürülüp, etüvde kurutuldu. Böceklerin total lipid ekstraktları, bu pleytlerin üzerine tek sıra halinde spotlandı. Total lipidler; petrol eteri-

dietil eter-asetik asit (80: 20:1) karışımında yürütüldü. Pleytler havada kurutulduktan sonra, 2'7' diklorofosein püskürtülerek lipit fraksiyonları, UV altında görünür hale getirildi. Pleytlerin en alt tabakasında fosfolipitler, yukarıya doğru ise sırasıyla monoaçilgliserol, diaçilgliserol, triaçilgliserol fraksiyonlarına ait bantlar gözlemlendi (Şekil 6). Fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonuna ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarıldı. Her fraksiyona, ayrı ayrı asitli metanol katılarak, iki saat süre ile geri soğutucu altında 85 °C de ısıtıldı. Böylece yağ asitlerinin, yağ asidi metil esterlerine dönüşmesi sağlandı. Çözelti soğuduktan sonra, hekzan kullanılarak metil esterleri ekstrakte edildi (STANLEY-SAMUELSON ve DADD, 1983).

Elde edilen metil esterleri, gaz kromatografisi cihazına enjekte edileceği zamana kadar deep-freeze -60 ° C de saklandı. Gaz kromatografisinden elde edilen kromatogramlardan biri Şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 6. İnce tabaka kromatografisi ile başlıca lipit sınıflarının birbirinden ayrılmaları. Yürütücü olarak, petrol eteri-dietil eter-asetik asit (80:20:1) karışımı kullanıldı.

4.3.3 Kromatogram Koşulları

4.3.3.1. Gaz kromatografisi koşulları

Yağ asidi metil esterleri, azot gazı altında yoğunlaştırıldıktan sonra yağ asitlerinin yüzde içeriklerinin belirlenmesi için gaz kromatografisi cihazı kullanıldı. Analizlerde Quadrex, 007-23 (% 78 siyanopropil) metilpolisiloksan kapiller kolon

(kolon uzunluğu 30 m., iç çapı 0,25 mm., film kalınlığı 0,25 µm.) kullanıldı. Analizler bir sıcaklık programı uygulanarak yapıldı. Kolon başlangıç sıcaklığı 100 °C, son sıcaklık 260 °C, ramp 5 °C/dk. FID dedektörüne sahip Ati Unicam 610 gaz kromatografisi ile aynı marka 4815 nolu indegratör kullanıldı. Dedektör bloğu sıcaklığı 300°C, enjektör bloğu sıcaklığı 230°C. Enjeksiyon splitli olarak (40:1) 1 µl uygulandı. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanıldı. Gazların akış hızı : helyum + make up, 30 ml/dk; hidrojen, 33 ml/dk; kuru hava, 330 ml/dk.

4.3.3.2. Gaz kromatografi-kütle spektrumu koşulları

Yağ asitlerinin kimyasal yapısının aydınlatılması için numuneler Tubitak Ankara Test ve Analiz Laboratuvarında bulunan GC-MS cihazına (HP 5890-E serileri GC-Sistem, Hewlett-Packard, Palo Alto, CA, USA) sırayla enjekte edildi. Analizlerde Innowax kolon (30 m x 0,25 mm i.d., 0,25 µm film kalınlık) kullanıldı. Kolon başlangıç sıcaklığı 150 °C, son sıcaklık 230 °C, ramp 2 °C/dak., dedektör bloğu sıcaklığı 300 °C ve enjektör bloğu sıcaklığı ise 250 °C olarak ayarlandı. Enjeksiyon splitli olarak (1:50) 1 µl uygulandı. Taşıyıcı gaz olarak azot kullanıldı. Kütle spektrometresi elektron etki iyonizasyonu modunda (70 eV) çalıştırıldı. Yağ asidi metil esterleri Wiley 275 and Nist 98 veri bankalarıyla karşılaştırılarak tanımlandı.

Böceklerde özellikle saptanması güç olan tek karbonlu doymuş yağ asitleri ile 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin varlığı ve yapılarının aydınlatılması GC-MS cihazı ile yapıldı.

4.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatistiksel analizlerdeki bütün hesaplamalar, SPSS 12.0 paket programı ile yapılmıştır. Böceklerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonunda üç tekrarla elde edilen yağ asidi yüzdelerinin karşılaştırılmasında t-testi kullanıldı. İki den fazla grubun karşılaştırılmasında ise farklılıklar varyans analizi (ANOVA) ile, farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için ise Duncan'ın "Multiple Range" testi kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel hesaplamalarda $p < 0.05$ düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edildi.

5. BULGULAR

5.1. Chrysopidae familyasına ait *Chrysoperla carnea*'nın fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin yüzde dağılımı

Çalışmanın bu bölümünde böceğin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin yüzdeleri karşılaştırıldı.

Sonuçlarımıza göre; fosfolipit fraksiyonunda, triaçilgliserole oranla doymuş yağ asitlerinden stearik, arakidik ve behenik asitler, aşırı doymamış yağ asitlerinden ise linoleik ve linolenik asit daha yüksek oranda tespit edildi. Triaçilgliserol fraksiyonunda, fosfolipit fraksiyonuna göre doymuş yağ asitlerinden miristik ve palmitik asit ile tek doymamış yağ asitlerinden oleik asit daha yüksek yüzdelerde bulundu. Keza fosfolipitte toplam aşırı doymamış yağ asitleri yüzdeleri fazla oranda saptandı. Triaçilgliserol'de ise toplam tek doymamış yağ asidi ile toplam doymuş yağ asidi yüksek oranda bulundu (Tablo 7).

Ayrıca, doymuş yağ asitlerinden kaprilik (8:0), pelargonik (9:0), dekanolik (10:0), undekanoik (11:0), lavrik (12:0), trikosanoik (23:0), tetrakosanoik (24:0), pentakosanoik (25:0) asitler az miktarda da olsa yalnızca triaçilgliserol fraksiyonunda tespit edildi (Tablo 7).

5.2. Myrmeleontidae familyasının Myremeleoninae subfamilyasına ait *Distoleon tetragrammicus*, *Distoleon curdicus*, *Acanthaclisis occitanica*, *Myrmecaelurus trigrammus* ve *Creleon plumbeus* türlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içeriği

Distoleon tetragrammicus, *Distoleon curdicus*, *Acanthaclisis occitanica*, *Myrmecaelurus trigrammus* ve *Creleon plumbeus* türlerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzdeleri incelendi. Tablo 8'de böceklerin kendi aralarındaki fosfolipit fraksiyonları karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma da, toplam doymuş yağ asitleri bakımından en fazla oranı *A. occitanica*, toplam aşırı doymamış yağ asitleri bakımından ise en fazla oranı, *D. tetragrammicus* sergilemektedir.

Böceklerin triaçilgliserol fraksiyonlarını karşılaştırdığımızda ise; tek doymamış yağ asitleri bakımından anlamlı bir farklılık olmadığı görüldü. *M. trigrammus* ve *C.*

plumbeus türlerindeki toplam aşırı doymamış yağ asitleri miktarı diğer türlere göre daha yüksek oranda tespit edildi (Tablo 9).

Her böceğin kendine ait fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarını karşılaştırdığımızda; her iki fraksiyonun kantitatif yağ asidi analizleri farklı bulundu. Fosfolipit fraksiyonunda aşırı doymamış yağ asitlerinden linoleik asit, triaçilgliserol fraksiyonunda ise palmitik ve palmitoleik asitler istatistiksel bakımdan önemli derecede yüksek bulundu. *D. tetragrammicus* ve *D. curdicus*'un sadece triaçilgliserol fraksiyonunda bulunan dekanolik aside, *A. occitanica*, *M. trigrammus* ve *C. plumbeus* türlerinde rastlanmadı.

Total yağ asidi yüzdesi bakımından incelediğimizde; fosfolipit fraksiyonunda triaçilgliserol fraksiyonuna göre doymuş yağ asidi düşük bulunurken, aşırı doymamış yağ asitleri yüzdesi denenen tüm türlerde, yüksek bulundu (Tablo 8 ve 9). Tek doymamış yağ asitleri ise her iki fraksiyonda da yaklaşık eşit miktarda gözlemlendi.

5.3. Myrmeleontidae familyasının Palparinae subfamilyasına ait *Palpares libelluloides* türünün erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği

Fosfolipit fraksiyonunda, dişi ve erkek bireyler arasında toplam tek doymamış yağ asitleri bakımından anlamlı bir farklılık gözlenmezken, dişi bireylerde toplam doymuş yağ asitleri erkek bireylerde ise toplam aşırı doymamış yağ asitleri daha fazla oranda tespit edildi. Triaçilgliserol fraksiyonunda ise, dişi ve erkek bireyler arasında toplam doymuş ve tek doymamış yağ asitleri bakımından anlamlı bir farklılık gözlenmezken, erkek bireylerde toplam aşırı doymamış yağ asitleri daha fazla oranda tespit edildi (Tablo 10).

Palmitik, palmitoleik, miristik asitlerin, erkek ve dişi bireylerin triaçilgliserol fraksiyonunda daha fazla olduğu ve toplam doymuş yağ asitlerinin daha çok triaçilgliserol fraksiyonunda biriktiği saptandı. Tek karbonlu doymuş yağ asidi olan tridekanoik asit (13:0) hem erkek hem de dişilerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonunda saptanırken, tek doymuş yağ asidi olan eicosenoik asit (20:1n-9) sadece erkeklerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonunda tespit edildi. Linoleik ve linolenik asit gibi temel yağ asitleri fosfolipit fraksiyonunda daha fazladır. Toplam aşırı doymamış yağ asidi, erkek ve dişilerde fosfolipit fraksiyonunda fazla miktarda tespit edildi. Aşırı doymamış yağ asitlerinin miktarı her iki cinsiyetin fosfolipit fraksiyonunda

triaçilgliserol fraksiyonuna göre daha yüksek oranda olduğu gözlenirken, bu oranın erkek bireylerde daha fazla olduğu tespit edildi (Tablo 10).

5.4. Nemopteridae familyasından *Lertha extense* türüne ait erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği

Fosfolipit fraksiyonunda, dişi ve erkek bireyler arasında toplam doymuş yağ asitleri bakımından anlamlı bir farklılık gözlenmezken, dişi bireylerde toplam tek doymamış yağ asitleri erkek bireylerde ise toplam aşırı doymamış yağ asitleri daha fazla oranda tespit edildi. Triaçilgliserol fraksiyonunda ise, dişi ve erkek bireyler arasında toplam tek ve aşırı doymamış yağ asitleri bakımından anlamlı bir farklılık gözlenmezken, erkek bireylerde toplam doymuş yağ asitleri daha fazla oranda tespit edildi (Tablo 11).

Familyaları farklı olan ve Tablo 10'da yer alan *Palpares libelluloides* ve Tablo 11'de yer alan *Lertha extense* türüne ait dişi ve erkek böceklerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi dağılımı, birbirine benzerlik göstermektedir. Zira, linoleik ve linolenik asitler erkek ve dişi bireylerin fosfolipit fraksiyonunda, palmitik ve oleik asitler ise erkek ve dişi bireylerin triaçilgliserol fraksiyonunda daha fazla bulundu. Toplam aşırı doymamış yağ asidi, erkek ve dişilerin fosfolipit fraksiyonunda fazla miktarda tespit edildi. Pentadekanoik asit (15:0) ve heptadekanoik asit (17:0) gibi tekli doymuş yağ asitleri hem erkek hem de dişilerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonunda saptandı. *L. extense*'da tespit edilen aşırı doymamış yağ asitlerinin miktarı her iki cinsiyetin fosfolipit fraksiyonunda triaçilgliserol fraksiyonuna göre daha yüksek oranda olduğu gözlenirken, bu oranın erkek bireylerde daha fazla olduğu tespit edildi. Bu böceğin her iki fraksiyonunda da tespit edilen doymuş yağ asitlerinin miktarı *P. libelluloides* türünde tespit edilenlere göre daha azdır (Tablo 11).

5.5. *Myrmeleon inconspicuus*, *Myrmecaelurus maior*, *Cueta lineosa* ve *Macronemurus amoenus* türlerine ait larva ve ergin bireylerin fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asidi içeriği

Çalışmanın bu aşamasında fosfolipit fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzdesinin larva ve ergin gibi böceğin farklı gelişim evrelerinden etkilenip etkilenmediği araştırıldı. Fosfolipit fraksiyonunda palmitik asidin, ergin bireylerde larva evrelerine oranla

azaldığı saptandı. *M. inconspicuus* ve *M. maior* türlerinde stearik asitte ergin evrede azalma gösterdi. Linoleik asit ise bu bölümde incelenen dört böcek türünün ergin evresinde de artış sergiledi. Toplam doymuş yağ asitleri açısından incelediğimizde bu oranın larva evresinde daha yüksek olduğu gözlemlendi. Tek doymamış yağ asitleri açısından incelediğimizde ise *C. lineosa* dışındaki bütün türlerin ergin evrelerinde daha yüksek oranda tespit edildi. Arakidonik ve eikosapentaenoik gibi yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri, larva evresinde daha fazla oranda tespit edilmesine rağmen toplam doymamış yağ asitleri bakımından ergin evre daha zengindir (Tablo 12).

Palmitik ve stearik asitler, böceklerin ergin bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonunda daha yüksek, oleik asit ise daha düşük oranda tespit edildi. Tek karbonlu yağ asitlerinden olan 11:0 sadece *M. maior* ve *C. lineosa* türlerinde tespit edilirken, 13:0 ise dört türde de tespit edildi. Fosfolipit fraksiyonundaki bulguların tersine triaçilgliserol fraksiyonunda toplam doymuş yağ asitleri larva evresine göre ergin evrede artarken, tek doymamış yağ asitleri ise azalış gösterdi. Ayrıca, çoğu böceğin fosfolipit fraksiyonunda bulunan arakidonik ve eikosapentaenoik asitler triaçilgliserol fraksiyonunda, sadece *C. lineosa*'nın larva ve ergin evresi ile *M. amoenus*'un larva evresinde tespit edildi. Aşırı doymamış yağ asitleri de *M. inconspicuus* ve *M. maior* türlerinin ergin evresinde artış göstermiştir. Bu bölümde denenen dört böceğin triaçilgliserol fraksiyonunda, larva evresinden ergin evreye geçişte toplam doymuş yağ asidi miktarı artarken, toplam tek doymamış yağ asidi miktarında ise azalış gözlemlendi (Tablo 13).

5.6. *Lertha sheppardi*'nin yumurta, larva, pupa, ergin dişi ve ergin erkek bireylerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri

L. sheppardi'nin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarının yumurta, larva, pupa, ergin gibi böceğin farklı gelişim evrelerinden etkilenip etkilenmediği araştırıldı. Yumurtanın fosfolipit fraksiyonunda, tek doymuş yağ asitlerinden oleik asit ile aşırı doymamış yağ asitlerinden linoleik asit en fazla miktarda saptandı. Bu bileşenleri sırasıyla palmitik, stearik ve palmitoleik asit izledi. Miristik, eikosatrienoik ve arakidonik asitler ise diğer gelişim evrelerine oranla en fazla yumurtada bulunurken, eikosenoik asit ise yalnızca yumurtada tespit edildi (Tablo 14).

Böceğin diğer gelişim evrelerinden olan larva ve pupa evrelerinin fosfolipit yağ asidi profili incelendiğinde, yumurtada olduğu gibi major (yüzde dağılımında en çok

bulunan) yağ asitlerinin oleik ve linoleik asit ve bu aşırı doymamış yağ asidinin ardından bir doymuş yağ asidi olan palmitik asidin geldiği görüldü. Eikosapentaenoik asit her iki evrede de saptanmadı. Böceğin gelişim evrelerinden yumurtadan, larva ve pupa evrelerine geçişte, larva ve pupa evrelerinden ise ergin evreye geçişte fosfolipit yağ asidi içeriğinde büyük farklılıkların olduğu gözlemlendi. Pupa evresinden ergin evreye geçişte stearik ve linoleik asitlerde fazla oranda azalış gözlenirken, palmitik ve oleik asitte artış saptandı. Tek karbonlu doymuş bir yağ asidi olan heptadekanoik asit ise sadece ergin bireylerde tespit edildi. Böceğin fosfolipit fraksiyonunda, toplam doymuş yağ asidi miktarı en fazla bütün larva evresinde, toplam tek doymamış yağ asidi miktarı en fazla ergin evrede, toplam aşırı doymamış yağ asidi miktarı ise en fazla pupa evresinde tespit edildi. Ergin erkek ve dişi bireyler arasında fosfolipit fraksiyonunda anlamlı bir farklılık bulunmadı (Tablo 14).

Triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin yüzde dağılımı fosfolipitten farklı olarak saptandı. Tablo 15 incelendiğinde, yumurtanın triaçilgliserol fraksiyonunda major yağ asidinin stearik asit olduğu, bu bileşeni palmitik ve oleik asidin izlediği görülür. Fosfolipitte saptanan eikosatrienoik, arakidonik ve eikosapentaenoik asitlere ise triaçilgliserol fraksiyonunda rastlanmadı. Böceğin çeşitli evrelerinde bazı yağ asitlerinde artma ve azalmalar kaydedildi. Palmitoleik ve linolenik asitlerin yumurta evresinden sonra azalmaya başladığı, fakat buna karşılık palmitik asidin ise arttığı gözlemlendi. Ergin evreye ulaşıldığında ise palmitoleik ve linolenik asitlerin artışa, palmitoleik asidin ise azalışa geçtiği gözlemlendi. Stearik, oleik ve linoleik asitlerde ise artma ve azalmanın düzensiz olduğu tespit edildi. Böceğin triaçilgliserol fraksiyonunda, toplam doymuş yağ asidi miktarı yumurta, larva ve pupa evrelerinde hemen hemen aynı miktarda iken ergin evrede çok büyük düşüş sergiledi. Toplam tek doymamış yağ asidi miktarı en fazla ergin evrede, toplam aşırı doymamış yağ asidi miktarı ise larva evresinde tespit edildi. Ergin erkek ve dişi bireyler arasında fosfolipit fraksiyonunda olduğu gibi anlamlı bir farklılık bulunmadı (Tablo 15).

5.7. *Lertha sheppardi*'nin baş, toraks ve abdomenin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği.

L. sheppardi'nin vücut bölümlerinden olan baş, toraks ve abdomenin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi içeriğini incelediğimizde; böceğin her iki cinsiyetinde de baş

ve abdomen kısımlarında oleik asidin, toraks kısmında ise linoleik asidin major yağ asidi olduğunu tespit ettik. Dokosenoik (22:1n-9) ve heptadekanoik asitlerin hem dişi hem de erkek böceğin yalnızca abdomen kısmında, eikosadienoik (20:2n-6) asit ise sadece dişi böceğin abdomeninde tespit edildi.

Cinsiyet farklılığının, toraks ve abdomendeki yağ asidi dağılımını etkilediği verisine ulaştık. Dişi ve erkeğin baş kısımlarında ise herhangi bir farklılık gözlenmedi. Özellikle dişilerdeki doymuş ve aşırı doymamış yağ asidi miktarının, erkeklere oranla daha fazla miktarda olduğu tespit edildi (Tablo 16).

Triaçilgliserol fraksiyonunda ise fosfolipit fraksiyonunda bulunmayan, pentadekanoik asit her iki eşeyde de, böceğin abdomen bölgesinde tespit edildi. Toplam doymuş yağ asitleri bakımından, baş ve abdomen bölümleri hemen hemen aynı oranda yağ asitleri içermesine rağmen dişi bireylerin toraks kısmında düşüş, erkek bireylerde ise yükseliş gözlemlendi. Toplam tek doymamış yağ asitleri ise dişi bireylerin toraks kısmında erkek bireylere göre daha fazla oranda tespit edildi. Toplam aşırı doymamış yağ asidi miktarına gelince, yüzde içeriği bakımından fosfolipit fraksiyonundaki kadar yüksek olmasa da, her iki eşeyde de en fazla toraksda tespit edildi (Tablo 17).

Ayrıca, fosfolipit fraksiyonunda olduğu gibi triaçilgliserol fraksiyonunda da cinsiyet farklılığının, toraks ve abdomendeki yağ asidi dağılımını etkilediği gözlemlendi (Tablo 17).

Tablo 18’de dişi Tablo 19’da ise erkek bireylere ait baş, toraks ve abdomenlerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonları ayrı ayrı karşılaştırıldı. Dişi bireylerin bütün vücut bölümlerinin fosfolipit fraksiyonunda toplam aşırı doymamış yağ asitleri, triaçilgliserol fraksiyonunda ise toplam doymuş ve tek doymamış yağ asitleri daha fazla tespit edildi (Tablo 18). Aynı sonuçlara erkek bireyde de rastlandı. Tek fark, erkeğin toraksındaki toplam tek doymamış yağ asidinin fosfolipit fraksiyonunda daha fazla tespiti oldu (Tablo 19).

Her iki cinsiyete ait böceklerin, fosfolipit fraksiyonlarında toplam doymuş yağ asitleri bakımından, baş ve abdomen bölümleri hemen hemen aynı miktarda yağ asitleri içermesine rağmen toraks kısmında düşüş gözlemlendi. Toplam tek doymamış yağ asitleri de bu bulgulara paralellik göstermektedir. Toplam aşırı doymamış yağ asidi miktarına gelince, yüzde içeriği bakımından en fazla toraksda tespit edildi.

5.8. *Lertha sheppardi*'nin dişi ve erkek ergin bireylerine ait fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan *Pimpinella kotschyana* bitkisinin yağ asidi kompozisyonu

Böceğin fraksiyonlanmış lipidlerindeki yağ asidi dağılımına doğal besinin etkisi araştırıldı. Bu böceğin dişi ve erkek ergin bireyleri doğal besin olarak *Pimpinella kotschyana* bitkisini kullanmaktadır. Tablo 20 ve Tablo 21'deki verilerin ışığında, besinin yağ asidi dağılımına önemli bir etkide bulunmadığı gözlemlendi. Fosfolipit fraksiyonunda yaklaşık % 39, triaçilgliserol fraksiyonunda ise % 56 oranında bulunan oleik asit besinde yaklaşık % 3 civarında bulunmaktadır. Besinde yaklaşık % 24 oranında bulunan linolenik asit ise farklı lipid fraksiyonlarında % 1-2 gibi düşük oranlarda tespit edildi. Ayrıca böceğin fosfolipit fraksiyonunda % 29, triaçilgliserol fraksiyonunda ise % 8 civarında bulunan linoleik asit, besinde % 37 oranında bulundu (Tablo 20 ve 21).

Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden eikosatrienoik, arakidonik, ve eikosapentanoik asitler besinde bulunmazken, böceğin özellikle fosfolipit fraksiyonunda tespit edildi. Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin bitkilerde bulunmamasına rağmen toplam aşırı doymamış yağ asidi oranı besinde, böceklere göre daha yüksek tespit edildi. Besinde ise tespit edilen 13:0, 15:0, arakidik (20:0) ve behenik (22:0) asitlerin, böceğin her iki fraksiyonunda da görülmedi.

5.9. *Macronemurus amoenus* türüne ait bireylerin fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol ve triaçilgliserol gibi çeşitli fraksiyonlardaki yağ asidi içerikleri

Çeşitli lipid sınıfları arasında, yağ asitlerinin yüzde içerikleri bakımından çeşitli farklılıklar bulundu. Linoleik asit, diğer fraksiyonlara oranla fosfolipit fraksiyonunda daha fazladır (% 22). Eikosapentanoik aside sadece fosfolipit fraksiyonunda rastlandı. Tek karbonlu doymuş yağ asitlerinden olan pentadekanoik ve heptadekanoik asitler hem fosfolipit fraksiyonunda hem de triaçilgliserol fraksiyonunda saptandılar. Monoaçilgliserol ve diaçilgliserol fraksiyonlarında en fazla oranda palmitik asit, triaçilgliserol fraksiyonunda ise oleik asit tespit edildi (Tablo 22).

5. TARTIŞMA

Güneydoğu Anadolu Bölgesin’de yayılış gösteren, Neuroptera ordosunun üç farklı familyasına ait toplam on üç tür böcek üzerinde yaptığımız çalışmamızda, böceklerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi dağılımını ve bu dağılımı etkileyen etkenleri inceledik. İncelenen böceklerin büyük çoğunluğunda palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitlerin yüzde dağılımında en çok bulunan yağ asitleri; miristik, pentadekanoik, margarik, palmitoleik, eikosatrienoik, eikosapentaenoik ve arakidonik yağ asitlerinin ise yüzde dağılımında en az bulunan yağ asitleri olduğu görülmüştür. Fakat daha önce bu ordoya ait başka böcek türlerinde fraksiyonlanmış yağ asidi analizi yapılamadığı için yağ asidi dağılımlarını karşılaştıramadık. Yine de, ordo ayırımı yapmadan böceklerdeki fraksiyonlanmış yağ asidi dağılımlarını incelediğimizde major yağ asitleri benzerlik gösterirken, minor yağ asitlerinden sadece miristik ve palmitoleik asitler genel dağılıma uymaktadır.

Böceklerin kalitatif yağ asidi içeriği birbirine benzerse de kantitatif bakımdan bazı istisnalar mevcuttur. Örneğin dipterlerde palmitoleik asit, % 40 (SCHAEFER, 1969; THOMPSON, 1973); aphidlerde miristik asit, % 80 (THOMPSON, 1973; RYAN ve ark., 1982); *G. mellonella*'nın erkek bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonunda eikosenoik asit, % 20 (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1987) ve *Collembola*'nın beş türünün triaçilgliserol fraksiyonunda arakidonik asit % 36 (CHAMBERLAIN ve BLACK, 2005) gibi diğer böcek türlerine oranla yağ asidi profilinde beklenen seviyeden daha yüksek miktarda bulunmuşlardır. SPIKE ve ark., (1991), Hemiptera ordosu Lygaidae familyasına ait *B. leucopterus leucopterus* ve *B. iowensis* nimf ve erginlerinin fosfolipitlerinde % 30-35 ve triaçilgliserollerinde % 35-45 oranında palmitoleik asit saptadılar. Bu bileşenin yüksek oranda oluşu sadece dipterlere ait bir özellik olarak bilinmekteydi.

Yaptığımız bu çalışmada, Neuroptera ordosuna ait böceklerin fraksiyonlanmış yağ asidi dağılımında böyle istisnai durumların olup olmadığını araştırdık. Bu ordoya mensup böceklerdeki palmitoleik asiti, triaçilgliserol fraksiyonunda %5-15, fosfolipit fraksiyonunda ise %1-7 miktarında tespit ettik.

Miristik asit ise triaçilgliserol fraksiyonunda % 0,74-10, fosfolipit fraksiyonunda ise % 0,2-4 miktarında saptandı.

Çalışmamızda ayrıca böceklerin fosfolipit fraksiyonunda 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden; eikosatrienoik asiti %0,20-2,5, arakidonik asiti %0,10-2,50 ve eikosapentaenoik asiti % 0,6-1 arasında tespit ettik. Çalıştığımız böceklerin çok az bir kısmının triaçilgliserol fraksiyonunda 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini tespit ederken, bunların oranının da %1'i geçmediğini gözlemledik. Elde ettiğimiz bu veriler, miristik, palmitoleik ve 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin Neuroptera ordosuna ait böceklerde, istisnai durum gösteren böceklerdeki gibi yüksek bir oranda bulunmadığını ve böceklerdeki genel yağ asidi dağılımına paralellik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

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. Fakat Myremeleontidae familyasına ait *P. libelluoides*, *D. tetragrammicus*, *D. curdicus*, *A. occitanica* , *M. trigrammus* ve *C. plumbeus* türlerinden elde edilen veriler bu sonuçlara uygunluk göstermemektedir. Çünkü, her iki lipit fraksiyonunda yüzde dağılımında en fazla bulunan bileşen oleik asittir. Böceklerde pek rastlanmayan bu durum, Neuroptera ordosunun Myremeleontidae familyasına ait böceklerin için fizyolojik bir adaptasyonundan kaynaklanabilir.

Triaçilgliserolde miristik (14:0), palmitik ve palmitoleik asitler, fosfolipitte ise stearik, linoleik ve linolenik asitler yüzde dağılımında en fazla bulunan yağ asitleridir. 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 (BEENAKKERS ve ark., 1985).

Kaynama noktası oldukça düşük olan aşırı doymamış yağ asitleri, genelde fosfolipit fraksiyonunda daha fazla bulunurlar ve membranın akıcı (sıvı) 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).

1980'li yılların başlarına kadar yapılan, değişik ordolara ait yağ asidi analizlerinde; miristik, miristoleik, palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitler böceklerin genelinde tespit edilmiştir. Dipterlerde palmitoleik asit, % 40 (SCHAEFER ve ark., 1969; THOMPSON, 1973); aphidlerde miristik asit, % 80 (THOMPSON, 1973; RYAN ve ark., 1982) diğer böcek türlerine oranla yağ asidi profilinde beklenen seviyeden daha yüksek miktarda bulunarak istisnai durumlar sergilemişlerdir. Denenen böceklerin büyük çoğunluğunda palmitik, oleik ve linoleik asitlerin majör yağ asitleri olduğu; miristik, miristoleik ve palmitoleik yağ asitlerinin ise minör olduğu görülmüştür. Linolenik asidin dağılımı ise farklıdır. Kimi böcek türlerinde saptanamayan bu bileşen, bazılarında % 30 dolayında tespit edilmiştir. Linolenik asidin ötesindeki aşırı doymamış yağ asitlerinden hiçbiri saptanmamıştır. Bu veriler, böceklerin total vücut lipitlerindeki yağ asidi analizleri ile ilgilidir.

İlk olarak STANLEY-SAMUELSON ve DADD (1983); değişik ordolara (Ortoptera, Neuroptera, Lepidoptera, Diptera) ait çeşitli böcekler üzerinde yaptıkları çalışmada; total vücut lipitlerini, fosfolipit ve triaçilgliserol olarak fraksiyonladıktan sonra, bu fraksiyonlardaki yağ asidi analizlerini hassas kromatografik teknikler uygulayarak 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. Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri total yağ asitlerinin çok küçük bir kısmını

oluşturduğu için, total yağ asitlerinin % 90'dan fazlasını oluşturan triaçilgliserol fraksiyonu ortadan kaldırılmış ve fosfolipitçe zengin fraksiyonda 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri tespit edilmiştir. Nitekim bu tarihten sonra yapılan çalışmalarda fosfolipit fraksiyonunda bu bileşenler saptanmıştır. *T. dealbatus* (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1990a), *Tenebrio molitor* (HOWARD ve STANLEY-SAMUELSON, 1990), *M. sexta* (OGG ve STANLEY-SAMUELSON, 1992) ve *E. integriceps* (BAŞHAN ve ark., 2002) gibi fitofaj karasal böceklerin fosfolipitlerinde oldukça az miktarda da olsa (%1'den az) 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri saptanmıştır. Hatta bazı araştırmacılar, daha da ileriye giderek fosfolipit alt sınıflarında 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalarda, anılan yağ asitlerinin değişik fizyolojik amaçlarla özelleşmiş dokuların fosfolipit alt sınıflarında fazla miktarda biriktikleri saptanmıştır. Örneğin, *D. elpenor*'un retinasındaki fosfatidiletanolamin yağ asitlerinin % 40'ını eikosapentaenoik asit (ZINKLER, 1975); *Periplaneta americana*'nın sinir sisteminde fosfatidiletanolaminin % 21'ini, fosfatidilinositolun % 24'ünü, fosfatidilserinin % 28'ini arakidonik asit (STANLEY-SAMUELSON ve PIPA, 1984); *T. commodus*'un spermatoforundaki fosfatidilkolin yağ asitlerinin % 24'ünü arakidonik asit oluşturmaktadır (STANLEY-SAMUELSON ve LOHER, 1983). Böceklerde doku çalışmak oldukça zordur. Özellikle çok küçük böceklerde doku çalışabilmek için aynı türe ait böcekten yüzlercesine ihtiyaç duyulabilmektedir.

Karasal böceklerden karnivor veya omnivor olanlar, fitofajlara oranla daha fazla miktarda 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini içerirler. Örneğin, karnivor *M. albicomatus* larvalarının fosfolipitlerinin % 2'den fazlası (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1990b) ile *Cicindela circumpecta* ve *Asilis* sp.'nin fosfolipitlerinin % 5'ini arakidonik asidin oluşturduğu görülmüştür (USCIAN ve ark., 1992). Birçok karnivor ve omnivor böcekler 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini besinden elde etmektedirler. Fakat fitofaj böceklerin besinlerinde 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri yoktur. Fitofaj böceklerde saptanan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri besindeki linoleik ve linolenik asidin elongasyon ve desaturasyon ile sentezlenmektedir (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1986).

Eikosatrienoik (20:3n-6), arakidonik (20:4n-6) ve eikosapentaenoik asit (20:5n-3) gibi biyolojik bakımdan oldukça önemli olan 20 karbonlu aşırı doymamış yağ

asitleri, sucul böceklerde daha fazla miktarda bulunurlar (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1988). 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 gelmektedir.

Biz de çalışmamızda, 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini GC-MS ile tespit edebildik. Kanımızca fazla sayıda birey kullanarak total vücut lipidlerinin fosfolipit fraksiyonunda analiz yaptığımız ve analizlerde 30 metre uzunluğunda, uygun kapiller kolon kullandığımız için böceklerde nadir olarak saptanabilen bu bileşenleri tespit ettik. Zira kolonun uzun, kapiller ve sadece yağ asidi metil esterleri için geliştirilmiş olması, ayırma gücünü artırır. Ayrıca gaz kromatografisi-kütle spekturumu kullandığımız için gaz kromatografisinde tespit edemediğimiz 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini kütle spekturumu ile tespit etmeyi başardık. Kütle spekturumu ile tespit ettiğimiz 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin molekül parçalanmasını yaparak molekülün yapısı, ağırlığı, çift bağların bağlanma yerleri gibi özelliklerinden yola çıkarak yağ asitlerini kesin olarak tanımlayabildik. Molekül parçalanmalarında, m/z 'deki pikin 150 olması $\omega 6$ yağ asitleri için, m/z 'deki pikin 108 olması ise $\omega 3$ yağ asitleri için karakteristiktir (FELLENBERG ve ark., 1987). Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asidi metil esterlerinin bazılarının parçalanması Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin iki önemli biyolojik fonksiyonu vardır. Bunlardan biri, biyolojik membranların yapısını oluşturan fosfolipitlerin apolar kısmını oluşturmalarıdır. Bu nedenle membran fonksiyonunda önemli rol oynarlar (HANSEN, 1989). Diğeri ise biyolojik olarak aktif maddeler olan eikosanoidlerin ve prostaglandinlerin öncül molekülleri olmalarından dolayı, fizyolojik olarak çok önemlidirler (STANLEY-SAMUELSON ve ark.,1988). Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden sentezlenen eikosanoidler, omurgalı ve omurgasız hayvanlarda; davranış, üreme ve taşıma fizyolojisinde işlev görürler (STANLEY-SAMUELSON, 1987). Son zamanlarda yapılan kimi çalışmalarda bu maddelerin, böceklerde bakteriyel enfeksiyonlara karşı hücrel bağışık yanıtın oluşmasına da katkıda buldukları (TUNAZ ve ark., 1999; MILLER ve ark., 1999), eikosanoidlerden prostaglandinlerin, böceklerde yumurta bırakma davranışını uyardığı (STANLEY-SAMUELSON ve

LOHER, 1983), mikrobiyal enfeksiyonlara karşı bağışıklık sağladığı (STANLEY-SAMUELSON, 1991), iyon ve su akımını ile yağ hareketinin mobilizasyonunu düzenlediği ve vücut ısısını dengelemede önemli rol oynadığı (STANLEY-SAMUELSON, 1994) saptanmıştır.

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, *P. americana*'nın ekzokrin dokusunda (STANLEY-SAMUELSON ve PIPA, 1984), *Microdon albicomatus* ve *Myrmica incompleta*'nın fosfolipitlerinde (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1990b), *Tibicen dealbatus*'ta (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1990a), *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 (NIKOLOVA ve ark., 2000) saptanmışlardır. Araştırdığımız böceklerin çoğunluğunda tek karbonlu doymuş yağ asitlerinden, pentadekanoik ve heptadekanoik asitler başta olmak üzere nonanoik, undekanoik (11:0), tridekanoik, trikosanoik, pentakosanoik (25:0) asitler özellikle triaçilgliserol fraksiyonunda daha fazla oranda tespit ettik. Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinde olduğu gibi tek karbonlu yağ asitlerinin de molekül parçalanmasını yaparak kesin olarak tanımlayabildik. Tek karbonlu yağ asidi metil esterlerinin bazılarının parçalanması Şekil 10, 11 ve 12 de verilmiştir.

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-SAMUELSON ve ark., 1988). Böceklerdeki yağ asidi bileşimleri ile ilgili çalışmaların çoğu, çevresel faktörlere bağlı olarak yapılmıştır. Böceklerde eşey, sıcaklık ve besin gibi faktörlerin, yağ asitlerine olan etkileri incelendiğinde; en fazla değişimin fosfolipitlerde olduğu gözlenmiştir. Çünkü, özellikle fosfolipitlerde bulunan aşırı doymamış yağ asitleri, diğer lipid fraksiyonlarına göre çevresel faktörlerden daha fazla etkilenirler. Membranların fosfolipit tabakasındaki yağ asit yüzdelerinde gözlenen artma ve azalmalar, çevresel faktörler karşısında membranın akıcılığını sürdürmek için göstermiş olduğu adaptasyon ile açıklanabilir. Aşırı doymamış yağ asitlerindeki artış, membran akıcılığının artmasına neden olur (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1988).

Çalışmamızda cinsiyet, gelişim evreleri, ve besinin Neuroptera ordosuna ait böceklerin yağ asidi dağılımını nasıl etkilediğini inceledik.

Bazı araştırmacılar böceklerdeki cinsiyet farklılığının yağ asidi dağılımına etkisini incelemişlerdir. *A. domesticus*'un dişi bireylerinde erkek bireylere göre palmitik asit daha düşük, linoleik asit ise daha yüksek tespit edilmiştir (CRIPPS ve DE RENOBABLES, 1988). *Apanteles galleriae*'nin ergin dişilerinde oleik asit erkeklere göre daha düşük seviyede tespit edildi. Bu farklılığın sebebi, dişilerin yumurta üretiminde oleik asidi kullanmalarından kaynaklanabilir (NURULLAHOGLU ve ark., 2004). Bazı araştırmacılar ise çalışmalarına başlamadan önce böceklerin cinsiyetleri arasında bir farklılık olup olmadığını hakkında bir ön çalışma yapıp, eğer bir farklılık gözlenmiyor ise cinsiyet ayırımına gitmeden böcekleri karışık olarak kullanmışlardır. Araştırdığımız böceklerin genelinde yağ asidi dağılımında cinsiyet farklılığından dolayı anlamlı bir farklılık gözlenmedi. *L. extensa* ve *P. libelluloides* türlerinin her iki fraksiyonunda ise 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerini erkek bireylerde daha fazla tespit ettik.

Yağ asidi dağılımı, *H. zea* (LAMBREMONT, 1971), *Spodoptera exigua* (HOPPE ve ark., 1974), *D. oleae* (MADARIAGA ve ark., 1974), *G. mellonella*'nın (JANDA, 1975), *C. pipiens quinquefasciatus* (ALBRECHT ve ark., 1977), *C. capitata* (PAGANI ve ark., 1980) ve *A. domesticus* (CRIPPS ve DE RENOBABLES, 1988) gibi böceklerin gelişim evrelerine göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca *P. americana*'nın embriyonik gelişimi sırasında da yağ asidi dağılımında değişimler gözlenmiştir (KINSELLA, 1966).

Böcekler, pupa evrelerinde enerji ihtiyaçlarını depo edilen triaçilgliserolden karşılar. Pupa evresi boyunca triaçilgliserol 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 gösterdi (ÇAKMAK ve ark., 2004).

Hemimetabol böceklerden *Pediculus capitis*'in total lipit ekstraksiyonunda oleik ve palmitik asitler, böceğin gelişim evreleri olan yumurta, nimf ve erginde major yağ asitleri olarak tespit edilmesine rağmen, ergin evrede oleik asitte önemli derecede artış gözlenmiştir. Bu artış erkek bireylerde daha fazla gözlenmiştir. Yumurtadaki total yağ

oranının nimften fazla olmasının sebebi, embriyonik gelişim için gerekli enerji ve materyalleri karşılamak içindir. Triaçilgliseroller, yumurta çatlamadan önce embriyogenezis için gerekli olan enerjiyi sağlar. Ayrıca, embriyogenezis sırasında karbonhidrat ve protein sentezi için gerekli olan karbon ihtiyacının triaçilgliserolden karşılandığı düşünülmektedir. Triaçilgliseroller, nimf evresinde konsantrasyonlarını azaltarak varlıklarını gösterirler. Triaçilgliserolün aksine fosfolipitler yumurta evresinden nimf evresine geçerken çok daha az azalış sergiler; çünkü fosfolipitlerin yapısal fonksiyonları vardır. Membranların yapısında görev alan ve hormonların öncül maddesi olan kolesterol de benzer davranış sergiler. Daha ileri gelişim evresi olan ergin dişi bireylerde, yeni oluşacak yumurtanın gereksinim duyacağı enerjiyi ve karbonu karşılayabilmek için triaçilgliserol miktarı tekrar yükselir (CUNNINGHAM, ve ark., 2001).

Diğer bir hemimetabol böcek olan *Melanogryllus desertus*'un yumurta, değişik nimf evreleri ile ergin böceklerin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarının yağ asidi kompozisyonunda bazı farklar saptanmıştır. Örneğin, oleik asit, nimf evrelerine oranla ergin ve daha yaşlı bireylerde önemli oranda azalmıştır (BAŞHAN ve GÜVEN, 1999). Üzerinde araştırma yaptığımız böceklerden, *Myrmeleon inconspicuus*, *Myrmecaelurus maior*, *Cueta lineosa*'da oleik asit larva evrelerine göre erginlerde azalma gösterdi. Bu durum, yapısal lipitlerin bileşenine giren ve metabolik faaliyetlerde enerji kaynağı olarak kullanılan bu bileşenin senteziyle ilgili enzim aktivitesinin azalmasından veya dişilerde yumurta üretimi sırasında kullanılmış olmasından kaynaklanabilir (DADD, 1985). Palmitik asitteki artma ve azalmaların ise düzensiz olduğu görüldü. Bu yağ asidinin azalması, palmitoleik ve stearik asit sentezinde kullanılmış olmasından ileri gelebilir.

Biyolojik bakımdan önemli olan prostaglandinler ve ilgili diğer eikosanoitlerin öncül maddesi olan arakidonik asit, linoleik asitten sentezlenir. Böceklerin nimf evrelerinde bu yağ asidi deri değiştirme ve diğer fizyolojik aktivitelerde kullanıldığı için, miktarı azalır 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. Hemimetabol böceklerde linoleik asidin sergilediği bu düzen, araştırmamızda kullanılan holometabol böceklerden *L. sheppardi* dışındaki diğer türlerin larva ve erginlerinin triaçilgliserol

fraksiyonunda gözlemlendi. Bu durum deri değişimi esnasında oluşan fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklerin böceklerin yağ asidi sentezine etki ettiğini gösterir.

C. torsalis larvalarında oleik asit, ergine oranla düşük bulunmuştur (TAKATA ve HARWOOD, 1964). *D. frontalis*'in yumurta, larva, pupa ve erginlerinin fosfolipit yağ asidi profilinin farklı olduğu saptanmıştır. (HODGES ve BARRAS, 1974). *M. sextada* da benzer bulgular elde edilmiştir. *Apanteles galleriae*'nin erginlerinde linoleik asit, larva ve pupa evrelerine göre daha fazla tespit edilmiştir (NURULLAHOGLU ve ark., 2004). *Lertha sheppardi*'de ise bu olayın tam tersini gözlemledik. Bunun nedeni böceklerdeki beslenme şeklinin farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz. *Apanteles galleriae* parazitoid bir böcektir. *L. sheppardi*'nin larvaları, diğer böcek larvaları ve karıncalarla beslenerek karnivor bir beslenme şekli sergilerken, erginleri polenlerle beslenerek herbivor bir beslenme şekli sergilemektedir.

Temel yağ asidi olan linolenik asitin, yapılan çalışmalarda 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). Böceklerin yağ asidi analizlerinde linolenik asidin yüzde dağılımı genellikle farklı bulunmuştur. Bu bileşen bazı fitofaj böceklerde yağ asitlerinin % 20'den fazlasını oluşturduğu halde (FAST, 1970), omnivor böceklerde % 1 civarındadır (BALDUS ve MUTCMOR, 1988; GRAPES ve ark., 1989). *M. desertus*'un erginlerinde de nimf evrelerine oranla artış görülmüştür (BAŞHAN ve GÜVEN, 1999).

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 (BEENAKKERS ve ark., 1985).

Böcekler, pupa evrelerinde enerji ihtiyaçlarını larva evresi sırasında depo edilen triaçilgliserolle karşılar. Pupa evresi boyunca triaçilgliserol yavaşça tüketilir, metamorfozun sonuna doğru tüketim hızlanır (OGG ve STANLEY-SAMUELSON, 1992). Dişi güveler metamorfoz boyunca yağları okside ederken, erkek bireyler metamorfozun sonuna doğru yağları okside ederler. Yağ dokuda, çoğunlukla

triaçilgliserol esteri olarak depolanan yağ asitleri ya *de novo* sentezi yoluyla ya da lipolizle, yani besinden elde edilen yağların parçalanmasıyla yağ asitleri sentezlenir. Triaçilgliseroldeki *sn* dağılımında da gelişim evrelerine göre değişimler gözlenmiştir. Bu değişimin sebebi, değişik gelişim evrelerindeki asetiltransferaz sisteminden kaynaklandığı sanılmaktadır (BEENAKKERS ve ark., 1985).

Çalıştığımız böceklerde, palmitoleik asit yüzdesinin ergin evrede azalmasının sebebi, bu bileşenin feromen biyosentezinde kullanılmasından kaynaklanabilir. Zira; STANLEY-SAMUELSON ve arkadaşları (1988) tarafından da belirtildiği gibi bu bileşen feromen biyosentezinde kullanılabilir. Fakat kesin bir sonuca varmak için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Hemimetabol böceklerin; yumurta, nimf ve ergin evrelerinde görülen farklar, holometabol böceklerde; yumurta, larva, pupa ve ergin evrede görülenler (OGG ve STANLEY-SAMUELSON, 1992) kadar çok büyük değildir. Çünkü tam metamorfoz geçiren holometabol böceklerdeki doku organizasyonu derecesi, yarı metamorfoz geçiren hemimetabol böceklere oranla çok daha komplekstir (CRIPPS ve DE RENOBALLES, 1988).

Cinsiyet farklılığının böceğin değişik vücut bölümlerindeki yağ asidi dağılımını nasıl etkilediğini gözlemleyebilmek için *L. sheppardi* türüne ait dişi ve erkek bireylerinin baş, toraks ve abdomenlerinin her iki fraksiyondaki yağ asidi analizini inceledik. Bu inceleme sonucunda, *L. sheppardi*'nin her iki fraksiyonunda da cinsiyet farklılığının baş bölgesinde etkisi gözlenmezken, toraks ve abdomende farklılıklar gözlemlendi. Dişinin toraksın fosfolipit fraksiyonunda doymuş yağ asitleri, abdomeninde ise aşırı doymamış yağ asitleri erkeğe göre daha fazla oranda tespit edildi. Dişinin toraksın triaçilgliserol fraksiyonunda ise tek doymamış yağ asitleri, abdomeninde ise aşırı doymamış yağ asitleri erkeğe göre daha fazla oranda tespit edildi. Böcekler aleminde genellikle erkek böcekler, dişilere göre daha fazla lipit içerirler ve dişileri etkileyebilmek için çeşitli uçuşlar yaparlar. Erkek böceklerin toraksındaki yağ miktarının dişi böceklere göre daha fazla olmasının sebebi bu nedenlerden dolayı olabilir (BEENAKKERS ve ark., 1985). Abdomendeki farklılık ise gonadların farklı oluşundan kaynaklanabilir.

Her cinsiyete ait vücut bölümlerini kendi aralarında karşılaştırdığımızda ise torakta, baş ve abdomenine göre fazla oranda linoleik asit saptadık. Bu sonuç her iki

fraksiyon için de geçerlidir. Bunun sebebi; toraksta bulunan uçma kaslarından kaynaklanabilir. Çünkü uçma kaslarının yağ asidi kompozisyonunu çalışan araştırmacılar, linoleik asidi % 60 gibi yüksek bir oranda tespit etmişlerdir (LAMBREMONT ve DIAL, 1980).

P. americana türüne ait bireylerin toraksının fosfolipit fraksiyonunda 18:2(n-6), 20:3(n-6) ve 20:4(n-6); abdomen kısmında ise 18:1(n-9) ve 20:2(n-6) diğer vücut bölümlerine göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir (JURENKA ve ark., 1988). *M. septendecim*'un dişi ve erkek bireylerinin baş ve toraksın fosfolipit fraksiyonunda 18:2(n-6); abdomende ise 18:1(n-9) yüksek oranda tespit edilmiştir (HOBACK ve ark., 1999). Her iki böcek türüyle ilgili çalışmada cinsiyet farklılığının böceklerin vücut bölümlerine etkisi tespit edilmemiştir.

T. molitor'un baş ve toraksının yağ asitlerini karşılaştıran araştırmacılar, fosfolipit fraksiyonunda linoleik asidi böceğin toraks kısmında daha fazla oranda tespit ettiler (HOWARD ve STANLEY-SAMUELSON, 1990). *P. pyralis*'in baş ve toraksı arasında da farklılık gözlenmemiştir. Yalnızca, fosfolipit fraksiyonunda oleik asit, toraksta % 44, başta ise % 31 oranında saptanmıştır. Karasal böceklerde %1-5 gibi çok az oranda tespit edilen 20:4n-6, bu böceğin başının fosfolipidinde % 23, toraksında ise % 20 oranında tespit edilmiştir (NOR ALIZA ve ark., 2000). *M. sexta*'nın baş kısmında da 20:4n-6, % 12 civarında tespit edildi (OGG ve STANLEY-SAMUELSON, 1992). Bu ilginç sonuç, bu böceklerin diğer karasal böceklerden farklı bir hücrel yağ asidi metabolizmasına sahip olabileceği düşüncesini uyandırmaktadır.

Birçok çalışmada besinin, böceğin yağ asidi dağılımını etkilediği görülmüştür. Ancak, *Lymantria dispar* (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1992), *Hypera brunneipennis* (SUMMERS ve SCHAEFER, 1988), *Spodoptera frugiperda*'nın (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1986) ve sünenin (BASHAN 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 sünelede (BASHAN ve ark., 2002) % 20 oranında bulunan palmitoleik asidin; *D. baccarum* ve *P. lituratus*'ta triaçilgliserol fraksiyonunda % 50 ve % 61 (BASHAN 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 *Lertha sheppardi*'nin dişi ve erkek ergin bireyelerine ait fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan *Pimpinella kotschyana* bitkisinin yağ asidi kompozisyonunu karşılaştırdık. Yaptığımız analizlerde besinin, her iki böceğin yağ asidi dağılımına önemli bir etkide bulunmadığını saptadık. Triaçilgliserol fraksiyonunda yüksek oranda bulunan oleik asit, besinde düşük değerde bulunmuştur. Ayrıca besinde % 24 oranında bulunan linolenik asit farklı lipit fraksiyonlarında % 1-2 gibi düşük bir oranda saptandı. Ayrıca, yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin bitkilerde bulunmamasına rağmen toplam aşırı doymamış yağ asidi oranı besinde, böceklere göre daha yüksek tespit edildi. Bunun sebebinin ise, 18 karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinin miktarının besinde yüksek oranda bulunmasıdır.

Birçok böcek, linoleik asitten arakidonik asidi zincir uzatma ve desaturasyon yolu ile sentezler. Bu böceklere *G. mellonella* (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1987), *P. americana* (JURENKA ve ark., 1987), *T. commodus* (JURENKA ve ark., 1988), *Lymantria dispar* (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1992), *Diabrotica*'ya cinsine ait beş tür (OGG ve ark., 1993), *M. septendecim* (HOBACK ve ark., 1999) örnek teşkil etmektedir.

Bu çalışmada, araştırılan böceklerin larva ve ergininde görülen kimi yağ asitlerindeki artma ve azalmaların böceklerin farklı gelişim evrelerine bağlı olarak değişik beslenme şekillerinden ileri geldiği düşünülmektedir.

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. *A. 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 20:4(n-6), tüm vücudu analizlenen *M. domestica*'nın yalnızca fosfolipit fraksiyonunda tespit edildi (WAKAYAMA ve ark., 1985). Yine aynı yöntem kullanılarak *T. molitorun* malpigi tüpü, testis, bağırsak gibi değişik organlarında işaretli arakidonik asit araştırıldı. 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 edildi (HOWARD ve STANLEY-SAMUELSON, 1990). Arakidonik asit, *M. albicomatus*'un fosfolipit fraksiyonunda %3, diaçilgliserol fraksiyonunda % 0,3, triaçilgliserol fraksiyonunda ise % 0,1 oranında tespit edildi (STANLEY-SAMUELSON ve ark., 1990b). Ortoptera ordosunun Gryllidae familyasından olan *M. desertus*'la ilgili çalışmada, çeşitli lipit sınıfları arasında, böcek tarafından sentezlenen bazı yağ asitlerinin konsantrasyonları bakımından önemli farklar bulundu. Linoleik asit, diğer fraksiyonlara oranla fosfolipit fraksiyonunda % 50 oranında saptandı. Monoaçilgliserol ve diaçilgliserol fraksiyonlarında en aktif sentezlenen yağ asidi palmitik asittir. Triaçilgliserolde ise en fazla bulunan yağ asidi ise oleik asittir (BAŞHAN, 1998).

Araştırdığımız *M. amoenus* türüne ait bireylerin fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol ve triaçilgliserol gibi çeşitli fraksiyonlardaki yağ asidi içeriklerini karşılaştırdık. monoaçilgliserol fraksiyonunda palmitik ve oleik asit, diaçilgliserol fraksiyonunda ise palmitik asit major seviyede bulundu. Palmitik asidin böyle yüksek seviyede bulunmasının sebebi yağ asidi sentetazın ara ürünü olmasından kaynaklanmaktadır. *A. domesticus* (GRAPES ve ark., 1989) ve *P. americana*'da da (BORGESON ve ark., 1991) palmitik asit gibi doymuş yağ asitleri monoaçilgliserol ve diaçilgliserol fraksiyonlarında daha fazla oranda biriktiği tespit edildi.

Yirmi karbonlu aşırı doymamış yağ asitlerinden arakidonik asidi, sadece fosfolipit fraksiyonunda tespit ettik. Toplam doymamış yağ asidi miktarı en fazla diaçilgliserol ve triaçilgliserolde, toplam aşırı doymamış yağ asidi miktarı ise fosfolipit fraksiyonunda görüldü.

KAYNAKLAR

- ALBRECHT, W.N., CHIO, L., SANBORN, J. R., 1977. Composition of fatty acids in *Culex pipiens quinquefasciatus*, A developmental study, Insect Biochem. 7, 435-442.
- ASPÖCK, H., ASPÖCK, U., HÖLZEL, H., (unter Mitarbeit von RAUSCH, H.) 1980. Die Neuropteren Europas. Eine zusammenfassende Darstellung der Systematic, Ökologie und Chorologie der Neuropteridae (Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia) Europas. Mit 96 Bestimmungsschlüsseln, 12 Tabellen, 913 Strichezeichnungen, 259 Fotografien, 26 Aquarellen und 222 Verbreitungskarten. 2 Bde, 495.; 355 pp. Goecke und Evers, Krefeld.
- ASPÖCK H., CANARD M., MANSELL M.W., 2002. Report on an information discussion on current and future projects and research themes in neuropterology, Acta Zool Acad Sci. 48, 389-400.
- BALDUS, T. J., MUTCHMOR, J. A., 1988. The effect of temperature acclimation of the fatty acid composition of the nerve cord and fat body of the American cockroach, *Periplaneta americana*, Comp. Biochem. Physiol. 89A, 141-147.
- BARLOW, J. S., 1964. Fatty acid in some insect and spider fats, Can. J. Biochem., 42, 1365-1374.
- BARLOW, J. S., 1966. Effects of diet on the composition of body fat in *Agria affinis*, Can. J. Zool. 43, 337-341.
- BAŞHAN, M., ÇELİK, S., 1995. Linoleic acid biosynthesis in the black cricket *Melanogryllus desertus* Pal., Tr. J., of Biology. 19, 391-397.
- 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., GÜVEN, K., 1999. *Melanogryllus desertus* (Orthoptera, Gryllidae)'ün çeşitli gelişim evrelerinde total yağ asidi içeriği, Tr. J. Zool. 23:3, 979-984.
- BASHAN, M., AKBAS, H., YURDAKOC, 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.
- BASHAN, M., CAKMAK, O., 2005. Changes in phospholipid and triacylglycerol fatty acids prepared from prediapausing and diapausing individuals of *Dolycoris*

- baccarum* and *Piezodorus lituratus* (Heteroptera, Pentatomidae), Ann. Entomol. Soc. Am.. 98:4, 575-579.
- BEDICK, J.C., TUNAZ, H, NOR ALIZA, A.R., PUTNAM, S., ELLIS, M., STANLEY, D.W., 2001. Eicosanoids act in nodulation reactions to bacterial infections in newly emerged adult honey bees, *Apis mellifera*, but not in older foregers, Comp. Biochem. Physiol.. 130C, 107-117.
- BEENAKKERS, A. M., HORST, D., MARREWILK V., 1985. Insect lipids and lipoproteins, and their role in physiological processes, Prog. Lipid Res.. 24, 19-67.
- BLIGH, E. G. and 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 RENOBALLES, M., 1982. Biosynthesis of linoleic acid in a termite, cockroach and cricket, Insect Biochem.. 3, 349-353.
- BLOMQUIST, G. J., NELSON, D. R., DE RENOBALLES, M., 1987. Chemistry, biochemistry and physiology of insect cuticular lipids, Arch. Insect Biochem. Physiol.. 6, 227-229.
- BORGESON, C. E., KURTI T. J., MUNDERLOH, U. G. and BLOMQUIST, G. J., 1991. Insect tissues, not microorganisms produce linoleic acid in the house cricket and the American cockroach, Experientia.. 47, 238-241.
- BUCKNER, J. and HAGEN, M., 2003. Triacylglycerol and phospholipid fatty acids of the silverleaf whitefly: composition and biosynthesis, Arch. Insect Biochem. Physiol.. 53, 66-79.
- 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.
- CANAVOSO, L. E., BERTELLO, L. E., DE LEDERKREMER, R. M., RUBIOLO E. R., 1998. Effect of fasting on the composition of the fat body lipid of *Dipetalogaster maximus*, *Triatoma infestans* and *Panstrongylus megistus* (Hemiptera, Reduviidae), J. Comp. Physiol.. B. 168, 549-54.
- CANAVOSO, L. E., WELLS M. A., 2000. Metabolic pathways for diacylglycerol biosynthesis and release in the midgut of larval *Manduca sexta*, Insect Biochem. Mol. Biol.. 30, 1173-80.

- CANAVOSO L. E., JOUNI Z., KARNAS K. J., JAMES E, PENNINGTON J. E., and AWELLS, M., 2001. Fat metabolism in insects, Annu. Rev. Nutr. 21, 23-46.
- CANBULAT, S., 1998. Çanakkale Planipennia (Insecta, Neuropteroidea) Türlerinin Sistematik ve Faunistik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniv. Fen Bilimleri Ens., Ankara.
- CANBULAT, S., KIYAK, S., 2000. On the faunistic and systematical studies of chrysopidae (Insecta, Neuropteroidea, Planipennia) species of Çanakkale province, Gazi Üniv. Fen Bilimleri Ens. Derg. 12:4, 1037-1045.
- CARVALHO, C. F., CANARD M., ALAUZET C., 2002. Influence of the density of *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972) (Neuroptera, Chrysopidae) adults on its laboratory reproduction potential, Acta Zool Acad Sci. H 48, 61-65 Suppl.2 2002.
- CHAMBERLAIN, P. M., BLACK, H. I., 2005. Fatty acid composition of Collembola, unusually proportions of C₂₀ polyunsaturated fatty acids in a terrestrial invertebrate, Comp. Biochem. Physiol. B 140, 299-307.
- CHEN, L. F., LUND, D. B., RICHARDSON, T., 1971. Essential fatty acids and glucose permeability of lecithin membranes, Biochem. Bioph. Acta. 225, 89-95.
- CHRISTIE, W. W., 2006. www.lipidlibrary.co.uk/7k
- COREY, E. J., ALBRIGHT, J. O., BARTON, A.E., HASHIMOTO, S, 1980. Chemical and enzymic syntheses of 5-HPETE, a key biological precursor of slow-reacting substance of anaphylaxis (SRS) and 5-HETE., J. Am. Chem. Soc. 102, 1435-1436.
- COSTA, M., 1993. Phospholipid composition of flight muscle from the tsetse fly, Comp Biochem Physiol. B. 146, 73.
- CRIPPS, C., BLOMQUIST. G. J., DE RENOBALLES, B. M., 1986. De novo biosynthesis of linoleic acid in insects, Biochim. Biophys. 876, 572-560.
- CRIPPS, C., DE RENOBALLES, M., 1988. Developmental changes in fatty acid biosynthesis and composition in the house cricket, *Acheta domesticus*, Arch. Insect Biochem. Physiol. 9, 357-366.
- CUNNINGHAM, M., GONZALEZ, A., DREON, D., CASTRO D. and POLLERO R., 2001. Lipid and protein composition at different developmental stages of

- Pediculus capitis*, J. Parasitol., 87:6, 1251-1254.
- 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., BAŞHAN, M., SATAR A., 2004. *Myrmeleon inconspicuus* (Neuroptera, Myrmeleonidae)'un larva ve ergin bireylerinin yağ asiti içeriği, XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-24 Haziran 2004-Adana.
- DADD R. H., KLEINJAN J. E., STANLEY-SAMUELSON D.W., 1987. Polyunsaturated fatty acids of mosquitoes reared with single dietary polyunsaturates, Insect Biochem. 17: 7-10.
- DADD, R. H., 1981. Essential fatty acids for mosquitoes, other insects and vertebrates in current topics in insect endocrinology and nutrition. Edited by G. Bhaskaran, S. Friedman and J.G. Rodriguez. Plenum Pres, New York. 189-214.
- DADD, R. H., 1985. Nutrition, organisms, in comprehensive insect physiology, Ed. KERKUT, G. A. and GILBERT, L. I., Biochemistry and Pharmacology. 8, 313-390.
- DANKS, S. M. and TRIBE M. A., 1979. Biochemical changes in blowfly flight muscle mitochondria following temperature acclimation, J. Therm.Biol. 4, 183-195.
- DEFOLIART, G. R., 1999. Insects as food, why the western attitude is important, Annu Rev. Entomol. 44, 21-50.
- DEMİRİSOY, A., 1990. Yaşamın Temel Kuralları. Entomoloji, İkinci Baskı. Meteksan Matbaacılık. Ankara. 941.
- DE RENOBALLES, M., CRIPPS, C., KINSEY, M., 1990. Lipid Biosynthesis in adult *Acyrtosiphon pisum*: Effect of age and symbiont population, Arch. Insect Biochem. Pysiol. 14, 85-92.
- DIKEMAN R. N., LAMBREMONT E. N., ALLEN R. S., 1981. Tissue specificity and sexual dimorphism of the fatty acyl composition of glycerolipids from the tobacco budworm, *Heliantis virescens*, F. Comp. Biochem. Physiol. B. 68, 259.
- FAST, P.G., 1970. Insect lipids., Prog.Chem. 11, 181-242.
- FELLENBERG, A. J., JOHSON, D. W., POULOS, A. and SHARP, P., 1987. Simple mass spectrometric differentiation at the n3, n6 and n9 series for methylene interrupted polyenoic acids, Biomed. Environ. Mass spec. 14, 127-130.

- GÖZÜKARA, M. E., 1997. Biyokimya. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.
- GRAPES, M., WHITING P., DINAN, L., 1989. Fatty acid and lipid analysis of the house cricket, *Acheta domesticus*, Insect Biochem., 19, 767-774.
- GUNSTONE, F.D., ISMAIL, I.A., 1967. The conversion of the cis octadecenoic acids to their trans isomers, Chem. Physiol. Lipids. 1, 264-269.
- HANSEN, H. S., 1989. Linoleic acid-Essential Fatty acid and Eicosanoid Precursor. Bondegaard tryk as, Herlev, Denmark.
- 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.
- HENDERSON R. J., 1996. Fatty Acid Metabolism in Freshwater Fish with Particular Reference to Polyunsaturated Fatty Acids, Arch. Anim. Nutr. 49, 5-22.
- HOBACK, W. W., RANA, R. L., STANLEY, 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., A122, 355-362.
- HODGES, J., BARRAS, S., 1974. Fatty acid composition of *Deneroctoonus frontalis* at various development stages, Ann. Entomol Soc. Am 67, 57-62.
- HOPPE, K., HADLEY, N., TRELEASE, R., 1974. Changes in lipid and fatty acid composition of eggs during development of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, Insect Biochem. 5, 311.
- HOWARD, R. W. and STANLEY - SAMUELSON, 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.
- HÖLZEL, H., 1967a. Zwei neue chrysopa-arten aus anatolien (Neuroptera, Chrysopidae), Sonderabdruck aus dem Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen. 16. Jahrgang, Nr. 9:10, 90-95.
- HÖLZEL, H., 1967b. Die Neuropteren vorderasiens II. chrysopidae, Beitr. Naturk.

- Forsch. SüdwDtl.. 26:1, 19-45.
- HÖLZEL, H., 1968. Die Neuropteren Vorderasiens III. Nemopteridae, Beitr. Naturk. Forsch. SüdwDtl.. 27:1, 37-47.
- HÖLZEL, H., 1972. Die Neuropteren Vorderasiens IV. Myrmeleonidae, Beitr. Naturk. Forsch. SüdwDtl.. 1:3-103-112.
- <http://veterinary.ankara.edu.tr/~fidanci/Dersler/Lipidler/Lipid.htm> 11.12.2005
- 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.
- JURENKA R. A., HOWARD R. W., BLOMQUIST G. J., 1986. Prostaglandin synthetase inhibitors in insects defensive secretions, Naturwissenschaften.. 73 S, 735-739.
- JURENKA R. A., DE RENOBALLES M., BLOMQUIST G. J., 1987. De novo biosynthesis of polyunsaturated fatty acids in the Cockroach *Periplaneta americana*, Archiv. Biochem. Biophys.. 255:1, 184-193.
- JURENKA R. A., STANLEY-SAMUELSON, D. W., LOHER, W., BLOMQUIST, G. J., 1988. De novo Biosynthesis of Arachidonic acid and 5,11,14-eicosatrienoic acid in the cricket, *Teleogryllus commodus*. Biochem Biophys Acta.. 963, 21-27.
- KEHA, E., KÜFREVİOĞLU, İ., 2000. Biyokimya. Aktif Yayınevi, Erzurum.
- KERKHOVE, E. V., PIROTTE, P., PETZEL, D. M., STANLEY-SAMUELSON, D. W., 1994. Eicosanoid biosynthesis inhibitors modulate basal fluid secretion rates in the malpighian tubules of the Ant, *Formica polyctema*, J. Insect Physiol.. 41, 435-441.
- KILINÇER, N., GÜRKAN, M.O., MELAN, K., 1987. Kışlama süresince Kımlıl (*Aelia rostrata* Boh.) ve Avrupa Sünesi (*Eurygaster maura* L.) (*Heteroptera, Scutellericiae*) nin lipitleri üzerinde araştırmalar, Türkiye 1. Entomoloji Kongresi. İzmir, 13-16 Ekim 1987.
- KINSELLA, J. E., 1966. Metabolic pattern of the fatty acids of *Periplaneta americana* (L.) during its embriyonik development, Can J. Biochem.. 44, 247-251.
- KOÇAK, A. Ö., 1976. A new subspecies of Myrmeleonidae (Neuroptera) from Turkey, Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen. 25. Jahrgang, Nr.6,

- Ausgegeben am 15. Dezember, 97-100.
- LAMBREMONT, E. N. 1971. Synthesis and metabolism of long chain fatty acids during late during late developmental stages of *Heliothis zea* (Lepidoptera, Noctuidae), Insect Biochem. 1, 14-19.
- LAMBREMONT, E. N., DIAL, P. F., 1980. Fatty acid composition of major phospholipids from the fat body, flight muscle, nervous system and testis of the house cricket, Comp Biochem Physiol. B. 66, 327-333.
- 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.
- LEMESLE, A., THIERRY D., FOUSSARD F., CANARD M., 1997. Preliminary study on lipids in *Chrysoperla kolthoffi* during diapause (Neuroptera, Chrsopidae), Acta Zool. Fennica. 209, 141-144.
- LOULOUEDES, S. J., KAPLANIS, J. N., ROBBINS, W. E. and MONROE, R. W. 1961. Lipogenesis from ¹⁴C- acetate by the American cockroach, Ann.Ent.Soc.Amer. 54, 99-103.
- 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. and DINAN, L., 1989. Fatty acid and lipid analysis of the house cricket, *Acheta domesticus*, Insect Biochem. 19:8, 767-774.
- MAULDIN, J. K. SMITH, R. V. and BAXTER, C. C. 1972. Cellulose Catabolism and Lipid Synthesis by the subterranean termite, *Captotermes formosanus*, Insect Biochem. 2, 209-217.
- MILLER, J. S., HOWARD, R. W., RANA, R. L., TUNAZ, H., STANLEY D. W., 1999. Eicosanoids mediate nodulation reactions to bacterial infection in adults of the cricket, *Gryllus assimilis*, J. Insect Physiol. 45, 75-83.
- NELSON, D. R., and 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. and DAMYONOVA N., 2000. Fatty acid profiles of main lipid classes in adult *Chrysomela vigintipunctata* (Coleoptera,

- Chrysomelidae). Z. Naturforsch.. 55c, 661-666.
- NOR ALIZA, A. R., BEDICK, J. C., RANA, R. L., TUNAZ, H., HOBACK, W. W. AND STANLEY, D. W., 2000. Arachidonic and eicosapentaenoic acids in tissue of the firefly, *Photinus pyralis* (Insecta, Coleoptera), Comp. Biochem. Physiol.. 128A, 251-257.
- NURULLAHOGLU, U., UCKAN, 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., HOWARD, R. W., and STANLEY-SAMUELSON, D. W., 1991. Fatty acid composition and incorporation of arachidonic acid into phospholipids of hemocytes from the tobacco hornworm *Manduca sexta*. Insect Biochem.. 21, 609-814.
- 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. and STANLEY-SAMUELSON, D. W., 1993. Triacylglycerol and phospholipid fatty acids of five species of *Diabrotica* (Coleoptera, Chrysomelidae), Comp. Biochem. Physiol.. 105B:1, 69-77.
- ONAT, T., EMERK, K., SÖZMEN, E. 2002. Temel Biyokimya, Palme yayınları, Ankara.
- PAGANI, R., SUAREZ, A., MUNICIO, A. M., 1980. Fatty acid patterns of major lipid classes during development of *Ceratitis capitata*, Comp. Biochem. Physiol.. B. 67, 511.
- PETYEL D. H. and STANLEY-SAMUELSON, D.W., 1992. Inhibition of eicosanoid biosynthesis modulates basal fluid secretion in the Malpighian tubules of the yellow fever mosquito (*Aedes aegypti*), J. Insect Physiol.. 38,1-8.
- REDDY, A. T. V., AYYANNA, K., YELLAMMA, K., 1991. Cypermethrin induced modulations in lipid metabolism of freshwater teleost, *Tilapia mossambica*, Biochem Int..23, 5, 963-967.
- 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 RENOBLES, M., DILLWITH, J. W., HEISLER, C. R., and

- BLOMQUIST, G.J., 1982. Biosynthesis of myristate in an aphid: Involvement of a specific acylthioesterase, Arch. Biochem. Biophys., 213: 26-36.
- SATAR, A., 2002. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Neuroptera (=Planipennia) (Insecta) Faunasının Saptanması, Doktora Tezi. Dicle Üniv. Fen Bilimleri Ens., Diyarbakır.
- SATAR, A., ÖZBAY, C., 2002. *Bubopsis zarudnyi* Alexandrov-Martynova, 1926 (Neuroptera , Ascalaphidea) New to Turkey, Boletin Dela S.E.A. n 30, 192-199.
- SATAR, A., ÖZBAY, C., 2003. *Gymnocnemia variegata* (Schneider, 1845), second record to Turkish Fauna (Neuroptera, Myrmeleontidae). Boletin Dela S.E.A. n 33, 287-295.
- SATAR, A., ÖZBAY, C., 2004. Eggs, first instar larvae and distribution of the neuropterids *Lertha extensa* and *L. shappardi* (Neuroptera, Nemopteridae) in south-eastern Turkey., Zool. Middle East 32, 91-96.
- SAYA, Ö., ERTEKİN, S., 1997. GAP'ın bölge florasına etkileri. Gap'ın ekolojiye ve tarıma etkileri. Türkiye çevre vakfı yayını, 30-31 Ekim.
- 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.
- SÖZER, A. N., 1984. Güneydoğu Anadolu'nun doğal çevre şartlarına coğrafi bir bakış. Ege Coğrafya Dergisi. 2, 8-31.
- SPIKE, B. P., WRIGHT, R. J., DANIELSON, S. D. and STANLEY -SAMUELSON, D. W., 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.
- SRINIVAS, T., PRASAD, T. A. V., RAFFI, G. M., REDDY, D. C., 1991. Effect of atrazine on some aspects of lipid metabolism in freshwater fish, Biochem. Int. 23:3, 603-609.
- STANGE, L. A., LUCAS, J. R., 1981. Key and descriptions to the Myrmeleon Larvae of Florida (Neuroptera , Myrmeleontidae), Florida Entomologist. 64:2, 207-216.
- STANGE, L. A., MILLER, R. B., 1990. Classification of the Myrmeleontidae Based on Larvae (Insecta, Neuroptera), Pretoria. 151-169.
- STANGE, L. A., WANG, H. Y., 1998. Guide Book to Insects in Taiwan (18). Taipei,

- Taiwan, 279 p.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W. and DADD, R. H., 1983. Long chain polyunsaturated fatty acids: patterns of occurrence in insects. Insects Biochem. 13, 549-558.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W. and 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-SAMUELSON, D. W. and PIPA, R. L., 1984. Phospholipid fatty acids from exocrine and reproductive tissues of male American cockroach, *Periplaneta americana* (L.), Arch. Insect Biochem. Physiol. 1, 161-166.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., LOHER, W. and BLOMQUIST G. J., 1986. Biosynthesis of polyunsaturated fatty acids by the Australian field cricket, *Teleogryllus commodus*, Insect Biochem. 16, 387-393.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., 1987. Physiological roles of prostaglandins and other eicosanoids in invertebrates, Biol. Bull. 173, 92-109.
- STANLEY-SAMUELSON, 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-SAMUELSON, D. W., JURENKA, R. A., CRIPPS, C., BLOMQUIST, G. J. and DE RENOBLES, M., 1988. Fatty acids in insect composition, metabolism and biological significance, Arch. Insect Biochem. Physiol. 9, 1-33.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., HOWARD, R.W. and TOOLSON, E.C., 1990a. Phospholipid fatty acid composition and arachidonic acid uptake and metabolism by the cicada *Tibicen dealbatus* (Homoptera: Cicadidae). Comp. Biochem. Physiol. 97B, 285-289.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., HOWARD, R. W. and AKRE, R. D., 1990b. Nutritional Interactions revealed by tissue fatty acid profiles of an obligate myrmecophilous predator, *Microdon albicomatus* and its prey, *Myrmica incompleta*. Ann. Entomol. Soc. Am. 83, 1108-1115.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., 1991. Comparative eicosanoid physiology in

- invertebrate animals, J. Am. Physiol. 260, 849-853.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., JENSEN, E., NICHERSON, K. W., TIEBEL, K., OGG, C. L., HOWARD, R. W., 1991. Insect immune response to bacterial infection is mediated by eicosanoids, Proceeding of the National Academy of Sciences U.S.A. 88, 1064-1068.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., O'DELL, T., OGG, C. L., and 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.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., 1993. The physiological significance of prostaglandins and related eicosanoids in insects. In Insects Lipids, Chemistry Biochemistry and Biology (Edited by STANLEY-SAMUELSON, D.W., and D R. NELSON) pp. 45-97, University of Nebraska Press, Lincoln, NE.
- STANLEY-SAMUELSON D. W., DENNIS R. N., 1993. Insect lipids chemistry, biochemistry, biology. University of Nebraska Press, Lincoln and London.
- STANLEY-SAMUELSON, D. W., 1994. Prostaglandins and related eicosanoids in insects, Adv. Insect Physiol. 24, 115-212.
- STANLEY, D. W., MILLER, J. S., 1998. Eicosanoids in animal reproduction, what can we learn from invertebrates? In, Rowley, A.F., Kuhn, H., Schewe, T. (Eds.), Eicosanoids and Related Compounds in Plants and Animals. Portland Press, pp. 183-196.
- STANLEY, D. W., HOBACK, W. W., BEDICK, J. C., TUNAZ, H., RANA, R. L., NOR ALÍZA, A. R., MILLER, J. S., 1999. Eicosanoids mediate nodulation reactions to bacterial infections in larvae of the butterfly, *Colias eurytheme*, Comp. Biochem. Physiol. 123, 217-223.
- STANLEY, D. W., 2000. Eicosanoids in invertebrate signal transduction systems. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- STRONG, F. E., 1963. Fatty acids, *In vivo* Synthesis by the Green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). Science 140, 983-984.
- SUMMERS C. C. and SCHAEFER, C. H., 1988. Lipid composition of preactivatin and activatin adult Egyptian Alfalfa Weevil, *Hypera brunneipennis*. Ann. Entomol. Soc. Am. 43, 816-823.

- SVOBODA, J. A., 1999. Variability of metabolism and function of sterols in insects. Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol. 34, 49–57.
- ŞENGONCA, Ç., 1980. Türkiye Chrysopidae (Neuroptera) faunası üzerine sistematik ve taksonomik araştırmalar. I. Familyanın genel tanımı, Türk. Bit. Kor. Derg. 4, 1, 90-99.
- ŞENGONCA, Ç., 1981a. Türkiye Nemopteridae (Insecta, Neuroptera) faunası üzerine taksonomik araştırmalar. I. Familyanın genel tanımı, Türk. Bit. Kor. Derg. 5, 2, 91-99.
- ŞENGONCA, Ç., 1981b. Türkiye Nemopteridae (Insecta, Neuroptera) Faunası Üzerine Taksonomik Araştırmalar. II. Faunistik, Türk. Bit. Kor. Derg. 5, 2, 101-114.
- TAKATA, N. and HARWOOD R. F., 1964. Fatty acid composition during postembryonic development of the mosquito *Culex torsalis*, Ann. Ent. Soc. Am. 57, 749-753.
- TAN, K. H., 1993. A study of lipids in the cave-roach *Pycnoscelus striatus*, Comp Biochem Physiol. B. 146, 1-8.
- TERRA, W. R, FERREIRA, C., JORDAO, B.P., DILLON, R. J., 1996. Digestive enzymes, Insect Biochem. 23, 145-147.
- THOMPSON, S. N., 1973. A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of seven insect orders. Comp. Biochem. Physiol. 45.B, 467-482.
- TSUCHIDA. K., WELLS M. A., 1988. Digestion, absorption, transport and storage of fat during the last larval stadium of *Manduca sexta*. Changes in the role of lipophorin in the delivery of dietary lipid to the fat body. Insect Biochem. 18, 263–68.
- TUNAZ, H., BEDICK, J. C., MILLER, J. S., HOBACK, W. W., RANA, R. L. and STANLEY, D. W., 1999. Eicosanoids mediate nodulation reactions to bacterial infections in adults of two 17-year periodical cicadas, *Magicicada septendecim* and *M. cassini*, J. Insect Physiol. 45, 923-931.
- TUNAZ, H., STANLEY, D. W., 1999. Eicosanoids mediate nodulation reactions to bacterial infections in adults of the *American cockroach*, *Periplaneta americana* (L.), Proceedings at the Entomological Society of Ontario. 130, 97-108.
- TUNAZ, H., İŞIKBER, A. A. ve ER., M. K., 2003. The role of eicosanoids on nodulation reactions to bacterium *Serratia marcescens* in larvae of *Ostrinia*

- nubilalis*, T. J. Agric. Forest. (TÜBİTAK). 27, 269-275.
- TURUNEN, S., 1974 Lipid utilization in adult *Pieris brassicae* with special reference to the role of linolenic. J. Insect Physiol. 20, 1257-1266.
- TURUNEN S., 1993. Metabolic pathways in the midgut epithelium of *Pieris brassicae* during carbohydrate and assimilation, Insect Biochem. Mol. Biol. 23, 681-89.
- TURUNEN, S., CRAILSHEIM, K., 1996. Lipid and sugar absorption, Insect Biochem. 25, 15-19.
- USCIAN, J. M., MILLER, J. S., HOWARD, R., W. and 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.
- WAKAYAMA, E. J., DILLWITH, J. W. and BLOMQUIST, G. J., 1985. Occurrence and metabolism of arachidonic acid in the housefly, *Musca domestica* L., Insect Biochem. 15, 367-374.
- YAMAJA, B. N. and RAMAIAH, T. R., 1980. Effect of prostaglandins and inhibitors of prostaglandin biosynthesis on oviposition in the silk moth *Bombyx mori*, L. Indian J. Exp. Biol. 13, 539-541.
- YOUNG, R. G., 1967. Fatty acids of some arthropods, 15 pp., Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem., 401.
- ZINKLER, D., 1975. Zum lipidemuster der photorezeptoren von insecten, Verh. Dt Zool. Ges, 28-32.

TABLULAR

Tablo 7. Chrysopidae familyasına ait *Chrysoperla carnea* 'nın fosfolipid ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asitlerinin yüzde dağılımı

Yağ asitleri	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**
C 8:0	-	0,06±0,01
C 9:0	-	0,10±0,05
C 10:0	-	0,13±0,07
C 11:0	-	0,12±0,07
C 12:0	-	0,24±0,09
C 13:0	-	0,09±0,07
C 14:0	0,41±0,04a	1,18±0,08b
C 15:0	0,10±0,02a	0,17±0,04a
C 16:0	12,62±0,78a	29,28±1,67b
C 17:0	0,08±0,02a	0,09±0,01a
C 18:0	9,68±1,15a	3,85±0,47b
C 20:0	1,41±0,15a	0,48±0,01b
C 22:0	1,43±0,16a	0,20±0,10b
C 23:0	-	0,11±0,03
C 24:0	-	0,06±0,05
C 25:0	-	0,06±0,10
ΣD.Y.A	25,73±1,20a	36,23±1,46b
C 16:1(n-7)	1,54±0,09a	2,08±0,20a
C 18:1(n-9)	25,43±1,47a	52,38±2,64b
ΣT.D.Y.A	26,97±0,86a	54,46±2,77b
C 18:2(n-6)	46,04±1,03a	8,79±2,16b
C 18:3(n-3)	1,41±0,02a	0,45±0,03b
ΣA.D.Y.A..	47,45±2,69a	9,24±0,7b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Aynı satırda aynı harflerle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0,05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 8. *Distoleon tetragrammicus*, *Distoleon curdicus*, *Acanthacalis occitanica*, *Myrmecaelurus trigrammus* ve *Creleon plumbeus* bireylerinin fosfolipit fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzde içeriği.

Yağ Asitleri	<i>D. tetragrammicus</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>D. curdicus</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>A. occitanica</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>M. trigrammus</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>C. plumbeus</i> (Ortalama*±S.H)**
C12:0	0,26±0,09a	-	-	0,13±0,02b	0,10±0,03b
C13:0	0,13±0,02a	0,30±0,02b	-	-	-
C14:0	0,52±0,02a	1,29±0,01b	0,82±0,11a	0,80±0,02a	3,20±0,04c
C15:0	-	0,80±0,01a	1,01±0,02a	-	-
C16:0	13,15±0,70a	19,95±0,80b	29,25±0,02c	10,69±0,40a	21,61±2,01b
C17:0	0,26±0,02a	-	-	0,20±0,01a	0,88±0,02b
C18:0	7,03±1,15a	8,50±0,69a	3,89±0,53b	9,10±1,15a	9,95±0,54a
C20:0	-	-	0,66±0,12	-	-
C22:0	-	-	0,71±0,24	-	-
∑D.Y.A.	21,35±1,71a	30,84±1,14b	35,85±2,02c	20,92±1,83a	35,74±2,17c
C16:1(n-7)	2,60±0,90a	3,63±0,31a	4,61±0,02a	4,02±0,60a	0,60±0,53b
C18:1(n-9)	42,70±0,89a	43,02±1,46a	40,91±2,02a	45,41±1,83a	35,94±1,17b
C20:1(n-9)	-	-	-	1,80±0,20a	0,55±0,08a
∑T.D.Y.A.	45,30±1,47a	46,65±1,77a	46,51±2,02a	51,23±2,17a	37,09±1,65b
C18:2(n-6)	31,11±0,86a	17,95±1,82b	11,94±0,12c	24,02±0,46d	19,47±0,19b
C18:3(n-3)	0,78±0,06a	2,74±0,14b	6,14±2,02c	2,91±0,14b	7,63±0,20c
C20:4(n-6)	1,1±0,02a	2,07±0,32b	-	0,41±0,05a	-
∑A.D.Y.A.	32,99±0,49a	22,76±1,94b	18,08±1,07c	27,34±1,19d	27,10±1,20d

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Aynı satırda aynı harflerle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0,05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 9. *Distoleon tetragrammicus*, *Distoleon curdicus*, *Acanthacalis occitanica*, *Myrmecaelurus trigrammus* ve *Creleon plumbeus* bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzde içeriği.

Yağ Asitleri	<i>D. tetragrammicus</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>D. curdicus</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>A. occitanica</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>M. trigrammus</i> (Ortalama*±S.H)**	<i>C. plumbeus</i> (Ortalama*±S.H)**
C10:0	0,11±0,03a	0,20±0,05a	-	-	-
C12:0	0,78±0,12a	0,35±0,08b	0,21±0,02b	0,25±0,01b	0,75±0,03a
C14:0	1,56±0,14a	1,78±0,23a	0,99±0,03b	1,50±0,01a	3,03±0,02c
C15:0	0,78±0,02a	1,04±0,02a	0,28±2,02a	-	-
C16:0	32,03±2,01a	27,33±1,02b	30,71±2,02a	24,82±1,58b	25,68±1,02b
C17:0	0,78±0,02a	0,65±0,02a	-	-	0,94±0,01b
C18:0	3,13±0,54a	7,63±0,41b	3,40±0,42a	5,45±0,59a	6,69±0,41a
C20:0	-	-	0,70±1,04a	-	-
C22:0	-	-	0,61±0,07a	-	-
∑D.Y.A	39,17±2,50a	38,98±1,49a	36,90±2,02a	32,02±1,14b	37,09±1,49a
C16:1(n-7)	5,47±0,53a	6,36±0,08a	5,23±1,02a	4,02±0,31a	1,75±0,06b
C18:1(n-9)	41,41±1,17a	41,63±1,38a	41,54±1,02a	45,41±1,46a	40,07±2,38b
C20:1(n-9)	-	-	-	-	2,59±0,38
∑T.D.Y.A	46,88±1,65a	47,99±1,39a	46,77±1,23a	49,43±2,87a	44,01±1,39a
C18:2(n-6)	13,28±0,19a	3,83±1,09b	11,68±1,01a	13,72±1,50a	14,51±1,09a
C18:3(n-3)	0,77±0,20b	2,63±0,50a	4,08±0,26a	4,62±0,14a	4,64±0,60a
∑A.D.Y.A.	14,05±1,21a	12,46±1,08a	15,76±1,42a	18,54±1,94b	19,15±1,06b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Aynı satırda aynı harflerle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0,05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 10. Myrmeleontidae familyasının Palparinae subfamilyasına ait *Palpares libelluloides* türünün erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzde içeriği

Yağ Asitleri	Fosfolipit		Triaçilgliserol	
	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**
C13:0	1,85±0,21a	2,34±0,03b	1,32±0,20a	1,54±0,31a
C14:0	2,60±0,14a	2,87±0,30a	2,82±0,08a	3,51±0,45b
C16:0	19,87±0,70a	14,51±2,01b	27,01±1,67a	23,19±1,52b
C18:0	16,60±1,15a	12,74±0,54b	11,30±0,47a	11,62±0,41a
C20:0	1,01±0,15	-	-	1,09±0,27
C22:0	-	-	-	0,88±0,13
∑D.Y.A.	41,08±0,90a	32,46±2,50b	42,81±1,46a	41,83±1,63a
C16:1(n-7)	2,04±0,29a	2,99±0,53b	9,50±0,20a	2,19±1,49b
C18:1(n-9)	36,30±1,47a	30,80±1,17b	30,20±1,64a	30,31±0,08a
C20:1(n-9)	-	5,73±0,56	-	3,13±0,59
∑T.D.Y.A.	38,34±0,86a	39,52±1,65a	38,52±1,77a	35,63±1,38a
C18:2(n-6)	13,75±0,86a	15,13±0,19b	11,20±2,16a	12,29±1,39a
C18:3(n-3)	7,95±1,03a	12,84±0,20b	6,45±0,03a	10,24±1,09b
∑A.D.Y.A.	20,70±1,49a	27,97±1,21b	17,65±1,02a	22,53±1,15b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Her fraksiyona ait erkek ve dişi bireyler kendi aralarında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 11. Nemopteridae familyasından *Lertha extense* türüne ait erkek ve dişi bireylerinin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzde içeriği

Yağ Asitleri	Fosfolipit		Triaçilgliserol	
	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**
C14:0	1,58±0,04a	0,89±0,03b	2,28±0,15a	2,78±0,15a
C15:0	0,51±0,02a	0,32±0,02b	1,71±0,07a	0,24±0,02b
C16:0	11,50±0,70a	11,63±2,01a	22,07±1,23a	28,61±1,52b
C17:0	0,13±0,02a	0,18±0,02a	1,16±0,09a	0,65±0,02b
C18:0	12,70±1,15a	10,87±0,54a	5,32±0,16	5,77±0,41a
ΣD.Y.A.	26,42±1,71a	23,86±2,50a	32,54±2,13a	38,05±1,49b
C16:1(n-7)	6,85±0,90a	5,62±0,53a	7,05±0,87a	6,26±0,08a
C18:1(n-9)	38,14±0,89a	39,83±1,17a	44,13±2,31a	41,63±1,38b
ΣT.D.Y.A.	44,99±1,47a	42,45±1,65b	51,18±3,06a	47,99±2,39a
C18:2(n-6)	13,05±1,03a	24,11±0,19b	12,28±1,07a	8,33±1,09b
C18:3(n-3)	4,95±0,02a	9,54±0,20b	0,43±0,02a	5,63±0,59b
ΣA.D.Y.A.	18,45±2,69a	33,65±0,21b	12,71±1,32a	13,96±1,08a

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Her fraksiyona ait erkek ve dişi bireyler kendi aralarında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 12. *Myrmeleon inconspicuus*, *Myrmecaelurus maior*, *Cueta lineosa* ve *Macronemurus amoenus* türlerine ait larva ve ergin bireylerin fosfolipit yağ asidi yüzde içeriği

Yağ Asitleri	<i>Myrmeleon inconspicuus</i>		<i>Myrmecaelurus maior</i>		<i>Cueta lineosa</i>		<i>Macronemurus amoenus</i>	
	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**
C11:0	-	-	-	-	1,30±0,02	-	-	-
C12:0	-	0,10±0,01	-	-	-	0,10±0,01	-	-
C13:0	0,11±0,01a	0,38±0,02b	0,50±0,02a	0,20±0,01b	-	0,20±0,02	0,30±0,02a	0,35±0,03a
C14:0	0,50±0,02a	1,50±0,03b	7,19±0,47a	4,47±0,30b	2,60±0,23a	0,85±0,03b	4,29±0,01a	0,28±0,03b
C15:0	-	-	-	-	-	-	0,81±0,01a	0,04±0,02b
C16:0	24,45±1,02a	17,30±0,66b	9,35±0,58a	7,45±0,61a	20,62±1,12a	20,06±1,01a	19,95±0,80a	12,75±1,02b
C17:0	0,20±0,02a	1,30±0,02b	-	-	-	-	-	0,65±0,02
C18:0	12,60±0,97a	11,40±0,58a	11,87±0,60a	10,86±1,06a	9,48±0,92a	10,67±0,56a	8,50±0,69a	13,94±0,41b
C20:0	-	-	-	-	0,85±0,02a	0,30±0,02b	-	0,81±0,02
∑D.Y.A.	37,85±1,53a	30,98±2,10b	28,91±1,17a	22,89±1,53b	34,85±1,25a	31,91±1,06b	33,85±1,14a	28,82±1,49b
C16:1(n-7)	2,08±0,30a	1,47±0,53a	1,79±0,02a	3,78±0,06b	2,57±0,04a	3,42±0,08a	1,63±0,31a	2,02±0,08b
C18:1(n-9)	33,55±1,83a	40,60±2,01b	38,72±2,90a	40,32±2,74a	39,71±1,41a	30,85±1,23b	43,02±1,46a	46,9±1,98b
∑T.D.Y.A.	34,63±1,41a	42,07±1,65b	40,51±1,50a	42,64±3,02a	42,28±2,15a	34,27±1,26b	45,65±1,77a	47,92±1,39a
C18:2(n-6)	22,14±1,60a	27,30±0,19b	27,57±1,05a	30,21±1,56a	20,56±0,73a	21,52±0,09a	17,95±1,82a	22,02±1,09b
C18:3(n-3)	2,30±1,03a	1,51±0,20b	3,47±0,35a	3,71±0,07a	2,27±0,13a	11,58±0,51b	2,74±0,14a	1,93±0,50a
C20:4(n-6)	1,53±0,95a	1,10±0,01b	-	0,60±0,01	0,50±0,01a	0,32±0,02b	-	-
C20:5(n-3)	0,98±0,03	-	-	0,53±0,01	-	-	-	-
∑A.D.Y.A.	26,95±1,43a	28,91±2,21a	31,04±1,49a	35,56±1,42a	23,23±1,84a	33,42±1,87b	22,76±1,94a	23,95±1,18a

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Her bireye ait larva ve ergin kendi aralarında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

Tablo 13. *Myrmeleon inconspicuus*, *Myrmecaelurus maior*, *Cueta lineosa* ve *Macronemurus amoenus* türlerine ait larva ve ergin bireylerin triaçilgliserol yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	<i>Myrmeleon inconspicuus</i>		<i>Myrmecaelurus maior</i>		<i>Cueta lineosa</i>		<i>Macronemurus amoenus</i>	
	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**	Larva*(Ort±S.H)**	Ergin*(Ort±S.H)**
C11:0	-	-	0,70±0,01a	0,90±0,01b	1,10±0,4a	0,70±0,4b	-	-
C12:0	-	0,10±0,01	-	-	0,10±0,01a	0,30±0,01b	-	1,03±0,03
C13:0	0,10±0,01a	0,30±0,02b	0,40±0,01a	0,30±0,01a	0,10±0,01a	0,50±0,01b	1,30±0,02a	2,33±0,13b
C14:0	0,10±0,02a	0,53±0,03b	5,22±0,41a	4,47±0,30a	2,29±0,14a	1,72±0,04b	8,29±0,01a	10,39±0,03a
C15:0	-	-	-	-	-	-	0,82±0,01a	0,14±0,02b
C16:0	15,53±1,01a	17,01±0,60a	21,16±1,58a	27,40±1,63b	15,97±1,01a	26,52±1,54b	14,95±0,80a	21,75±1,02b
C17:0	0,10±0,01a	1,40±0,08b	-	-	-	-	-	1,68±0,02
C18:0	4,68±0,07a	5,33±0,30b	6,98±0,50a	10,84±1,02b	6,88±0,04a	10,11±0,04b	5,28±0,69a	6,44±0,41b
C20:0	-	-	-	-	0,70±0,03a	0,30±0,03b	-	1,21±0,02
ΣD.Y.A.	20,51±1,15	24,67±2,10b	34,46±1,05a	43,91±2,11b	27,04±1,26a	40,15±3,16b	30,64±1,14a	44,47±1,49b
C16:1(n-7)	4,83±0,20a	1,38±0,33b	16,90±1,02a	10,08±0,87b	6,29±0,08a	4,78±0,07a	15,63±0,31a	11,14±0,78b
C18:1(n-9)	55,33±2,80a	45,80±2,11b	27,39±1,11a	25,30±1,44a	40,58±2,30a	35,53±2,26b	35,02±1,46a	28,85±1,98b
ΣT.D.Y.A.	60,16±3,40a	47,18±1,65b	44,29±1,68a	35,38±1,22b	46,87±1,26a	45,31±2,06a	50,65±2,17a	39,99±1,39b
C18:2(n-6)	15,48±0,90a	25,40±1,33b	10,65±0,95a	16,23±1,03b	22,93±1,19a	17,19±1,08b	13,95±1,82a	12,73±1,09a
C18:3(n-3)	3,81±0,03a	4,15±0,20a	10,45±0,65a	7,88±0,53b	2,20±0,43a	2,10±0,47a	3,74±0,14a	3,94±0,50a
C20:4(n-6)	-	-	-	-	0,30±0,02a	0,10±0,01b	-	-
C20:5(n-3)	-	-	-	-	-	-	1,02±0,05	-
ΣA.D.Y.A.	19,28±1,01a	29,55±1,21b	21,10±1,05a	22,11±1,28a	25,43±1,98a	19,39±1,98b	18,71±1,04a	15,04±1,18a

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

Her bireye ait larva ve ergin kendi aralarında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

Tablo 14. *Lertha sheppardi* 'nin yumurta, larva, pupa, ergin dişi ve ergin erkek bireylerin fosfolipit fraksiyonundaki yağ asidi yüzde içeriği.

Yağ Asitleri	Yumurta (Ortalama*±S.H)**	Larva (Ortalama*±S.H)**	Pupa (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**
C14:0	1,81±0,02a	0,20±0,01b	0,20±0,07b	0,36±0,02c	0,67±0,03d
C16:0	12,81±1,51a	16,20±0,80b	13,13±0,97a	16,19±3,04b	14,02±1,72a
C17:0	-	-	-	0,30±0,05a	0,57±0,12a
C18:0	8,50±1,10a	11,18±0,65b	14,20±1,09c	7,28±0,54a	9,05±0,93a
∑D.Y.A.	23,12±2,33a	27,57±2,11b	27,53±1,30b	24,13±2,60a	24,31±1,02a
C16:1(n-7)	4,93±1,01a	2,33±0,91b	4,10±0,61a	4,81±0,53a	4,14±0,54a
C18:1(n-9)	31,25±2,54a	25,64±2,26b	36,08±2,46c	38,35±3,15c	39,05±2,83c
C20:1(n-9)	1,03±0,01	-	-	-	-
∑T.D.Y.A.	37,21±3,47a	27,97±2,75b	40,18±3,77c	43,16±3,65c	43,19±3,50c
C18:2(n-6)	30,05±2,81a	40,13±3,20b	37,02±2,12b	28,10±1,16c	29,02±1,03c
C18:3(n-3)	4,31±0,33a	2,89±0,14b	3,11±0,77b	2,59±0,20b	1,63±0,45c
C20:3(n-6)	2,56±0,71a	2,10±0,77b	1,50±0,12c	0,50±0,31d	0,70±0,23d
C20:4(n-6)	2,50±0,27a	1,30±0,12b	1,80±0,57b	1,10±0,30b	1,30±0,33b
C20:5(n-3)	0,06±0,03a	-	-	0,40±0,08b	0,22±0,23b
∑A.D.Y.A.	16,75±1,40a	15,59±1,20b	43,43±1,94c	32,69±3,23d	32,87±3,08d

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 15. *Lertha sheppardi*'nin yumurta, larva, pupa, ergin dişi ve ergin erkek bireylerin triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi yüzde içeriği

Yağ Asitleri	Yumurta (Ortalama*±S.H)**	Larva (Ortalama*±S.H)**	Pupa (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**
C14:0	5,75±0,13a	3,02±0,05b	1,02±0,11c	0,74±0,02d	2,08±0,02b
C16:0	29,23±2,11a	31,02±3,85a	35,17±1,80b	24,05±3,04c	20,6±1,72d
C17:0	-	-	-	1,02±0,02a	1,14±0,14a
C18:0	33,83±3,10a	35,18±3,61a	27,10±0,69b	3,82±0,54d	4,36±0,63d
∑D.Y.A.	68,81±4,01a	69,12±1,10a	69,23±3,30a	29,63±2,60b	22,31±1,02b
C16:1(n-7)	2,32±0,22a	1,10±0,91b	0,90±0,05b	3,82±0,54c	5,63±0,42d
C18:1(n-9)	20,50±2,44a	16,13±2,26b	24,28±1,60c	55,70±3,20d	56,01±3,23d
C20:1(n-9)	1,01±0,01a	-	-	2,02±0,77b	1,20±0,13a
∑T.D.Y.A.	23,83±2,40a	17,23±1,75b	25,88±2,77c	61,54±3,65d	62,74±3,50d
C18:2(n-6)	5,20±0,81a	13,03±1,20b	11,02±1,10b	7,51±1,06c	8,73±1,02c
C18:3(n-3)	2,01±0,33a	0,30±0,14b	0,10±0,03b	1,41±0,33c	0,60±0,09d
C20:3(n-6)	-	0,20±0,3	-	-	-
C20:5(n-3)	-	-	-	-	0,10±0,02
∑A.D.Y.A.	7,21±0,94a	13,33±1,28b	11,12±1,94b	8,92±0,53a	9,43±1,05a

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 16. *Lertha sheppardi* 'nin baş, toraks ve abdomenin fosfolipit fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzde içeriği

Yağ Asitleri	Baş		Toraks		Abdomen	
	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**
C14:0	2,68±0,02a	0,12±0,01b	0,10±0,01a	0,34±0,01b	1,56±0,03a	0,98±0,02b
C16:0	26,13±0,70a	24,48±0,80a	16,00±0,80a	8,88±0,80b	22,03±2,01a	24,33±1,02b
C17:0	-	-	-	-	0,10±0,05a	0,77±0,03b
C18:0	1,24±1,15a	4,58±0,69b	7,56±0,69a	5,16±0,69b	9,03±0,54a	5,27±0,93b
ΣD.Y.A.	30,05±1,71a	29,18±1,14a	23,66±1,14a	14,38±1,14b	32,72±2,50a	31,35±1,49a
C16:1(n-7)	8,30±0,90a	7,92±0,31a	5,29±0,31a	1,32±0,31b	3,18±0,53a	4,43±0,28b
C18:1(n-9)	35,88±2,89a	33,65±1,46a	24,96±1,46a	33,53±1,46b	30,66±1,17a	37,54±1,83b
C20:1(n-9)	0,36±0,01a	0,05±0,02b	0,59±0,06a	0,15±0,02b	0,63±0,05a	1,19±0,09b
C22:1(n-9)	-	-	-	-	0,30±0,06a	0,96±0,03b
ΣT.D.Y.A.	44,54±1,47a	41,57±1,77a	30,84±1,77a	35,90±1,77b	34,77±1,65a	44,12±1,39b
C18:2(n-6)	23,10±1,86a	26,85±1,82a	41,01±1,82a	37,38±1,82b	29,50±0,19a	19,75±1,09b
C18:3(n-3)	0,51±0,23a	0,40±0,14a	2,66±0,14a	3,21±0,14a	2,53±0,20a	1,63±0,50a
C20:2(n-6)	-	-	0,34±0,10	-	-	0,92±0,02
C20:4(n-6)	1,11±0,10a	0,30±0,15b	0,10±0,01a	0,80±0,21b	0,02±0,30a	0,75±0,51b
C20:5(n-3)	1,01±0,08a	1,01±0,70a	1,05±0,63a	1,30±0,44a	1,20±0,45a	1,71±0,54b
ΣA.D.Y.A.	25,73±1,49a	28,66±1,94a	44,99±1,94a	42,69±1,94a	33,25±0,21a	22,66±1,08b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Her iki cinsiyete ait vücut bölümlerinin fosfolipit fraksiyonları kendi arasında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0,05

Tablo 17. *Lertha sheppardi* 'nin baş, toraks ve abdomen triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzde içeriği

Yağ Asitleri	Baş		Toraks		Abdomen	
	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**
C14:0	2,80±0,03a	0,15±0,01b	2,10±0,11a	1,17±0,21b	1,36±0,02a	5,98±0,02b
C15:0	-	-	-	-	0,60±0,13a	1,10±0,21a
C16:0	30,15±2,71a	30,19±0,80a	20,17±0,80a	35,65±3,81b	30,80±3,04a	28,62±1,72a
C17:0	-	-	-	3,20±0,23	1,10±0,05a	0,57±0,02b
C18:0	3,10±1,10a	4,58±0,65a	6,70±0,69a	5,01±0,39a	3,18±0,54a	7,95±0,93b
∑D.Y.A.	36,05±2,43a	34,92±1,10b	27,21±1,30a	45,03±3,33b	35,72±3,06a	36,27±2,12a
C16:1(n-7)	7,02±0,95a	7,73±0,91a	9,74±0,61a	2,25±0,76b	6,78±0,53a	5,98±0,14a
C18:1(n-9)	38,10±2,89a	41,61±2,26a	34,98±1,46a	24,15±1,04b	40,34±2,17a	44,94±2,83b
C20:1(n-9)	1,06±0,01a	1,05±0,02a	1,15±0,02a	3,10±0,13b	-	-
∑T.D.Y.A.	46,18±1,47a	50,39±3,75a	45,87±3,77a	29,50±3,77b	47,12±2,65a	51,92±2,19b
C18:2(n-6)	15,05±1,81a	14,43±1,20a	25,02±1,12a	22,40±1,82b	14,23±1,16a	10,82±1,03b
C18:3(n-3)	1,70±0,33a	0,85±0,14b	0,59±0,11a	2,18±0,14b	1,12±0,20a	1,38±0,45a
C20:4(n-6)	-	0,10±0,15	-	0,30±0,11	0,66±0,30	-
C20:5(n-3)	-	0,21±0,70	-	0,70±0,40	-	-
∑A.D.Y.A.	16,75±1,40a	15,59±1,20a	25,61±1,94a	25,58±1,18a	16,01±1,23a	12,20±1,09b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Her iki cinsiyete ait vücut bölümlerinin triaçilgliserol fraksiyonları kendi arasında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

Tablo 18. *Lertha sheppardi*'nin dişi bireylerine ait baş, toraks ve abdomen fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzde içeriklerinin karşılaştırılması

Yağ Asitleri	Baş		Toraks		Abdomen	
	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**
C14:0	2,68±0,02a	2,80±0,03a	0,10±0,01a	2,10±0,11b	1,56±0,03a	1,36±0,02a
C15:0	-	-	-	-	-	0,60±0,13
C16:0	26,13±0,70a	30,15±2,71b	16,00±0,80a	20,17±0,80b	22,03±2,01a	30,80±3,04b
C17:0	-	-	-	-	0,10±0,05a	1,10±0,04a
C18:0	1,24±1,15a	3,10±1,10b	7,56±0,69a	6,70±0,69a	9,03±0,54a	3,18±0,54b
ΣD.Y.A.	30,05±1,71a	36,05±2,43b	23,66±1,14a	27,21±1,30b	32,72±2,50a	35,72±3,06a
C16:1(n-7)	8,30±0,90a	7,02±0,95a	5,29±0,31a	9,74±0,61b	3,18±0,53a	6,78±0,53b
C18:1(n-9)	35,88±2,89a	38,10±2,89a	24,96±1,46a	34,98±1,46b	30,66±1,17a	40,34±2,17b
C20:1(n-9)	0,36±0,01a	1,06±0,01b	0,59±0,06a	1,15±0,02b	0,63±0,05	-
C22:1(n-9)	-	-	-	-	0,30±0,06	-
ΣT.D.Y.A.	44,54±1,47a	46,18±1,47a	30,84±1,77a	45,87±3,77b	34,77±1,65a	47,12±2,65b
C18:2(n-6)	23,10±1,86a	15,05±1,81b	41,01±1,82a	25,02±1,12b	29,50±0,19a	14,23±1,16b
C18:3(n-3)	0,51±0,23a	1,70±0,33a	2,66±0,14a	0,59±0,11b	2,53±0,20a	1,12±0,20b
C20:2(n-6)	-	-	0,34±0,10	-	-	-
C20:4(n-6)	1,11±0,10	-	0,10±0,01	-	0,02±0,30a	0,66±0,30
C20:5(n-3)	1,01±0,08	-	1,05±0,63	-	1,20±0,45	-
ΣA.D.Y.A.	25,73±1,49a	16,75±1,40b	44,99±1,94a	25,61±1,94b	33,25±0,21a	16,01±1,23b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Her vücut bölümünün fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonu kendi arasında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0,05

Tablo 19. *Lertha sheppardi*'nin erkek bireylerine ait baş, toraks ve abdomen fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonlarındaki yağ asidi yüzde içeriklerinin karşılaştırılması

Yağ Asitleri	Baş		Toraks		Abdomen	
	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**
C14:0	0,12±0,01a	0,15±0,01a	0,34±0,01a	1,17±0,21b	0,98±0,02a	5,98±0,02b
C15:0	-	-	-	-	-	1,10±0,21
C16:0	24,48±0,80a	30,19±0,80b	8,88±0,80a	35,65±3,81b	24,33±1,02a	28,62±1,72b
C17:0	-	-	-	3,20±0,23	0,77±0,03a	0,57±0,02a
C18:0	4,58±0,69a	4,58±0,65a	5,16±0,69a	5,01±0,39a	5,27±0,93a	7,95±0,93b
∑D.Y.A.	29,18±1,14a	34,92±1,10b	14,38±1,14a	45,03±3,33b	31,35±1,49a	36,27±2,12b
C16:1(n-7)	7,92±0,31a	7,73±0,91a	1,32±0,31a	2,25±0,76b	4,43±0,28a	5,98±0,14b
C18:1(n-9)	33,65±1,46a	41,61±2,26b	33,53±1,46a	24,15±1,04b	37,54±1,83a	44,94±2,83b
C20:1(n-9)	0,05±0,02a	1,05±0,02b	0,15±0,02a	3,10±0,13b	1,19±0,09	-
C22:1(n-9)	-	-	-	-	0,96±0,03	-
∑T.D.Y.A.	41,57±1,77a	50,39±3,75a	35,90±1,77a	29,50±3,77b	44,12±1,39a	51,92±2,19b
C18:2(n-6)	26,85±1,82a	14,43±1,20b	37,38±1,82a	22,40±1,82b	19,75±1,09a	10,82±1,03b
C18:3(n-3)	0,40±0,14a	0,85±0,14b	3,21±0,14a	2,18±0,14b	1,63±0,50a	1,38±0,45b
C20:2(n-6)	-	-	-	-	0,92±0,02	-
C20:4(n-6)	0,30±0,15b	0,10±0,15b	0,80±0,21a	0,30±0,11b	0,75±0,51	-
C20:5(n-3)	1,01±0,70a	0,21±0,70b	1,30±0,44a	0,70±0,40b	1,71±0,54	-
∑A.D.Y.A.	28,66±1,94a	15,59±1,20b	42,69±1,94a	25,58±1,18b	22,66±1,08a	12,20±1,09b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Her vücut bölümünün fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonu kendi arasında değerlendirildi. Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0,05

Tablo 20. *Lertha sheppardi* 'nin dişi ve erkek bireylerine ait fosfolipit yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan *Pimpinella kotschyana*'nın yağ asidi yüzde içeriği

Yağ asidi	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Besin (Ortalama*±S.H)**
C13:0	-	-	0,72±0,02
C14:0	0,36±0,02a	0,67±0,03a	3,08±0,08b
C15:0	-	-	0,40±0,05
C16:0	16,19±3,04a	14,02±1,72a	24,08±0,56b
C17:0	0,30±0,05a	0,57±0,12a	0,42±0,04a
C18:0	7,28±0,54a	9,05±0,93b	1,93±0,05c
C20:0	-	-	1,40±0,02
C22:0	-	-	1,62±0,10
ΣD.Y.A.	24,13±2,60a	24,31±1,02a	33,05±1,12b
C16:1(n-7)	4,81±0,53a	4,14±0,54a	1,20±0,04b
C18:1(n-9)	38,35±3,15a	39,05±2,83a	3,18±0,30b
ΣT.D.Y.A.	44,16±3,65a	43,19±3,50a	4,38±0,45b
C18:2(n-6)	28,10±1,16a	29,02±1,03a	37,42±1,67b
C18:3(n-3)	2,59±0,20a	1,63±0,45a	24,71±0,93b
C20:3(n-6)	0,50±0,10a	0,70±0,23a	-
C20:4(n-6)	1,10±0,30a	1,30±0,33a	-
C20:5(n-6)	0,40±0,08a	0,22±0,23b	-
ΣA.D.Y.A.	32,69±3,23a	32,87±3,08a	62,13±3,38b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A: Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A: Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 21. *Lertha sheppardi*'nin dişi ve erkek bireylerine ait triaçilgliserol yağ asidi içerikleri ile böceğin besin kaynağı olan *Pimpinella kotschyana*'nın yağ asidi yüzde içeriği

Yağ asidi	Dişi (Ortalama*±S.H)**	Erkek (Ortalama*±S.H)**	Besin (Ortalama*±S.H)**
C13:0	-	-	0,72±0,02
C14:0	0,74±0,02a	2,08±0,02b	3,08±0,08c
C15:0	-	-	0,40±0,05
C16:0	24,05±3,04a	20,6±1,72b	24,08±0,56a
C17:0	1,02±0,02a	1,14±0,14a	0,42±0,04b
C18:0	3,82±0,54a	4,36±0,63b	1,93±0,05c
C20:0	-	-	1,40±0,02
C22:0	-	-	1,62±0,10
ΣD.Y.A.	29,63±2,60a	22,31±1,02b	33,05±1,12c
C16:1(n-7)	3,82±0,54a	5,63±0,42b	1,20±0,04c
C18:1(n-9)	55,70±3,20a	56,01±3,23b	3,18±0,30c
C20:1(n-9)	2,02±0,77a	1,20±0,13a	-
ΣT.D.Y.A.	61,54±3,65a	62,74±3,50a	4,38±0,45b
C18:2(n-6)	7,51±1,06a	8,73±1,02a	37,42±1,67b
C18:3(n-3)	1,41±0,33a	0,60±0,09a	24,71±0,93b
C20:3(n-6)	-	-	-
C20:4(n-6)	-	-	-
C20:5(n-6)	-	0,10±0,02	-
ΣA.D.Y.A.	8,92±0,53a	9,43±1,05a	62,13±3,38b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

**Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A:Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A:Aşırı doymamış yağ asitleri

Tablo 22. *Macronemurus amoenus* türüne ait bireylerin fosfolipit, monoaçilgliserol, diaçilgliserol ve triaçilgliserol gibi çeşitli fraksiyonlardaki yağ asidi yüzde içerikleri

Yağ Asitleri	Fosfolipit (Ortalama*±S.H)**	Monoaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**	Diaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**	Triaçilgliserol (Ortalama*±S.H)**
C14:0	0,28±0,03a	6,22±1,03b	6,93±1,07b	10,39±0,03c
C15:0	0,04±0,02a	-	-	0,14±0,02a
C16:0	12,75±1,02a	20,74±0,05b	31,21±3,05c	21,75±1,02b
C17:0	0,65±0,02a	-	-	1,68±0,02b
C18:0	13,94±0,41a	7,05±0,10b	6,93±1,10b	6,44±0,41b
C20:0	0,81±0,02a	-	-	1,21±0,02b
∑D.Y.A.	28,82±1,49a	34,05±1,14b	44,98±4,04c	44,47±1,49c
C16:1(n-7)	2,02±0,08a	11,61±1,30b	10,98±1,30b	11,14±0,78b
C18:1(n-9)	46,90±1,98a	36,51±3,45b	24,27±2,06c	28,85±1,98d
∑T.D.Y.A.	47,92±1,39a	48,12±3,70a	35,25±3,97b	39,99±1,39c
C18:2(n-6)	22,02±1,09a	14,93±1,07b	13,29±1,13b	12,73±1,09b
C18:3(n-3)	1,93±0,50a	2,90±0,60b	6,35±0,60c	3,94±0,50b
C20:4(n-6)	-	-	-	-
C20:5(n-6)	0,5±0,01	-	-	-
∑A.D.Y.A.	23,95±1,18a	17,83±1,65b	19,64±1,83b	15,04±1,18b

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

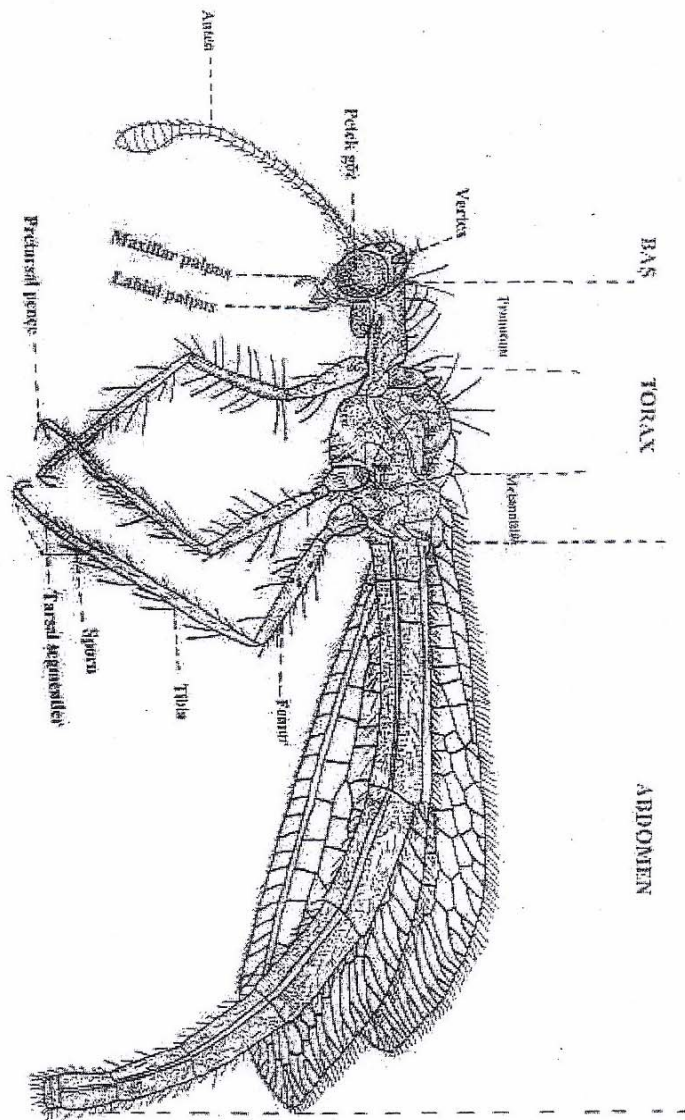
**Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler arasında anlamlı farklılık yoktur. P>0.05

D.Y.A: Doymuş yağ asitleri

T.D.Y.A:Tek doymamış yağ asitleri

A.D.Y.A:Aşırı doymamış yağ asitleri

ŞEKİLLER



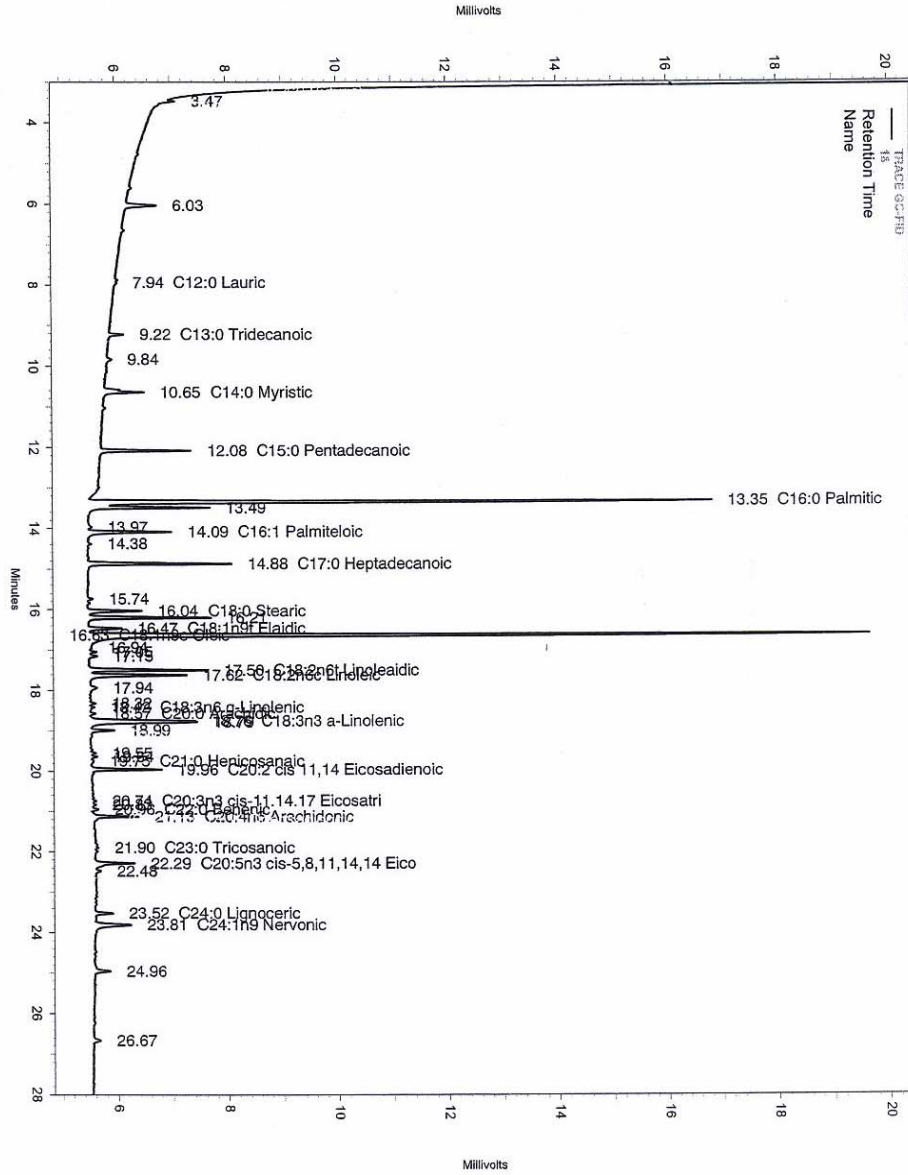
Şekil 5. *Bir zygoptera erpelin genel vücut şekli (SIVANCI 1994)*

Sample Name : 18

Page 1 of 2 Data File

D:\GC-AS\Data\1 03 1008 1009 split 1 50\1 03 1008 18-Rep1

Method File : D:\GC-AS\Methods\Yag GC3.met



Şekil 6. Gaz kromatografisi cihazından elde edilen bir kromatogram örneği

Sample Name : 18

Page 2 of 2 Data File :

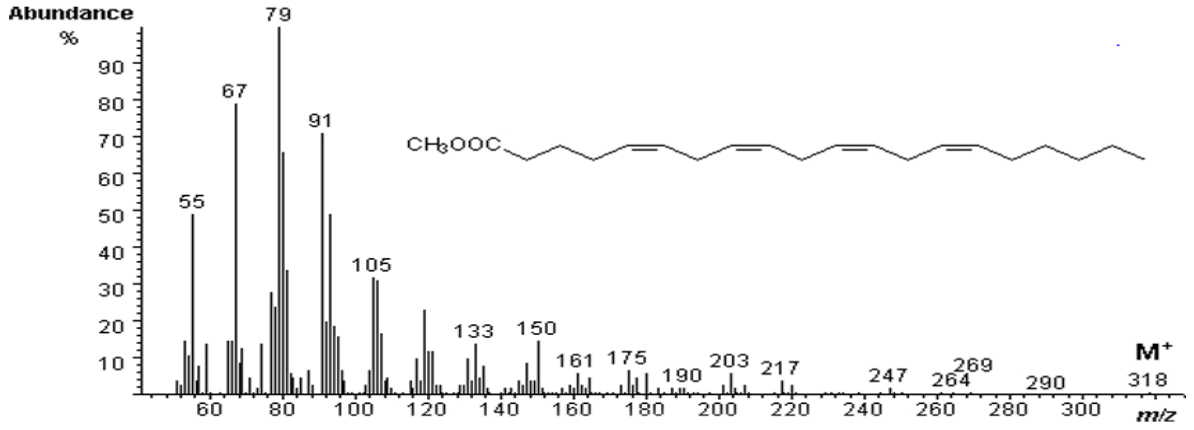
D:\GC-AS\Data\1 03 1008 1009 split 1 50\1 03 1008 18-Rep2

Method File : D:\GC-AS\Methods\Yağ GC3.met

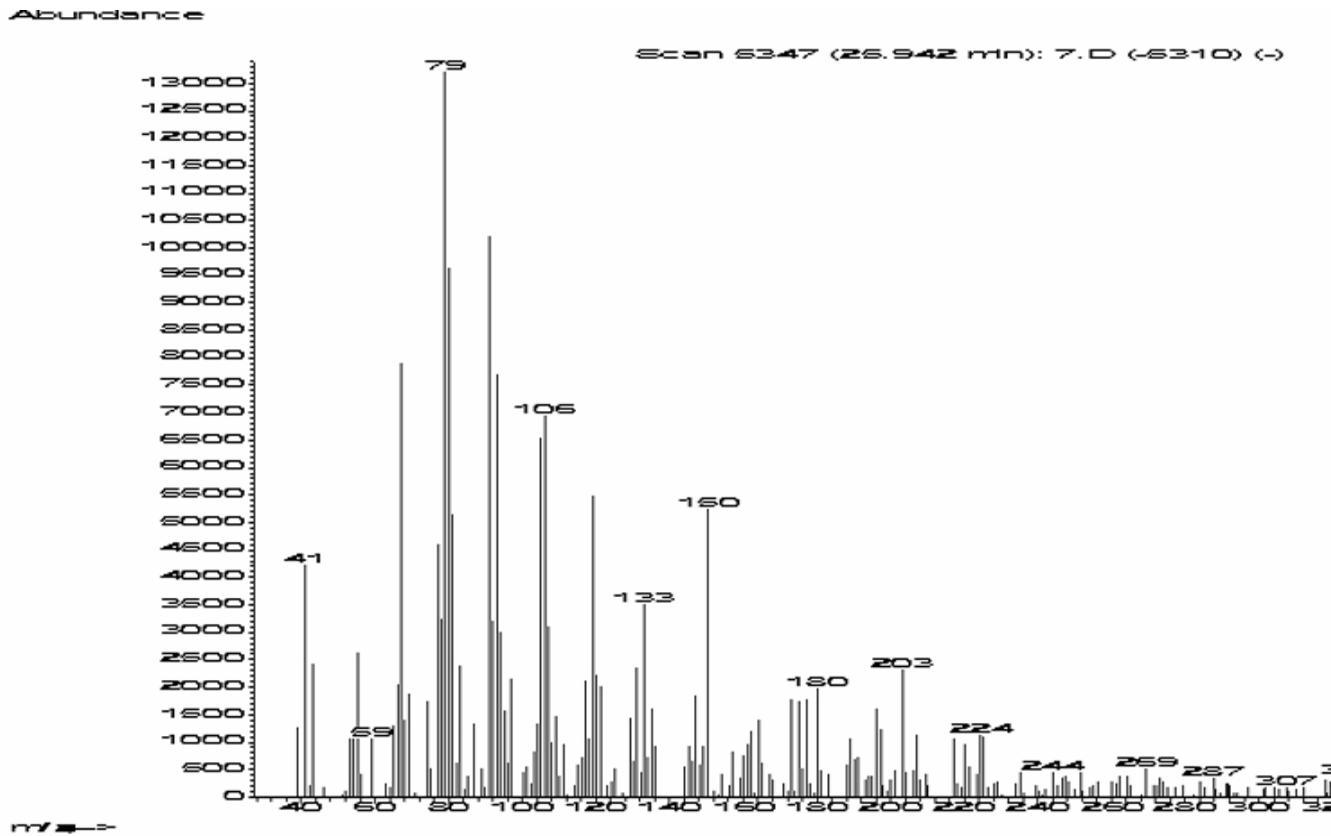
TRACE GC-FID Results (System (8/25/2003

3:41:53 PM) (Reprocessed))

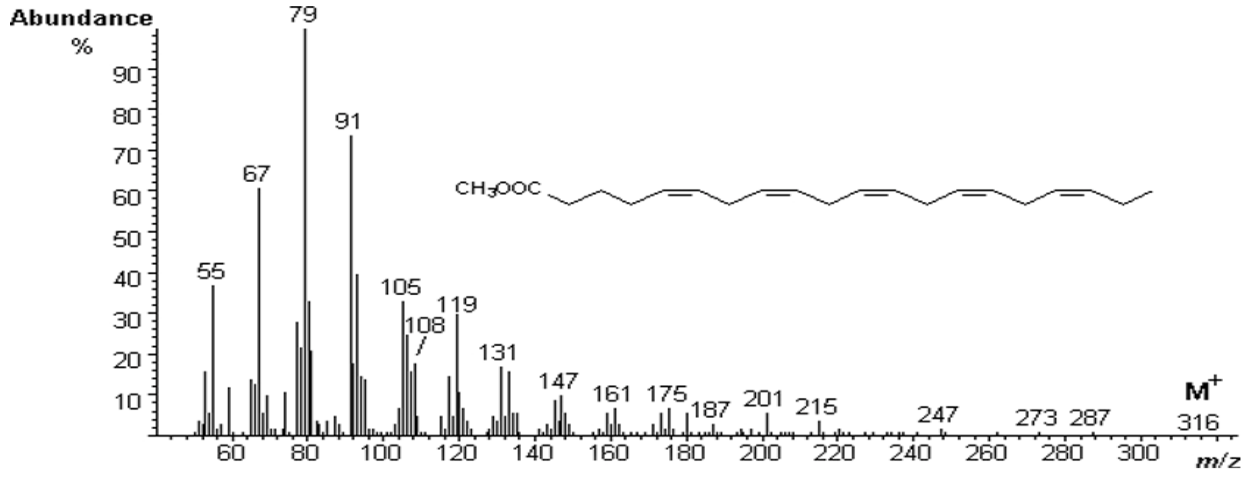
Name	Retention Time	Area	Area Percent
	3.477	49926	0.297
	6.032	227443	1.352
C13:0 Tridecanoic	9.225	74794	0.445
	9.843	36102	0.215
C14:0 Myristic	10.643	296682	1.764
	11.033	15114	0.090
C15:0 Pentadecanoic	12.080	426062	2.533
C16:0 Palmitic	13.347	3607317	21.447
	13.492	662132	3.937
	13.972	16590	0.099
C16:1 Palmitoleic	14.087	511703	3.042
	14.385	19367	0.115
C17:0 Heptadecanoic	14.873	713949	4.245
	15.738	24788	0.147
C18:0 Stearic	16.035	308765	1.836
	16.207	629874	3.745
C18:1n9t Elaidic	16.467	178419	1.061
C18:1n9c Oleic	16.635	4584290	27.256
	16.722	308097	1.832
	17.043	69809	0.415
	17.147	55244	0.328
C18:2n6t Linoleaidic	17.502	595594	3.541
C18:2n6c Linoleic	17.622	586096	3.485
	17.930	60240	0.358
	18.320	26980	0.160
C18:3n6 g-Linolenic	18.412	27506	0.164
C20:0 Arachidic	18.573	28681	0.171
C18:3n3 a-Linolenic	18.755	446837	2.657
	18.785	594569	3.535
	18.990	109024	0.648
	19.553	20844	0.124
	19.640	28321	0.168
C21:0 Heneicosanoic	19.753	22049	0.131
C20:2 cis 11,14 Eicosadienoic	19.960	317323	1.887
C22:0 Behenic	20.948	29910	0.178
C20:4n6 Arachidonic	21.133	235020	1.397
	21.828	23331	0.139
C20:5n3 cis-5,8,11,14,14 Eico	22.285	232712	1.384
	22.473	31245	0.186
C24:0 Lignoceric	23.522	96679	0.575
C24:1n9 Nervonic	23.808	309049	1.837
	24.960	88753	0.528
	26.663	43612	0.259
	28.762	48662	0.289
Totals		16819504	100.000



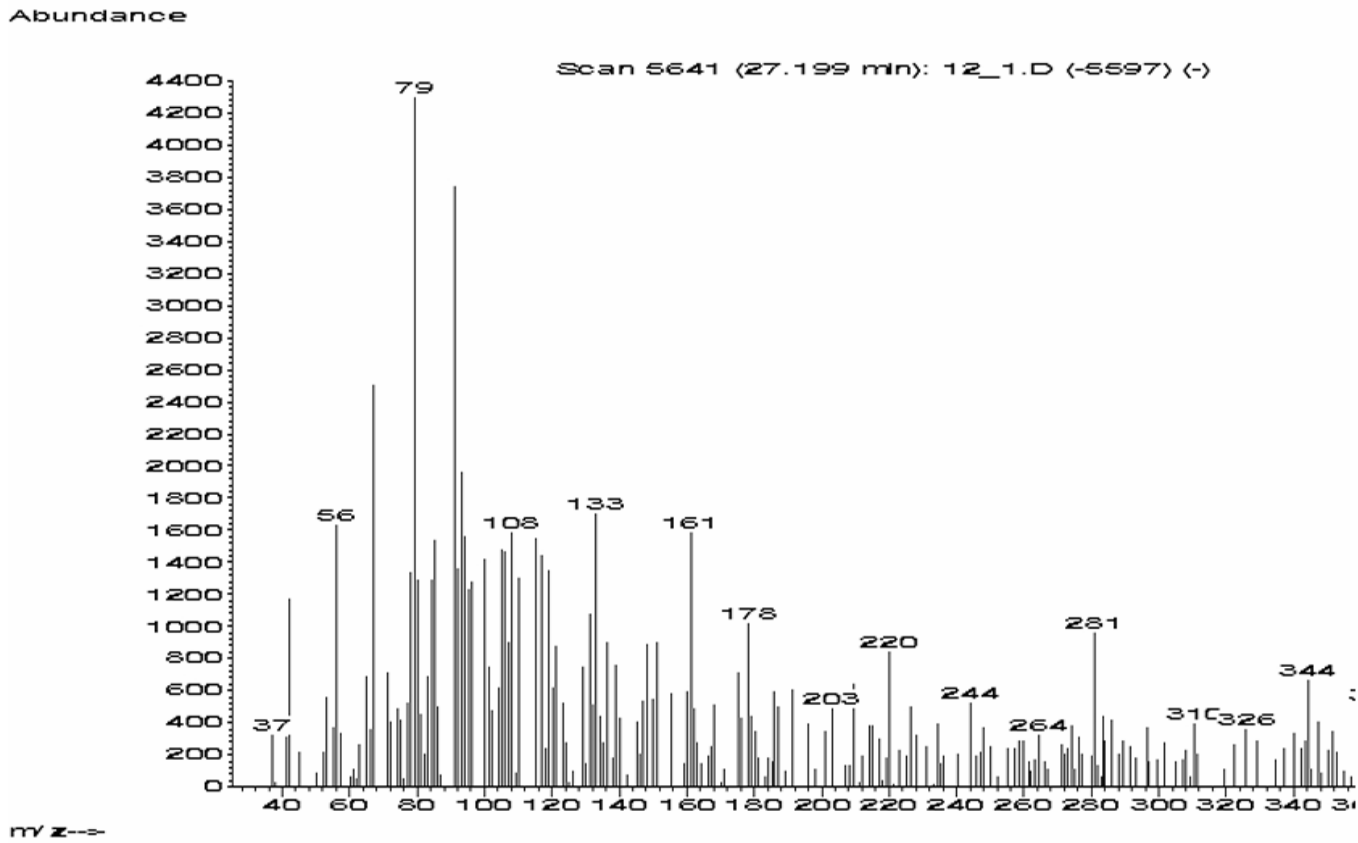
Eikosatetraenoik asitin (C₂₀:4n-6) kütle spektrumu (CHRISTIE, 2006)



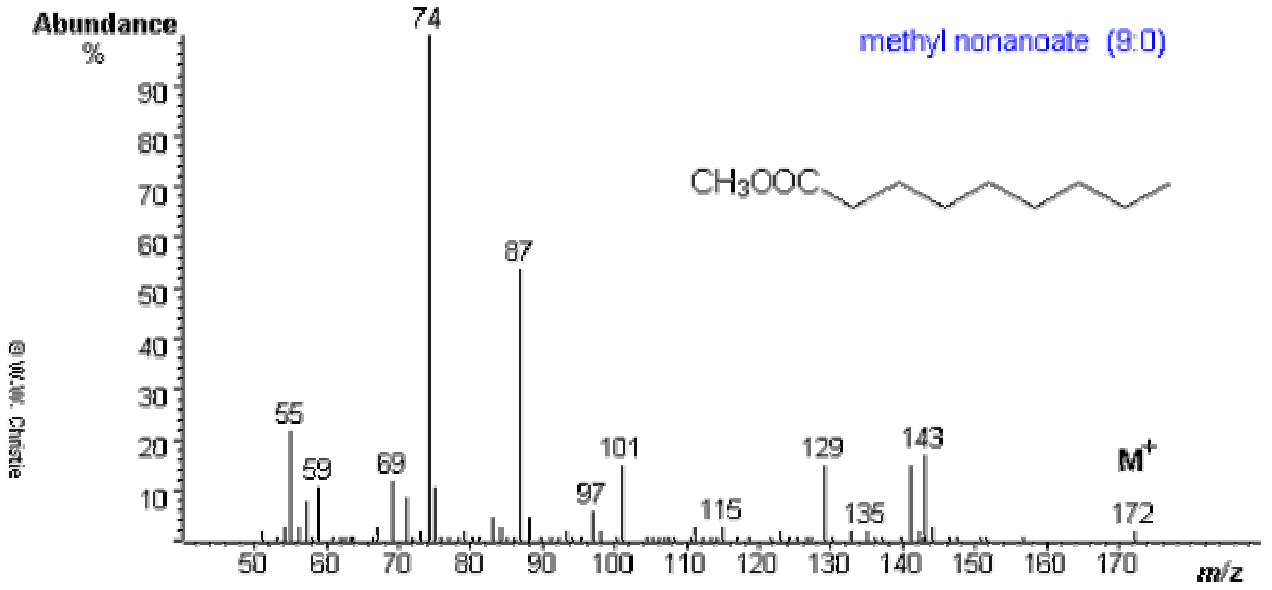
Şekil 8. *Disteleon curdicus* bireylerinin fosfolipit fraksiyonundaki eikosatetraenoik asit metil esterinin (C₂₀:4n-6) kütle spektrumu.



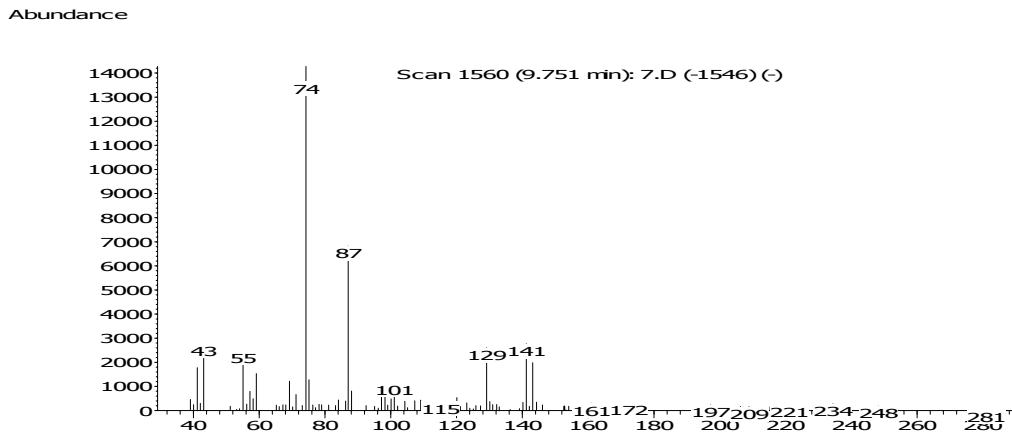
Eikosapentaenoik asitin (20:5n-3) kütle spektrumu (CHRISTIE, 2006)



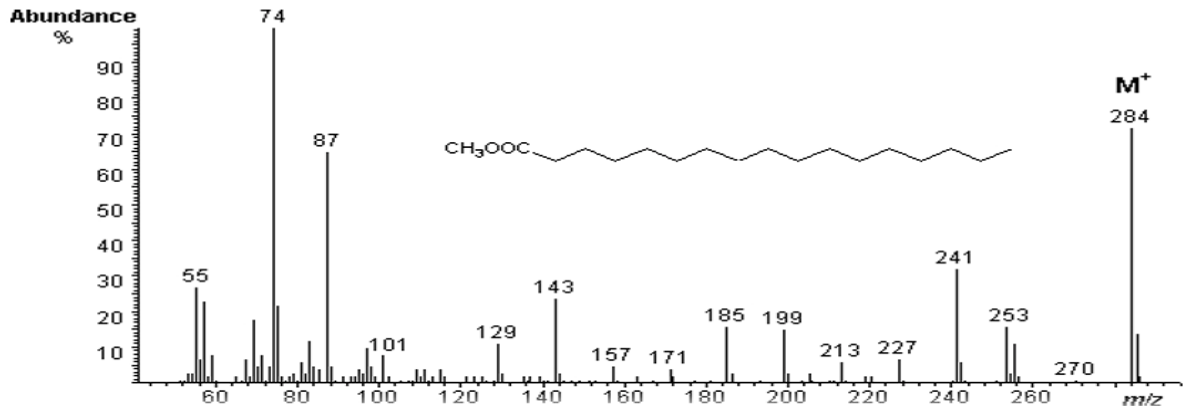
Şekil 9. *Myrmecaelurus maior* ergin bireylerinin fosfolipit fraksiyonundaki eikosapentaenoik asit metil esterinin (20:5n-3) kütle spektrumu



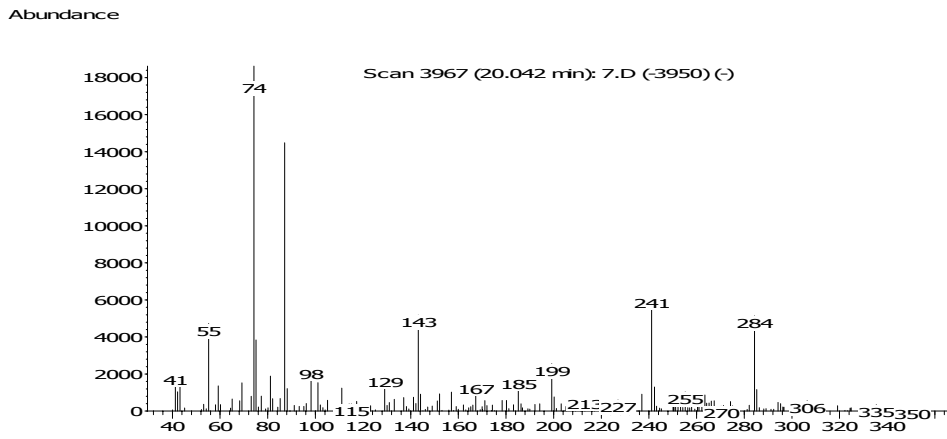
Nonanoik asitin (C9:0) kütle spektrumu (CHRISTIE, 2006)



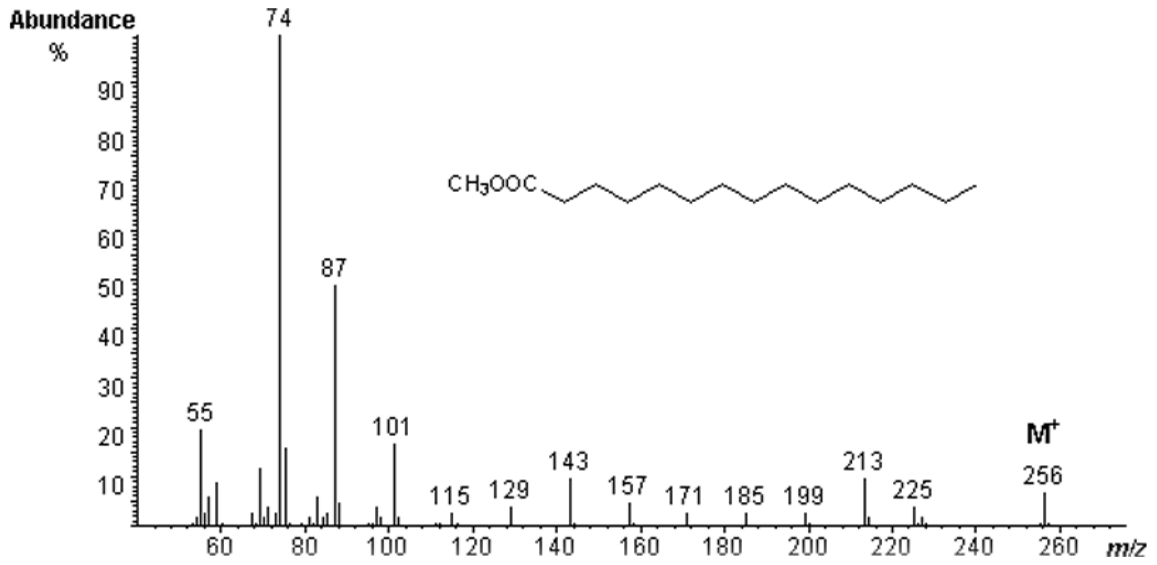
Şekil 10. *Chrysopela carnea* cinsine ait ergin bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonundaki nonanoik asit metil esterinin (C9:0) kütle spektrumu



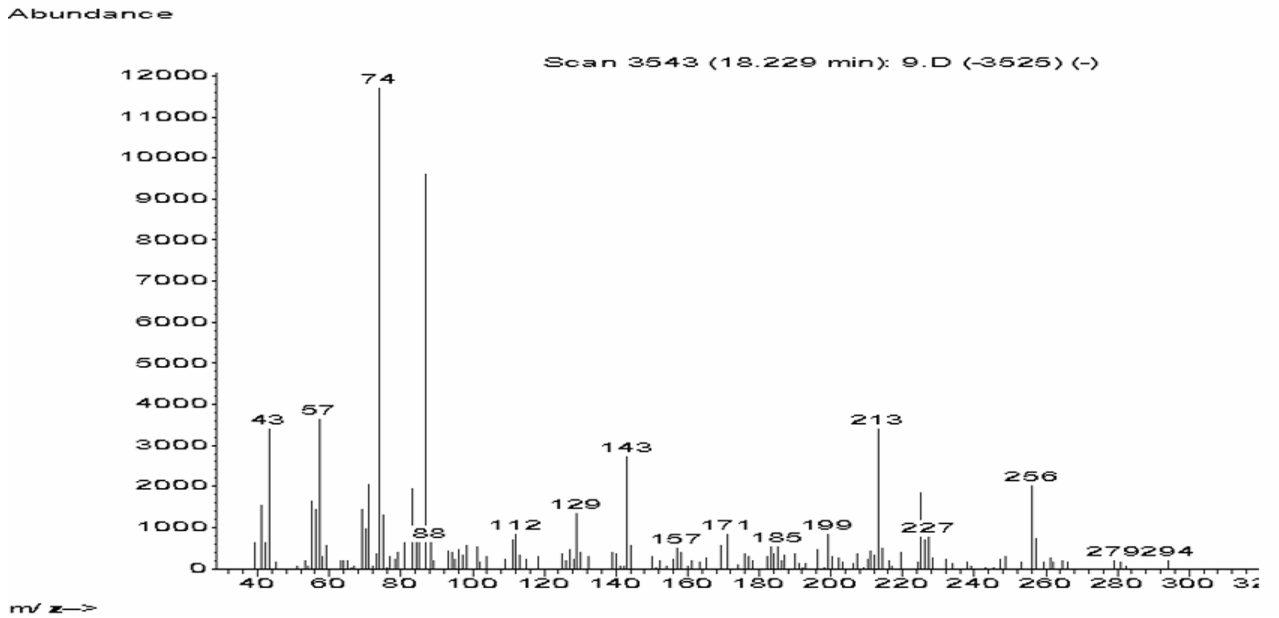
Heptadekanoik asitin (C17:0) kütle spektrumu (CHRISTIE, 2006)



Şekil 11. *Disteleon tetragamicus* 'un ergin bireylerinin triaçilgliserol fraksiyonundaki heptadekanoik asit metil esteri (C17:0) kütle spektrumu



Pentadekanoik asitin (15:0) kütle spektrumu (CHRISTIE, 2006)



Şekil 12. *Chrysoperla carnea* cinsine ait bireylerin triaçilgliserol fraksiyonundaki pentadekanoik asit metil esterinin (15:0) kütle spektrumu.

RESİMLER



Resim 1. *Chrysoperla carnea*



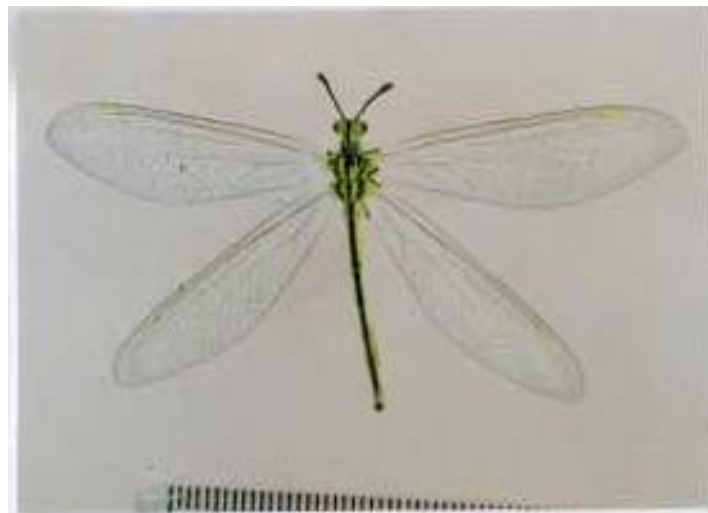
Resim 2. *Palpares libelluloides*



Resim 3. *Myrmeleon inconspicuus*



Resim 4. *Myrmecaelurus trigrammus*



Resim 5. *Myrmecaelurus maior*



Resim 6. *Cueta lineosa*



Resim 7. *Creoleon plumbeus*



Resim 8. *Distoleon tetragrammicus*



Resim 9. *Distoleon curdicus*



Resim 10. *Macronemurus amoenus*



Resim 11. A. *Lertha extensa*'nin yumurtası



B. *Lertha extensa*'nin ergini



Resim 12. A. *Lertha sheppardi*'nin yumurtası



B. *L. sheppardi* larvasının ventralden görünüşü



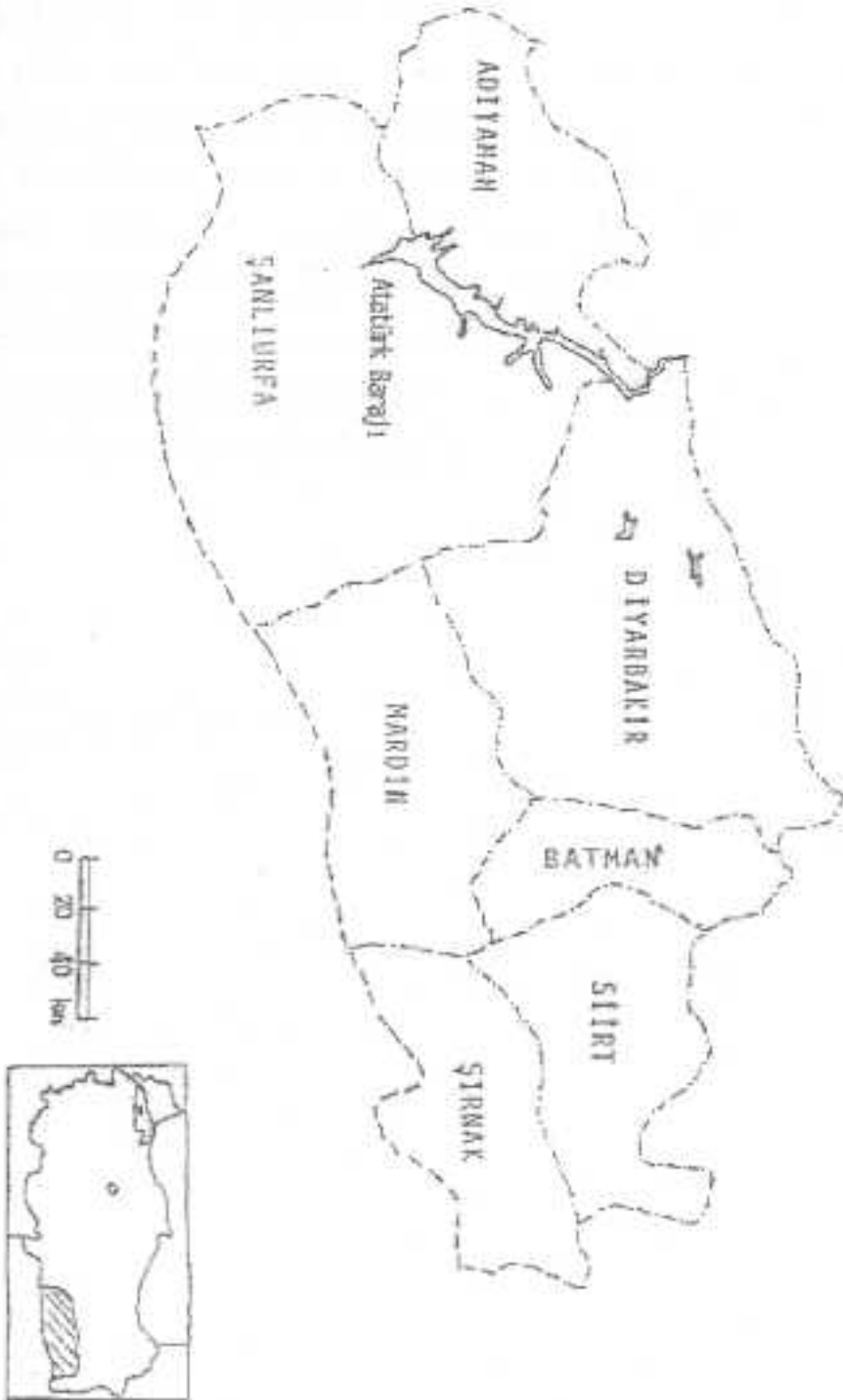
C. *L. sheppardi* larvasının dorsalden görünüşü



D. L. sheppardi dişi



E. L. sheppardi erkek



Harita 1. Araştırma bölgelerinin toplandığı yerler.

7. ÖZGEÇMİŞ

Diyarbakır'da 1974 yılında doğdum. İlk öğrenimimi Mehmetçik, ortaöğrenimimi ise Diyarbakır Anadolu Lisesinde tamamladım. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümüne 1994'da girdim ve 1998 yılında ikincilikle mezun oldum. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesinde 1999'da Araştırma Görevlisi olarak göreve başladım. Aynı yıl Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında Yüksek Lisans programına başladım. "*Dolycoris baccarum* ve *Piezodorus lituratus* (Heteroptera: Pentatomidae)'un fosfolipid ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içeriği" konulu Yüksek Lisans Tezimi 2002'de tamamlayıp aynı yıl Doktora programına başladım. Halen Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim. İki çocuğum var. İngilizce bilmekteyim.