

FARKLI BESİN ORTAMLARININ
(*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus*, *Saccharomyces*
cerevisiae*), CHIRONOMIDAE TÜRLERİNİN (*Chironomus
***plumosus* (L., 1758), *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 ve**
***Halocladus (H.) fucicola* (Edw., 1926)) GELİŞİM SÜRESİ VE**
BIYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Tuba KARA
Doktora Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Ayda TELLİOĞLU
TEMmuz-2012

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI BESİN ORTAMLARININ (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus*,
Saccharomyces cerevisiae) CHIRONOMIDAE TÜRLERİNİN (*Chironomus plumosus*
(L., 1758), *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 ve *Halocladus (H.) fucicola* (Edw.,
1926)) GELİŞİM SÜRESİ VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Tuba KARA

(07210201)

Anabilim Dalı: Biyoloji

Programı: Zooloji

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayda TELLİOĞLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 13 Haziran 2012

TEMMUZ-2012

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI BESİN ORTAMLARININ (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus*,
Saccharomyces cerevisiae), CHIRONOMIDAE TÜRLERİNİN (*Chironomus plumosus*
(L., 1758), *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 ve *Halocladus (H.) fucicola* (Edw.,
1926)) GELİŞİM SÜRESİ VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Tuba KARA
(07210201)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Haziran 2012

Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Temmuz 2012

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ayda TELLİOĞLU (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. A. Kadri ÇETİN (F.Ü)

Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ (F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Serap SALER (F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. A. Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ (B.E.Ü)

TEMMUZ-2012

ÖNSÖZ

Diptera takımının Nematocera alt takımı içerisinde yer alan ve yaygın isimleri “titrek sinekler” olan Chironomidae familyası dünya çapında çok geniş bir dağılıma sahiptir. Tatlısu bentik omurgasızları arasında yer alan Chironomidae larvaları ekolojik olarak farklı yerlerde ve dominant olarak bulunan organizmalardır. 10.000’den fazla türe sahip olan Chironomidae larvaları genel bentoz ekonomisinde önemli bir role sahiptir. Başta protein (% 48) olmak üzere önemli besin unsurlarını yüksek oranda içermeleri ve kolay sindirilmelerinden dolayı balıkların vazgeçilmez besin kaynakları arasında yer almaktadırlar. Ayrıca, biyoturbasyon özellikleri sayesinde tabanda purifikasyonu büyük ölçüde önlemeleri, fotosentez için gerekli primer maddeleri sağlamaları ve madde çevrimini olumlu yönde etkilemiş olmaları önemlerini daha da arttırmaktadır. Chironomidae familyasıyla ilgili toksikolojik ve çeşitli biyokimyasal özelliklerinin araştırılması konusunda yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir.

Bu çalışmada Chironomidae familyasına ait bazı türlerin laboratuvar ortamında belirli besin gruplarıyla beslenerek yetiştirilmesi ve daha sonra bu besin gruplarının Chironomidae larvalarının yaşam süresi ve biyokimyasal özelliklerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Doktora tezimin; planlanması, yürütülmesi ve yazılması sırasında çok büyük emeği geçen, değerli fikirlerini hiçbir zaman benden esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Ayda TELLİOĞLU’na en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamda biyokimyasal analizlerin yürütülmesi ve istatistiksel değerlendirme konusunda bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ’a, biyoloji bölümünün laboratuvar imkânlarından yararlanmamı sağlayan biyoloji bölümü başkanı Prof. Dr. Harun EVREN’e, laboratuvar çalışmamda yardımlarını esirgemeyen, değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Sevinç AYDIN ve Zehra GÖKÇE’ye, çalışmanın yürütülmesi için maddi imkan sağlayan Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine (FF.11.08 nolu proje), ayrıca tez çalışmam boyunca maddi ve manevi destek olan aileme yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Tuba KARA
ELAZIĞ-2012

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	XI
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Chironomidae Yaşam Evreleri	5
1.2. Besin Ortamı Olarak Alglerin Önemi.....	6
1.2.1. <i>Chlorella vulgaris</i>	8
1.2.2. <i>Scenedesmus acutus</i>	9
1.3. Besin Ortamı Olarak Mayanın Önemi.....	10
1.4. Organizmaların Biyokimyasal Özellikleri.....	11
1.4.1. Proteinler	12
1.4.2. Glutasyon	13
1.4.3. Yağlar (Lipitler).....	16
1.4.3.1. Yağ Asitleri	17
1.4.3.2. Lipit peroksidasyonu ve Malondialdehit (MDA)	19
1.4.3.3. Steroller	20
1.4.3.3.1. Fitosteroller.....	21
1.4.3.3.2. Kolesterol	22
1.4.4. Vitaminler.....	23
1.4.4.1. A Vitamini	24
1.4.4.2. D Vitamini	24
1.4.4.3. E Vitamini	25
1.4.4.4. K Vitamini	26
2. MATERYAL VE METOT	27
2.1. Chironomidae Kültürü.....	27
2.2. Alg Kültürü.....	28

2.3.	Maya Kültürü.....	30
2.4.	Biyokimyasal Analizler	31
2.4.1.	Glutasyon Ölçümü	32
2.4.2.	Total Protein Miktarının Ölçülmesi.....	34
2.4.3.	Lipit Peroksidasyonunun (LPO) HPLC Cihazı ile Analizi	35
2.4.4.	ADEK Vitaminleri ve Sterollerin HPLC Cihazı ile Analizi	36
2.4.5.	Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizi.....	36
2.5.	İstatistiksel Analiz	37
3.	BULGULAR	38
3.1.	Chironomidae Larvalarının Farklı Besin Ortamlarında Gelişim Süreleri	38
3.2.	Biyokimyasal Bulgular	41
3.2.1.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği	41
3.2.1.1.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği.....	41
3.2.1.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği.....	46
3.2.1.3.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği.....	51
3.2.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> sp. ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Yağ Asidi İçeriği	56
3.2.2.1.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) Larvalarının Yağ Asidi İçeriği	56
3.2.2.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 Larvalarının Yağ Asidi İçeriği.....	60
3.2.2.3.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) Larvalarının Yağ Asidi İçeriği.....	63

3.2.3.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Total Protein Miktarı	66
3.2.3.1.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) Larvalarının Total Protein Miktarı.....	66
3.2.3.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 Larvalarının Total Protein Miktarı.	67
3.2.3.3.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) Larvalarının Total Protein Miktarı	68
3.2.4.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Glutasyon Miktarı	69
3.2.4.1.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) Larvalarının Glutasyon Miktarı.....	69
3.2.4.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 Larvalarının Glutasyon Miktarı.....	70
3.2.4.3.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) Larvalarının Glutasyon Miktarı..	71
3.2.5.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen Chironomidae Larvalarında Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı	72
3.2.5.1.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) Larvalarının Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı	72
3.2.5.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 Larvalarının Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı	73
3.2.5.3.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) Larvalarının Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı.....	74
4.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	76

4.1.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Gelişim Süreleri	76
4.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus acutus</i> ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Biyokimyasal Özellikleri	83
	Vitamin ve Sterol Analizi	83
	Yağ Asidi Analizi	90
	Total Protein Analizi	102
	Glutasyon Analizi	105
	Lipit Peroksidasyon Analizi	106
	KAYNAKLAR	109
	ÖZGEÇMİŞ	136

ÖZET

Doktora Tezi

Tuba KARA

Fırat Üniversitesi

Biyoloji Anabilim Dalı

2012, Sayfa:136

Bu çalışmada; Chironomidae familyasından *Chironomus plumosus*, *Chironomus anthracinus* ve *Halocladus (H.) fucicola* larvaları laboratuvar ortamında farklı besinler (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae*) kullanılarak yetiştirildi. Yetiştirilen bu chironomid larvalarının tüm yaşam evreleri gözlemlendikten sonra, larvalar biyokimyasal işlemlere tabi tutularak, vitamin (A, D, E, K), sterol, yağ asidi, total protein, glutatyon ve lipit peroksidasyon analizleri yapıldı. Çalışma sonuçlarına göre, Chironomidae larvalarının farklı besin ortamlarında gelişim sürelerinin farklılık gösterdiği saptandı. Tüm besin ortamlarında larvaların gelişimlerini başarıyla tamamladıkları ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarında gelişimin daha uzun sürdüğü gözlemlendi. Biyokimyasal analizlerin sonucunda ise, α -tokoferol (E vitamini) ile kolesterolün tüm larva gruplarında önemli düzeyde olduğu belirlendi ($p<0.001$). Larva gruplarının hepsinde PUFA düzeyinin MUFA'dan daha yüksek olduğu gözlemlendi. *S. cerevisiae* ile beslenen tüm larva gruplarında total protein ve glutatyon miktarlarının daha fazla olduğu, lipit peroksidasyon seviyelerinin ise Chironomidae türleri ve besin grupları arasında değişkenlik gösterdiği belirlendi.

Sonuç olarak; Chironomidae larvaları alg kültürüyle beslendiğinde gelişimlerinin daha hızlı olduğu, biyokimyasal analizlerde ise türler ve besin grupları arasında farklılık gösterdiği ve *S. cerevisiae* ile beslenenlerde protein seviyesinin daha yüksek olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Chironomidae kültürü, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus*, *Saccharomyces cerevisiae*, yağ asidi, vitamin, sterol

SUMMARY

PhD Thesis

Effect of Different Feeding Environments (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* and *Saccharomyces cerevisiae*) to Growth Duration and Biochemical Feature of Chironomidae Species (*Chironomus plumosus* (L., 1758), *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 and *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926))

Tuba KARA

Firat University, Department of Biology

2012, Page: 136

In this study, Chironomidae family larvae *Chironomus plumosus*, *Chironomus anthracinus* and *Halocladius (H.) fucicola* were grown in laboratory environment by feeding with different food (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* and *Saccharomyces cerevisiae*). After the life stage of these chironomid larvae were observed, larvae were taken into biochemical processes and vitamin (A, D, E, K), sterol, fatty acid, total protein, glutathione and lipid peroxidation were analyzed. It was determined that the larvae of Chironomidae showed differences in the duration of the development of different nutritional environments with regard to the result of the study. It was observed that successfully completed development of the larvae in all food environments, and duration of the development of larvae groups were longer by feeding with *S. cerevisiae*. As a result of biochemical analysis, α -tocopherol (vitamin E) and cholesterol were defined at significant level in all larvae groups ($p < 0.001$). It has been observed that PUFA level is higher than MUFA in all larvae groups. It was defined that the total protein and glutathione was at high level in all larvae groups which were fed with *S. cerevisiae*, and that lipid peroxidation levels also varied between groups of food and species of Chironomidae.

In conclusion, it was identified that Chironomidae larvae grew faster when fed with algal culture, that they showed varieties between species and feeding groups according to the results of the biochemical analysis, and that the protein level was higher in the groups fed with *S. cerevisiae*.

Key Words: Chironomidae culture, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus*, *Saccharomyces cerevisiae*, fatty acid, vitamin, sterol

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Proteinin genel yapısı	12
Şekil 2. Glutatyon'un (GSH) yapısı; L-γ-glutamil-L-sisteinilglisin.....	14
Şekil 3. GSH-GSSG döngüsü.....	15
Şekil 4. Yağ sentez reaksiyonu.....	16
Şekil 5. Lipit peroksidasyonu	20
Şekil 6. Fitosterollerin kimyasal yapısı	22
Şekil 7. Kolesterolün kimyasal yapısı	23
Şekil 8. A vitamininin kimyasal yapısı.....	24
Şekil 9. D vitamininin kimyasal yapısı.....	25
Şekil 10. E vitamininin kimyasal yapısı	26
Şekil 11. K vitamininin kimyasal yapısı.....	26
Şekil 12. Chironomidae larvalarının laboratuvar ortamında yetiştirilmesi	28
Şekil 13. İklim dolabında yetiştirilen <i>Chlorella vulgaris</i> ve <i>Scenedesmus acutus</i>	29
Şekil 14. Laboratuvarında yetiştirilen <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
Şekil 15. Glutatyon kalibrasyon eğrisi	33
Şekil 16. Protein kalibrasyon eğrisi.....	35
Şekil 17. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1).....	43
Şekil 18. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2).....	44
Şekil 19. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı	44
Şekil 20. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1)	45
Şekil 21. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2)	45
Şekil 22. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1)	48

Şekil 23. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2)	48
Şekil 24. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1)	49
Şekil 25. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2)	49
Şekil 26. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1)	50
Şekil 27. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2)	50
Şekil 28. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1)	53
Şekil 29. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2)	53
Şekil 30. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1)	54
Şekil 31. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2)	54
Şekil 32. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1)	55
Şekil 33. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2)	55
Şekil 34. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının yağ asidi kromatogramı	59
Şekil 35. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının yağ asidi kromatogramı	59
Şekil 36. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının yağ asidi kromatogramı	60
Şekil 37. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının yağ asidi kromatogramı	62
Şekil 38. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının yağ asidi kromatogramı	62

Şekil 39. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının yağ asidi kromatogramı	63
Şekil 40. <i>C. vulgaris</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının yağ asidi kromatogramı	65
Şekil 41. <i>S. acutus</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının yağ asidi kromatogramı	65
Şekil 42. <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının yağ asidi kromatogramı	66
Şekil 43. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının total protein miktarı	67
Şekil 44. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının total protein miktarı.....	68
Şekil 45. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının total protein miktarı.....	69
Şekil 46. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının glutatyon miktarı.....	70
Şekil 47. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının glutatyon miktarı	71
Şekil 48. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının glutatyon miktarı	72
Şekil 49. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının lipit peroksidasyon miktarı..	73
Şekil 50. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının lipit peroksidasyon miktarı.....	74
Şekil 51. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw., 1926) larvalarının lipit peroksidasyon miktarı.....	75
Şekil 52. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) Chironomidae türlerinin yumurta gelişim süresi	77
Şekil 53. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) Chironomidae türlerinin larva gelişim süresi	78
Şekil 54. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) Chironomidae türlerinin pupa gelişim süresi	79

Şekil 55. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) Chironomidae türlerinin toplam gelişim süreleri	79
Şekil 56. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758)'un vitamin içeriği	84
Şekil 57. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758)'un sterol içeriği	85
Şekil 58. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860'un vitamin içeriği	86
Şekil 59. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860'un sterol içeriği	87
Şekil 60. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw.,1926)'nın vitamin içeriği	88
Şekil 61. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw.,1926)'nın sterol içeriği	89
Şekil 62. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758)'un yağ asidi içeriği	91
Şekil 63. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758)'un toplam PUFA, MUFA ve SFA içeriği	92
Şekil 64. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860'un yağ asidi içeriği	93
Şekil 65. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860'un toplam PUFA, MUFA ve SFA içeriği	93
Şekil 66. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw., 1926)'nın yağ asidi içeriği	94
Şekil 67. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) <i>Halocladius (H.) fucicola</i> (Edw., 1926)'nın toplam PUFA, MUFA ve SFA içeriği	95
Şekil 68. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) Chironomidae larvalarının total protein miktarı	104
Şekil 69. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) Chironomidae larvalarının glutatyon miktarı	106
Şekil 70. Farklı besinlerle beslenen (<i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i>) Chironomidae larvalarının lipit peroksidasyon miktarı	108

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bazı yağ asitlerinin kimyasal yapısı.....	18
Tablo 2. Çalışmada kullanılan Jaworski besi ortamı.....	30
Tablo 3. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler ve organik çözücüler	32
Tablo 4. <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758)'un farklı besin ortamlarında gelişim süresi.....	39
Tablo 5. <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860'un farklı besin ortamlarında gelişim süresi.....	40
Tablo 6. <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw.,1926)'nın farklı besin ortamlarında gelişim süresi	41
Tablo 7. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol içeriği	43
Tablo 8. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol içeriği.....	47
Tablo 9. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw.,1926) larvalarının vitamin ve sterol içeriği.....	52
Tablo 10. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus plumosus</i> (L., 1758) larvalarının yağ asidi içeriği	58
Tablo 11. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 larvalarının yağ asidi içeriği.....	61
Tablo 12. <i>C. vulgaris</i> , <i>S. acutus</i> ve <i>S. cerevisiae</i> ile beslenen <i>Halocladus (H.) fucicola</i> (Edw.,1926) larvalarının yağ asidi içeriği.....	64

1.GİRİŞ

İç sularda bentik fauna ile ilgili çalışmalar, limnolojik araştırmaların önemli bölümlerinden birini oluşturmaktadır. Bentik faunayı oluşturan gruplar, bu gruplara ait dağılımlar ve bu dağılıma etki eden çeşitli faktörlerin araştırılması, bu kapsamda ele alınan çalışma konularıdır. Göl ekosisteminde yaşayan bentik omurgasız organizmalar, göldeki besin zincirinin fitoplanktonik ve zooplanktonik organizmalardan sonraki üçüncü halkasını oluşturmakta ve gölün biyolojik verimliliğinde etken organizmalar olarak önem kazanmaktadır.

Bentik omurgasız organizmalar, tür kompozisyonları, biyomas değerleri ve mevsimsel değişimleri göllerin ekolojik yapılarının belirlenmesinde, su kalitesinin ve kirliliğinin saptanmasında önemli indikatör olarak yer almaktadır [1].

İç sular faunasında bentik omurgasız organizmalar oldukça önemli bir yer tutmakta ve özellikle Chironomidae larvalarının ayrı bir öneme sahip oldukları bilinmektedir. Pek çok araştırma Chironomidae larvalarının, başta protein olmak üzere, besin değeri bakımından yüksek olmakla beraber balıkların vazgeçilmez bir besini olduğunu ortaya koymuştur. Chironomidae larvaları yıl boyunca bol bulunmakla birlikte, özellikle bentik faunanın az olduğu kış mevsiminde bol bulunmaları bunların önemini bir kat daha arttırmaktadır. Yapılan araştırmalar, bu organizmaların balıklar tarafından kolayca sindirilebildiklerini ve dolayısıyla balıkların birinci derecede tükettikleri canlı besinler arasında yer aldıklarını göstermektedir.

Chironomidae larvaları, bulundukları sularda dip çamurunun havalandırılmasını sağladıkları ve taban materyali içine oksijen ilettikleri için, bu bölgede oksijenli solunumu olumlu yönde etkilemektedirler. Dolayısıyla mineralizasyon olumlu yönde etkilenmiş olup, tabandaki kokuşma engellenmekte ve fotosentez için gerekli ham maddeler sağlanmış olmaktadır. Chironomidae larvaları suyun verimliliğini yükselttikleri için, birçok araştırmacı tarafından biyoindikatör olarak kabul edilmekte ve kullanılmaktadırlar [2-7].

Chironomidae larvaları, hem dip yüzeyinin birim alanındaki çokluk durumları hem de tür kompozisyonları ile bulundukları rezervuarın biyolojik sınıflandırılmasında en önemli göstergelerinden biridir [8]. Çeşitli araştırmacılar, bentik faunanın nitel ve nicel durumunu esas alıp, gölleri canlı üretkenliği yönünden sınıflandırmışlar ve biyolojik

özelliklerinin göstergesi olarak Chironomidae larvalarının ilk sırayı aldıklarını belirtmişlerdir [9]. Chironomid larvaları genellikle oksijence fakir sularda yaşamakta ve bentik alglerle beslenmektedirler. Bu larvaların yapısında oksijen taşınımı ve depolanmasında rol alan 12 farklı tipte hemoglobin tespit edilmiştir [10].

Chironomidler, ötrofik göllerin bentozlarında yaşayan tipik üyelerdir. Beslenme, sindirim, boşaltım ve salgılama yollarıyla, biyo-turbasyon ve sediment süspansiyonu ile bentozu etkileyen canlı gruplarıdır [11, 12]. Chironomidler U şeklindeki evciklerinin içine su girişini sağlayarak, kendileri için oksijen ve fitoplankton sağlamaktadırlar [13].

Chironomid larvaları mükemmel protein, lipit, vitamin ve mineral kaynağıdır [14, 15]. Su kültürü uygulamalarında, Chironomidae larvaları ile beslenen balık ve karidesler için mineral desteği olmaktadır [16].

Chironomidae larvaları için, bentik yeşil algler büyük bir besin kaynağıdır. Brook [17], Chironomidae larvalarının, kum-filtreli zeminde sadece filamentli mavi-yeşil algler ve filamentli diatomeleri besin olarak sindirdiğini gözlemlemiştir.

Chironomid larvaları su kültüründe, yaşayan canlılar için zengin protein kaynağıdır [18]. Çeşitli balık türlerinde özellikle karnivor akvaryum balıklarında mükemmel bir besindir [19]. Chironomid larvaları, tatlı su balıklarında da kilo kazanımını ve büyüme oranını düzenlemektedir [20]. Ayrıca balık larvalarının ilk besini olması bakımından çok önemlidir [21].

Sugden [22]'in, Chironomidlerin besin değerleri üzerine yapmış olduğu bir çalışmada, Chironomidlerin %56 oranında protein içerdiğini rapor etmiştir. Chironomidlerin yüksek protein içeriğiyle ilişkili olarak %73,6 oranında yüksek sindirilebilirlik gösterdikleri De La Noue ve Choubert [14] tarafından belirtilmiştir. Yine balık ve kabukluların beslenmesinde büyümeyi destekleyici olarak, küçük miktarlarda belli işlevlerinin olması, pek çok organizma için, Chironomid larvalarını zengin besin kaynağı yapmaktadır [23].

Rasmussen [24], iki chironomid türünün (*Chironomus riparius* ve *Chironomus paripes*) gelişimlerine, zengin organik madde artığının etkilerini çalışmıştır. Küçük su göletlerinde 25 günlük deney sürecinde, organik madde yoğunluğunun, Chironomid türlerinin büyümelerini önemli derecede etkilediğini ortaya koymuştur.

Chironomidae türlerinin büyük çoğunluğunun yaşam döngüsü stratejisi, dördüncü larval safhada enerji kazanımını maksimuma çıkararak ve yetişkin evrede minimuma indirerek, üretilen enerjinin düzenlenmesi olarak görülebilir [25]. Çoğu laboratuvar ve alan

alışmaları larval Chironomidlerin, beslenmesi, ekolojisi, büyüme ve gelişmesiyle ilgilidir. Son larval safha, larva evresinin çoğunu işgal etmektedir. Bu bakımdan çalışmaların çoğu son larval safhaya odaklanmaktadır [26].

Chironomidae larvalarının gelişimine sıcaklık, besin niteliği ve niceliği, besin kaynaklarında tür içi ve türler arası rekabet ve avlanma gibi faktörler etki etmektedir [26-31]. Bu faktörler dışında arazi çalışmalarında, larva büyüme ve gelişmesine, oksijen, pH, toksik maddeler ve su akıntıları gibi faktörlerin de etkili olduğu bulunmuştur [25]. Pek ok Chironomid türü için, beslenme tarzları esneklik göstermekte olup, sediment bileşiklerindeki değişiklikler beslenme tarzlarını etkilemektedir (rneğin, *Chironomus plumosus*) [32].

Johnson [33], *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus*'un beslenme etkinliğini incelemiş ve bu iki Chironomid türünün azot ve karbon absorbsiyon veriminin, profundal zonda dominant olduğunu tespit etmiştir. Yine Johnson [34], *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus*'un beslenmede mevsimsel varyasyonlarını incelemiş ve *Chironomus plumosus*'un daha büyük mevsimsel varyasyon gösterdiğini belirtmiştir.

Michailova [35], Orthoclaadiinae alt familyasındaki türlerin sitotaksonomik özelliklerini incelemiştir. Laboratuvar koşullarında yetiştirilen türlerin larva, pupa ve ergin dönemlerindeki karakteristik özelliklerini incelemenin yanı sıra, politen kromozomlarının özellikleri (nucleolus organizatör bölge (NOR) ve sentromer bölgesinin morfolojik özellikleri) ile ilgili çalışmalar da yapmıştır.

Habib ve ark. [36], yapmış olduğu çalışmada, Chironomidae larvaları, hurma yağının öğütülmüş atığıyla ve alg kültürüyle (*Chlorella vulgaris*) beslenerek yetiştirilmiştir. Daha sonra besin değerlerine bakılarak, protein, lipit, yağ asidi, toplam karoten, aminoasit (histidin, arginin, methionin vb.) ve 23 mineralin analizini yapmışlardır.

Sucul organizmalar için uygun ve yüksek kaliteli besin olarak birçok mikroalg türü belirlenmiş olup, üretimde en çok kullanılan mikroalglerden biri *Chlorella vulgaris* olmuştur [37-40].

Habashy [41]'ın farklı beslenme sistemleri altında Chironomidae larva kültürüyle ilgili yapmış olduğu çalışmada, Chironomidae larvalarını laboratuvar şartları altında yetiştirmiştir. Chironomidae larvalarını yetiştirmede, ticari balık yemi Tetramin Flaked, bir alg türü *Scenedesmus* sp. ve ekmek mayası olmak üzere üç tip besin kullanmıştır. Bu besinlerin, Chironomidae larvalarının boy ve ağırlık değerlerini önemli ölçüde etkilediğini

tespit etmiştir. Hem organik madde içeriği olarak hem de enerji içeriği olarak (kj/g) en yüksek değeri, alg ile beslenenlerde (*Scenedesmus* sp.) saptamıştır. Diğer biyokimyasal analizlerin sonucunda en yüksek protein değerini, Tetramin Flaked ile beslenenlerde; en yüksek lipit değerini ise, ekmek mayası ile beslenenlerde tespit etmiştir.

Frouz ve ark. [42], *Glyptotendipes paripes* (Chironomidae: Diptera) larvasını 6 alg türüyle (*Botryococcus braunii*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella keslerii*, *Microcystis* sp., *Anabaena flos-aquae*, *Lyngbia* cf. *aeruginosa*) besleyerek, larval gelişim, büyüme, hayatta kalma, erginleşme ve besin sindirimi üzerine araştırma yapmışlardır. Nath ve ark. [43] ise, *Chironomus ramosus*'u (Chironomidae) laboratuvar şartlarında yetiştirmede uygun bir model oluşturma amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada *Chironomus ramosus*'un yumurtadan ergine kadar olan toplam yaşam döngüsünü incelemişlerdir.

Evangelista ve ark. [44], Asya yayın balığı (*Clarias macrocephalus*) larvasını bazı canlı organizmalarla ve suni besinlerle besleyerek, besinlerin balığın gelişimine ve biyokimyasal özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında besin olarak canlı organizmalardan *Artemia*, *Brachionus calyciflorus*, *Chironomus plumosus*, *Moina macrocopa* ve *Tubifex* sp. larvalarını kullanmışlardır. Protein analizi sonucunda, balık larvasında en yüksek protein değerini *Chironomus plumosus* larvasıyla beslenen grupta tespit etmişlerdir. Chironomidae larvalarının su kültüründeki pek çok organizma için zengin bir protein kaynağı olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir [45, 46].

Chironomidlerin yaşam döngüsünün hızlı olması ve takip edilmesinin kolay olması sebebiyle, laboratuvar ortamında çeşitli biyokimyasal analizlerde ve sediment toksik testlerinde yaygın olarak kullanılan organizmalardır [47-54].

1.1. Chironomidae Yaşam Evreleri

Chironomidae familyası, Diptera takımının Nematocera alt takımına ait, “titrek sinekler” olarak bilinen canlı grubudur. Chironomidlere “kör sinekler” de denmektedir. Bazen de “tüy gibi uzantılı” olarak adlandırılırlar, çünkü erkekleri tüysü (plumose) antenlere sahiptir. Bu sucul sinekler çevre şartlarına geniş toleranslıdır. Chironomidler hızlı akan ve yavaş akan sularda, durgun sularda ve organik materyalde zengin göl ve göletlerde bulunurlar [55].

Chironomidae familyası mensupları tam başkalaşım geçiren sineklerdir. Ergin dönemleri su dışında, larva ve pupa aşamaları ise su içinde geçmektedir. Bu hayvanların hayat devrinde en uzun evre larva evresidir. Tüm iç sularda her zaman Chironomidae larvalarına rastlamak mümkündür. Chironomid sineklerinin varlığı, su kalitesinin belirleyicisi olarak önemlidir.

Chironomidae sineklerinin yaşam döngüsünde dört evre vardır. İlk evrede oluşan yumurtalar jelatinimsi bir kitle içinde bulunurlar. Her bir jelatinimsi yumurta kitlesi 20-3000 arası yumurta içermektedir. Jelatinimsi kitle yumurtaları mekanik etkilerden, kurumaktan, ani sıcaklık değişikliklerinden ve avcılarda korumaktadır. Ayrıca bitki, taş vs. yapışmalarını sağlamaktadır. Yumurtalar birkaç gün kuluçkada beklemekte ve daha sonra yumurta kitlesinden spiral şeklinde kıvrılmış larvalar çıkmaktadır. Daha sonra larvalar, yaşamlarını sürdürmek amacıyla çamur içinde oyuklar veya küçük tüpler oluşturmaktadır. Larvalar, kendi tüplerini gelişimleri için genişletirler. Su ve çamur içinde askıda organik maddeler, gelişmekte olan larvalar tarafından gıda olarak kullanılırlar. Larvalar büyüdükten sonra genellikle pembe renk alır ve gittikçe kırmızı renge dönüşürler. Sonuçta yetişkin larvalar “kırmızı solucanlar” olarak adlandırılırlar. Kırmızı renk, hemoglobindeki demir içeriğinden kaynaklanmaktadır. Hemoglobin, çamurun dibinde düşük oksijen konsantrasyonunda solunuma yardımcı olmaktadır [56-58].

Larval safha, su sıcaklığına bağlı olarak 2 ile 7 hafta arasındadır. Larvalar, kendi oluşturdukları tüpler içerisinde pupa safhasına geçerler. Üç gün sonra, pupa, su yüzeyinde aktif olarak yüzmeye başlamaktadır Pupa safhasında ya pupa evciklerinde kalmakta ya da su yüzeyinde aktif yüzmektedir. Evcik ekstrem çevre koşullarına karşı Chironomidleri koruyan bir yapıdır. Kumların, bitki artıklarının veya çamurun içine ağ şeklinde jelatinden evcik oluştururlar. En basit evcik çamura ya da kuma gömülü iki tarafı açık bir borudur. Evcğin esas materyali yapışkan ve jel halindeki tükrük salgısıdır. En gelişmiş evcikler

Chironomus cinsinde görülen, yarım daire şeklinde kıvrılmış, serbest uçları çamur bir koninin içinde sonlanmış evcik tipleridir. Evciklerde kalanlar trake solungaçlarıyla, su yüzeyinde yüzenler ise soluk borusu uzantılarıyla serbest havayı almak suretiyle trake solunumu yapmaktadır. Evciklerde bulunanlar, erginleşmeden kısa bir süre önce evciği terk etmekte ve yüzerek su yüzeyine çıkmaktadır. Pupa evresi birkaç gün sürmektedir. Daha sonra pupa örtülerini çıkararak ergin hale gelmektedirler [56-58].

Chironomidlerin erginleri çok narin ve yumuşak yapılıdır. Genellikle uçuk renkli ya da yeşilimsidir. Fırça şeklinde antenlere sahiptirler ve ağız parçaları körelmiştir. Sürü halinde uçan titrek sinekler olarak tanınırlar. Beslenmedikleri için üç veya beş gün yaşayabilirler [58].

Chironomidler, yazın yumurtadan yetişkine kadar olan yaşam evresini iki ile üç haftada tamamlamaktadır. Sonbaharda larvalar pupaya dönüşmez, fakat gelişimlerine devam ederler ve kış aylarını olgun larvalar olarak geçirirler. Pupalaşma ve yetişkinlerin ortaya çıkışı, ilkbaharda mart ayı sonlarında ya da nisan ayı başlarında meydana gelmektedir. Chironomid jenerasyonu yaz boyunca üretilmekte ve çok sayıda yetişkinler ortaya çıkmaktadır. Her nesilde, yetişkinler karakteristik olarak birkaç hafta içinde oluşmakta ve büyük sayılara ulaşmaktadır [56, 57].

1.2. Besin Ortamı Olarak Alglerin Önemi

Sucul ortamda algler çok zengin biyolojik çeşitliliğe sahiptir ve oldukça önemli bir yere sahiptir. Tatlı ve tuzlu sularda, makro ve mikro formlarda, çok çeşitli yapı ve şekillerde olabilen bu canlılar, yeryüzünde yaşamın sürdürülebilmesinde anahtar rol oynamaktadırlar. Algler, en başta klorofil olmak üzere çeşitli fotosentetik pigment maddesi sayesinde primer üretimi gerçekleştirerek, mikroskobik canlılardan balıklara ve oradan da insana kadar uzanan, besin zincirinin ilk basamağını oluşturmaktadır. Dünyanın dörtte üçü sularla kaplı olduğundan, yeryüzündeki organik madde ve oksijen üretiminde alglerin oldukça önemli bir yeri vardır [59].

Akuatik ortamların primer üreticisi olan fitoplankterler besin zincirinin temelini oluşturması yanı sıra, sucul ekosistemde meydana gelen değişimlerden ilk önce ve en fazla etkilenen gruptur. Bu da biyolojik olarak indikatör olması bakımından oldukça önemlidir. Fitoplankterler çevre kirliliğinin ve ötrofikasyonun göstericisi olarak kabul edilmektedir

[60]. Fitoplanktonun besin zincirindeki temel fonksiyonu, primer tüketicilerden olan zooplanktona protein, karbonhidrat, yağ, vitamin ve mineral tuzları sağlamaktır. Atmosferdeki % 21 oranındaki oksijenin % 70'den fazlasını algler üretmektedir [61].

Sucul ortamın verimliliği doğrudan besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fitoplanktona bağlıdır. Günümüzde bunun bilincinde olan yetiştiricilik işletmeleri biyoteknolojik olarak özel koşullarda büyük titizlikle fitoplankton üretilmekte ve yetiştiricilik yapılan su ortamının verimliliğinin artırılmasında kullanılmaktadır [59].

Fitoplankton ve zooplankterlerin besin içeriği bakımından zengin olması nedeniyle, larvalar, protein ve uzun zincirli yağ asitleri gereksinimlerini karşılamaktadır. Diğer yandan plankterlerin canlı olmaları nedeniyle, suda uzun süre asılı kalmaktadırlar. Larvaların ağız büyüklüğüne uygun ölçülerde olmaları sebebiyle larva aşamasında canlı yem kaynağının vazgeçilmez organizmalarını oluşturmaktadırlar [62].

Larval dönemdeki aquatik canlılar için besin kaynağı olarak fitoplanktonik ile zooplanktonik organizmaların üretilmesi oldukça önemlidir. Su ürünlerinden yararlanmak için larval üretim yapılan tesislerde, alg kültür üniteleri sistemin önemli bir basamağını oluşturmaktadır. Bu üniteye başarı, su ortamındaki besin zincirinin diğer halkalarını oluşturan zooplankton üretimine ve larvaların verimliliğine yansımaktadır. Su ekosisteminde beslenme aktivitesi, besin zincirindeki madde ve enerjinin düşük seviyeden yüksek seviyeye transferinde önemli rol oynamaktadır [63].

Protein kaynağı olarak başvuru kaynaklardan mikroskobik tatlı su algleri, basit besiyerlerinde hızla çoğalmaları, fotosentez yetenekleri ve yüksek protein içerikleri ile dikkatleri üzerlerinde toplamaktadırlar. Algler, tatlı sularda, sentetik besiyerlerinde kolay üremektedirler. Üreme koşullarına bağlı olarak içerdikleri maddelerin oranı değişik olup, %16-70 oranında protein içermektedirler. Yüksek protein içermeleri nedeniyle insan ve hayvan besini olarak kullanılmaktadırlar [64].

Algler içerdikleri yüksek protein miktarları ile insan ve hayvan besini olarak kullanılmalarının yanı sıra tabii gübre yapımı ve doğal vitamin elde edilmesi ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Alglerin günümüzde üzerinde en çok çalışılan organizma grupları arasında yer almasının diğer nedeni kolay ve ucuz olarak üretilmeleridir [65].

Sucul organizmaların popülasyon artışını etkileyen önemli faktörlerden birisi besin çeşidi ve miktarıdır. Çeşitli araştırmacılar, organizmaların yetiştiriciliğinde çeşitli doğal ve yapay yemleri kullanmışlardır. Ancak tek hücreli yeşil alglerin en nitelikli besin kaynağı

olduğu vurgulanmıştır [66, 67]. Bu amaçla genellikle *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus obliquus* gibi tek hücreli yeşil alg türleri kullanılmıştır [68].

Tez çalışmamız süresince yetiştirdiğimiz alg grupları ise *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*'dur.

1.2.1. *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris, Chlorophyta (Yeşil algler) şubesinden yer alan, 2-10 mikrometre boyutunda, tek hücreli, küre biçiminde, kamçısız yeşil tatlı su yosunudur. Kloroplastlarında klorofil-a ve klorofil-b taşımakta olup fotosentez yapmaktadırlar [69].

Chlorella vulgaris'in tek hücreli yapısı, vitaminler, proteinler (aminoasit, nükleik asit ve enzim), temel yağ asitleri, mineraller ve karotenoidlerin bir kaynağı olmasına büyük bir avantaj sağlamaktadır. *Chlorella vulgaris* bu besinleri saf, katkısız ve doğal olarak mükemmel bir denge içerisinde barındırır ve tek başına bile tam bir besindir. *Chlorella vulgaris*, 20'den fazla vitamin ve mineralin yanı sıra bol miktarda doğal beta-karoten'de içermekte ve % 50-60 oranında proteinden oluşmakta olup klorofilin doğada bilinen en yüksek oranlı kaynağıdır. Sığır karaciğerinin içermekte olduğu B₁₂ vitamininden daha fazlasını içermektedir. Ayrıca demir, iyot, çinko, magnezyum, fosfor ve kalsiyum da içermektedir. İlaç sanayisinde, Chlorellin denilen antibiyotik *Chlorella vulgaris*'den elde edilmektedir [70].

Chlorella vulgaris, hücre seviyesindeki vücut fonksiyonlarının dengeli ve kararlı olmasına yardım eder. Sadece vücudun gereksinim duyduğu besinleri en üst seviyede sağlamakla kalmaz aynı zamanda vücudu zararlı maddelerden de temizler. *Chlorella vulgaris* bilinen en zengin klorofil kaynaklarından. Klorofil, özellikle sindirim sisteminde kötü koku yaratan bakterileri yok ederek sindirim sistemine yardımcı olmaktadır. Ayrıca klorofil hemoglobine çok benzer bir yapıda olup, kan yapımını arttırmaktadır [70].

Chlorella vulgaris'in içerisindeki nükleik asitler (RNA ve DNA), bu tek hücreli canlının çok hızlı bir şekilde çoğalmasını ve onun kendine özgü hücrelerinin gençleştirilmesini sağlamaktadır. *Chlorella vulgaris* içerisindeki nükleik asitler, vücut enzimleri, protein ve enerji üretimini düzenlemektedirler. Bu nükleik asitler aynı zamanda

proteinlerin parçalanarak aminoasitlere dönüşmesine de yardım etmektedir. *Chlorella vulgaris*'daki bileşiklerin hücreleri çeşitli toksik maddelerin etkilerine karşı detoksifiye ettiği bulunmuştur. Bu etkinin özellikle içeriğindeki enzimler ve aminoasitlerden geldiği düşünülmektedir. Ayrıca araştırmalar göstermiştir ki; *Chlorella vulgaris*'in selüloz çeperi sindirim sistemindeki ağır metallere (kurşun, civa, kadmiyum gibi) ve zararlı kimyasal maddelere yapışarak onların vücuttan atılmasını sağlamaktadır [70].

Kurutulmuş *Chlorella vulgaris* içeriğine bakıldığında, % 4,6 su, % 58,4 protein, %9,3 toplam lipit, % 23,2 karbonhidrat, % 0,3 lif ve % 4,2'sinin kül olduğu tespit edilmiştir. *Chlorella vulgaris*'in mineral içeriği incelendiğinde, 100 gram mineral içerisinde; 895 mg fosfor, 315 mg magnezyum, 221 mg kalsiyum, 130 mg demir, 71 mg çinko ve 0,4 mg iyot olduğu tespit edilmiştir. Vitamin çeşitlerinden 10,4 mg C vitamini, 23,8 mg Niasin (B₃ vitamini), 0,2 mg Biotin (B₇ veya Vitamin H), 1,1 mg Pantotenik asit (B₅ vitamini), 7 mg B₁ vitamini, 4,3 mg B₂ vitamini, 1,4 mg B₆ vitamini, 0,13 mg B₁₂ (siyanokobalamin) vitamini, 94 mcg Folat 51,300 IU A vitamini ve 1,5 mg'dan fazla E vitamini belirlenmiştir. *Chlorella vulgaris*'in lipit analizinde, temel yağ asitleri, özellikle gamma linoleik asit (GLA) içerdiği saptanmıştır [71].

Aminoasit değerleri incelendiğinde, 0,5 g Triptofan (Tryptophane), 2,4 g Treonin (Threonine), 2,3 g İzolösin, 4,7 g Lösin, 3 g Lizin, 1,3 g Metiyonin (Methionin), 0,7 g Sistin, 2,777 g Fenilalanin, 2,6 g Tirozin, 3,2 g Valin, 3,3 g Arjinin, 1,1 g Histidin, 4,3 g Alanin, 4,7g Aspartik asit, 5,8 g Glutamik asit, 3,1 g Glisin, 2,4 g Prolin, 2 g Serin, 2,5 g Prolin ve 11,4 g ise diğer aminoasitler olduğu belirlenmiştir [71].

1.2.2. *Scenedesmus acutus*

Chlorophyta (Yeşil algler) şubesinde yer alan, hücreleri mekik şeklinde, tek olarak ya da 2, 4, 8 veya 16'lı koloniler halinde yaşayan tatlı su yosunudur. Türlerine göre yeri ve sayısı değişen, boynuza benzer çıkıntıları bulunur. Tatlı sularda yayılış gösterirler. Zengin protein içerdiğinden son yıllarda kültürü yapılmaktadır [72].

Scenedesmus acutus karotenoyitce çok zengin olup, kuru maddede 2500 mg/kg lütein, 500mg/kg zeaksantin ve 520 mg/kg astaksantin içermektedir [73].

1.3. Besin Ortamı Olarak Mayanın Önemi

Saccharomyces cerevisiae, mantarlar aleminde maya mantarları olarak adlandırılan ve tomurcuklanarak bölünen bir maya türüdür. Boyutları bakterilerden daha büyük, tek hücreli, genellikle elips şeklinde, uzunlukları 10-30 µm ve genişlikleri 2-6 µm arasında değişen canlılardır. Ökaryot canlı olduğundan hayvan ve bitkilerin karmaşık hücre içi yapılarına sahiptir. Hücre döngüsünün araştırılmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü kültürünün elde edilmesi oldukça kolaydır. Ekmek veya bira mayası olarak da isimlendirilmektedir [74]. Hayvanların besini olarak çok tercih edilen besin kaynağıdır. Kolay ulaşılabilir ve besin değerinin yüksek olmasından dolayı tercih edilmektedir. Ayrıca enfeksiyonlara karşı dayanıklıdır, içerdiği maddeler bağışıklığını artırmaktadır [75].

İnsan biyolojisinde önemli olan pek çok protein önce mayada bulunan karşılıklarının araştırılması sonucunda keşfedilmiştir. Bunların arasında hücre döngüsü proteinleri, sinyalleme proteinleri ve protein işleme proteinleri sayılabilir.

Saccharomyces cerevisiae, hayvanlar için iyi bir protein kaynağı olması yanı sıra, karakteristik olarak iyi bir aminoasit dengeleyicidir (özellikle Lizin ve Methionin aminoasitleri için). Yine vitamin B kompleksi bakımından özellikle, Thiamin, Riboflavin, Niasin, Pantotenik asit (B₅ vitamini) ve Inositol (B₇ vitamini) bakımından zengindir. Hatta sterol yapıcı D vitamini bakımından iyi bir besin kaynağıdır [75].

Saccharomyces cerevisiae, canlı veya kuru olarak, %20-40 oranında karbonhidrat içermektedir. Büyük çoğunluğu maya hücre duvarında bulunan, Beta-glukan ve Mannan polisakkaritlerini bulundurması bakımından önemlidir. Çünkü bu polisakkaritler bağışıklık sisteminde ve sindirim sisteminde patojenik bakterilerin oluşumunu önlemede etkilidir [75].

Yüksek protein içerdikleri saptandıktan sonra, mayaların protein kaynağı olarak kullanıma ait çalışmalar yoğunlaşmıştır. Genel olarak bileşiminde %50'den fazla protein içeren mayaların yalnız hayvanlar için değil, insanlar için de zengin protein kaynağı olduğu deneylerle kanıtlanmıştır [76]. Maya proteinlerinin sindirim ve emilimleri %80-90 arasındadır. Ayrıca Lizin aminoasit miktarı oldukça yüksektir [77].

1.4. Organizmaların Biyokimyasal Özellikleri

Böceklerin, yaşama ve üreme faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için, belirli miktarlarda karbonhidrat, protein ve lipide ihtiyaçları vardır [78, 79]. Bu gereksinim büyük oranda alınan besinlerden karşılanmaktadır. Gerekli besinler, larva ve pupa evresinde depolanabilir veya erginler tarafından ilişkili öncül maddelerin dışarıdan alınmasıyla sentezlenebilir [80].

Böceklerde protein, lipit ve karbonhidrat metabolizması için vücuda alınan besin maddelerinin miktarına, cinsiyet [81, 82], yaş [83-85], gelişim evreleri [86, 88], diyapoz [88], besin kalite ve miktarı [78, 79, 83, 89-91], mevsimsel durum [82, 92], sıcaklık [93, 94], fotoperiyot [95], eşeyssel aktivite [96] ve insektisit uygulamaları [97] gibi birçok faktör etki etmektedir.

Böcekler yağ doku, lipit, protein, glikojen ve serbest karbonhidratlar gibi enerjice zengin molekülleri sentezler ve depolarlar. Bu maddelerden lipit ve proteinler yağ dokunun en büyük bileşenleridir [98]. Lipitler, böceklerde yumurta üretiminde ve böceğin enerji ihtiyaçlarını gidermede kullanılmaktadır. Lipitlerin dişilerde yüksek yumurta verimi için çok gerekli olduğu, buna karşılık erkeklerde de eşey feromonlarının üretiminde kullanıldığı saptanmıştır [99, 100]. Ergin dönem süresince kullanılan lipit ihtiyacı, ergin öncesi gelişim süresince depolanan lipitlerden, besinle alınan lipitlerden ya da lipogenesis ile yeni sentezlenen lipitlerden karşılanır [99].

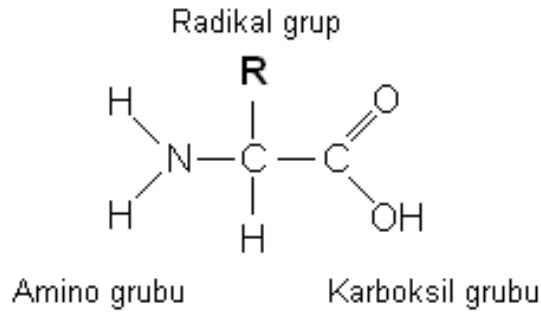
Yağ hücrelerindeki protein yeni deri oluşumunda ve yumurta oluşumunda (yumurtanın besin dokusunu oluşturmak için) hemolenfe verilmeye başlanır. Özellikle yeni prokutikulanın protein yığılmasını sağlar. Erginlerde madde gereksinimi çoğunlukla daha değişiktir. Bu nedenle metamorfoz sırasında yağ doku genellikle değişime uğramaktadır. Böceklerde yağların ve proteinlerin sentezlenme ve yıkılma tepkimeleri yüksek organizasyonlu canlılarda olduğu gibidir [101].

Çalışmamızda, Chironomidae larvalarının vitamin (A, D, E, K vitamini), sterol, yağ asidi, total protein, glutatyon ve lipit peroksidasyon (MDA) analizleri yapılmıştır.

1.4.1. Proteinler

Proteinler, hücrenin yapısında yer alan en önemli organik bileşiklerdendir. Canlılık olaylarının sürdürülmesi için kesinlikle gereklidir. Hücrelerde yapı malzemesi olarak ve metabolizma faaliyetlerinin sürdürülmesinde görev alırlar. Büyük molekülü olan bu bileşikler, hücre zarının, organellerin, enzimlerin, antikorların ve hormonların yapısını oluşturmaktadır.

Proteinler, diğer organik bileşiklerden farklı olarak karbon, hidrojen ve oksijenin yanında daima azot elementini bulundundur. Proteinlerin yapı taşları aminoasitlerdir. Bir aminoasidin yapısında bir amino grubu (NH_2), bir karboksil grubu ($-\text{COOH}$) ve R ile gösterilen bir yan grup (radikal grup) vardır (Şekil 1). R grubunun farklı olması aminoasitlerin çeşitliliğini sağlar [102-104].



Şekil 1. Proteinin genel yapısı

Aminoasitler birbirleriyle, önce gelen aminoasidin karboksil grubu, sonra gelen aminoasidin amino grubuna 1 mol su çıkacak şekilde bağlanır. Bu şekilde kurulan bağa peptit bağı denir. Çok sayıda aminoasidin birleşmesiyle polipeptit oluşur. Doğada protein sentezinde görevli 20 çeşit aminoasit vardır. Proteinlerin özellikleri, içerdikleri aminoasitlerin sayısına, çeşidine ve polipeptit zincirinde sıralanışlarına bağlıdır. Aminoasitlerin sıralanışı kalıtsal olarak DNA tarafından belirlenir. İnsan vücudu tarafından sentezlenemeyen aminoasitlere esansiyel aminoasitler denir [102-104].

Proteinlerin, yapısal, savunma, depo ve taşıma gibi çeşitli görevleri vardır. Chironomidlerin kanında oksijen taşımayla görevli taşıyıcı protein olan hemoglobin bulunmaktadır. Hemoglobin, eritrositlerin içerisinde bulunur. Oksijeni +2 değerlikli demir içeren hem molekülü ile bağlamaktadır. Böceklerde prokutikula, kitin ve proteinden

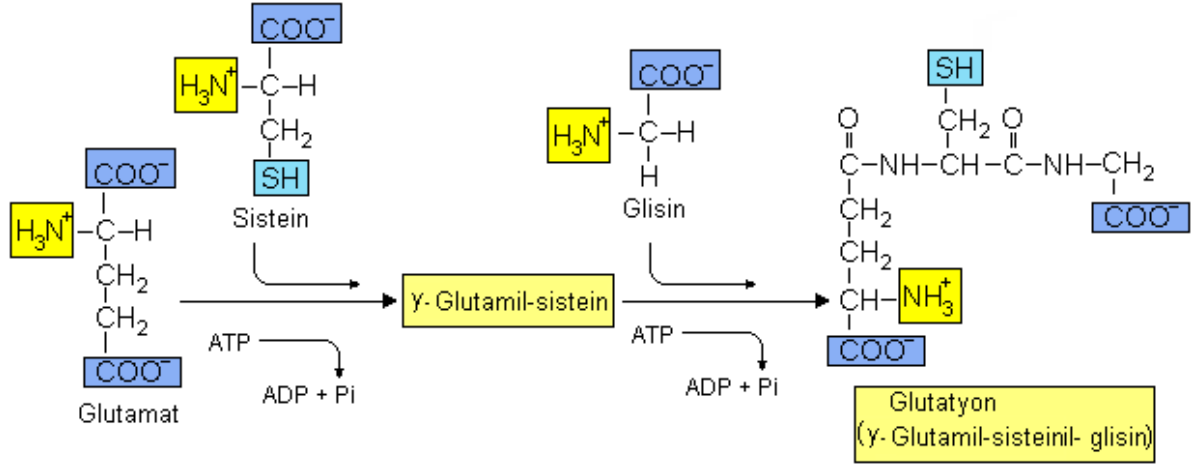
oluşan kompleks bir glikoprotein yapıdadır. Yine böcek dış iskeletinde yapısal olarak görev yapan sklerotin denen protein de bulunmaktadır [105, 106].

1.4.2. Glutasyon

Glutasyon (GSH), L-sistein, L-glutamat ve L-glisin aminoasitlerinden oluşan bir tripeptiddir. Hücrelerde suda çözünebilir formlarda bulunan, düşük molekül ağırlıklı antioksidan bir moleküldür. Glutamat ile sistein aminoasitleri arasında γ -peptid bağı bulunmakta ve bu bağ GSH'ı peptidazların hidrolitik etkilerinden korumaktadır. Glutasyon genellikle tüm hücrelerde milimolar (mM) düzeylerde bulunmakta ve hücre içi GSH değişimi hücre tipine bağlı olarak 0,5-10 mM arasında değişmektedir [107, 108].

Glutasyon, serbest radikallerin yıkıcı etkilerini önleyen veya azaltan transferazlar, peroksidazlar gibi birçok enzimin substratı olarak görev yapmaktadır. Suda çözünebilen bir tiyol olan ve birçok hücrede çok yüksek konsantrasyonlarda bulunan glutasyon, biyolojik membranları lipid peroksidasyonuna karşı korumaktadır. Bu koruma enzimatik olarak gerçekleşmektedir [109]. Glutasyon aynı zamanda hücre içinde tekli oksijen ($O_2^{\bullet}$), süperoksit anyonu ($O^{\bullet 2-}$), hidroksil ($OH^{\bullet}$) radikalleri gibi birçok zararlı oksidanla enzim katalizi olmaksızın da reaksiyona girmektedir [110].

GSH'ın sentez reaksiyonları iki basamakta gerçekleşmektedir. Birinci basamakta, γ -glutamilsistein sentetaz enzimi GSH'ın Glutamat ve Sisteinden, γ -glutamilsisteinin oluşumunu katalizlemektedir. İkinci basamakta ise, Glutasyon sentetaz, Glisin ve γ -glutamil-sisteinden Glutasyonu oluşturmaktadır (Şekil 2). GSH negatif feed-back ile glutamilsistein oluşum hızını ve böylelikle kendi sentezini de denetler. Bu sentezde bir molekül GSH için 2 molekül ATP'nin hidrolizi gerekir [111, 112].



Şekil 2. Glutasyon'un (GSH) yapısı; L-γ-glutamil-L-sisteinilglisin

Glutasyon bütün canlı hücrelerin temel bileşiklerinden biridir. Glutasyonun en önemli özelliği indirgeyici özelliğidir. Bu özellik yapısındaki sistein aminoasidi tarafından sağlanan sülfhidril (tiyol) grubu vasıtasıyla gösterilir. Dokularda indirgenmiş (redükte) ve yükseltgenmiş (okside) olmak üzere iki şekilde bulunur. İndirgenmiş (redükte) glutasyon GSH şeklinde, yükseltgenmiş (okside) glutasyon ise GSSG şeklinde gösterilir. Hücrelerde, total glutasyonun %95'i GSH, kalan %5'lik kısmı ise okside glutasyon (GSSG) şeklinde bulunur. Glutasyon, bir bileşiği indirgediğinde kendisi oksitlenmektedir (Şekil 3) [112].

İndirgenmiş glutasyon (GSH) içerdiği tiyol grubu aracılığı ile hücre içinde redoks potansiyeli yüksek bir ortam sağlayarak, hücreyi oksidatif hasarlara karşı korumaktadır. Glutasyon peroksidaz (GPx) isimli enzimin kofaktörlüğünü yaparak, hidrojen peroksidi metabolize etmektedir. GSH'nın, DNA ve protein sentezi, enzim aktivitelerinin düzenlenmesi, hücre içi ve dışı transport gibi hücresel fonksiyonları bulunmaktadır. Ayrıca antioksidan olarak da hücre savunmasında görev yapmaktadır [113-118].

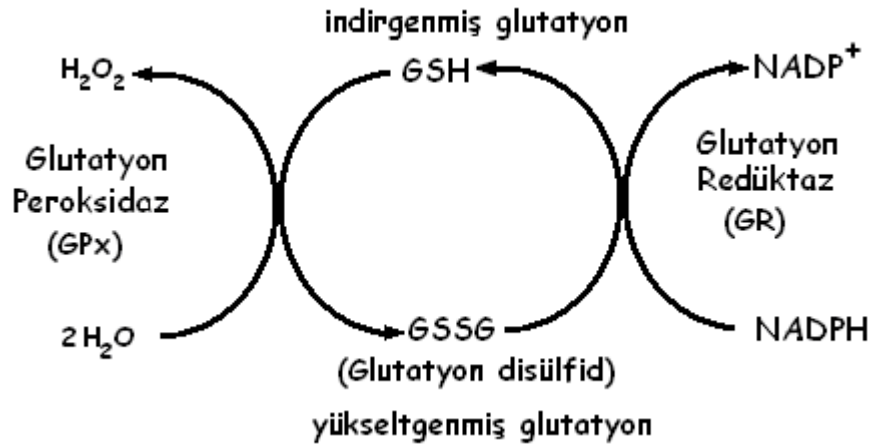
Chironomidae larvaları kanlarında hemoglobin molekülünü taşımaktadır. Bu molekül de yapısında Fe elementini bulundurmaktadır. Glutasyonun bu canlılar için önemli olan bir özelliği de, hidrojen peroksidi etkisiz hale getirmesidir. Bu olay kısaca şöyle gerçekleşmektedir: Oksijen, bulunduğu ortamdaki moleküllerden tek değerli elektronlar alabilmekte ve stabil (kararlı) olmayan moleküllerin meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bunlardan biri de hidrojen peroksittir (H_2O_2). Bu molekül hücre zarından kolayca geçerek hücreye yayılmaktadır. Burada bulunan kırmızı kan hücrelerindeki (hemoglobin) iki değerli demir (Fe^{+2}) iyonlarıyla reaksiyona girmektedir. Bu sırada Fe^{+2} iyonları Fe^{+3} iyonlarına yükseltgenerek hemoglobin Met hemoglobine dönüşmektedir. Hemoglobin bu

hâliyle oksijen bağlama kabiliyetini kaybetmekte ve oksijen taşıma vazifesini yapamamaktadır.

$\text{Fe}^{+2} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{+3} + \text{OH}^\bullet + \text{}^\bullet\text{OH}$ şeklinde meydana gelen bu reaksiyonla aynı zamanda hidroksil radikali ($\text{OH}^\bullet$) de açığa çıkmaktadır. Bu molekül oldukça aktif bir moleküldür. Hücrede otokatalitik olarak zincir reaksiyonlarına yol açmakta ve hücrede çok sayıda radikal moleküllerin oluşmasına sebep olmaktadır. Glutasyon, hücrede hidrojen peroksit (H_2O_2) meydana gelir gelmez onu su (H_2O) molekülüne dönüştürerek kandaki +2 değerli demiri koruma görevi yapmaktadır.

Bu reaksiyon $2\text{GSH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{GSSG} + 2\text{H}_2\text{O}$ şeklinde gerçekleşmektedir. Bu reaksiyon sırasında glutasyon molekülünün -SH grubundaki hidrojenleri, hidrojen peroksitde aktararak kendisi yükseltgenirken, hidrojen peroksit de suya indirgenmektedir. Hücre içinde bulunan enzimlerden glutasyon redüktaz ile yükseltgenmiş olan glutasyon (GSSG) molekülü yeniden eski haline (GSH) dönüştürmektedir [119-121].

Vücutta oluşan toksik peroksitlerin etkisizleştirilmesini sağlayan reaksiyonu glutasyon peroksidaz katalizler. Bu reaksiyon sonucunda oluşan yükseltgenmiş glutasyon, glutasyon redüktaz etkisiyle indirgenir ve tekrar kullanılabilir hale gelir (Şekil 3).



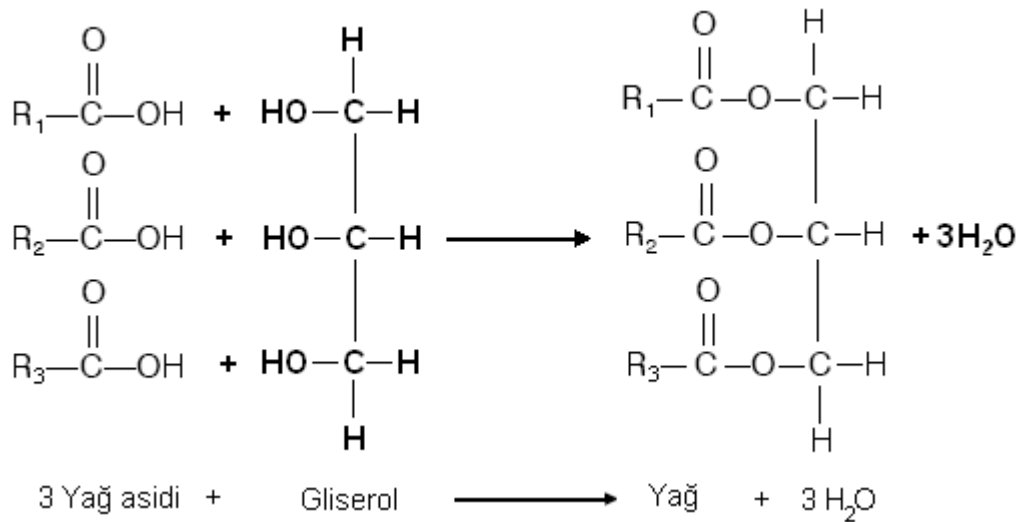
Şekil 3. GSH-GSSG döngüsü

1.4.3. Yağlar (Lipitler)

Yapılarında karbon, hidrojen ve oksijen elementlerini içeren organik bileşiklerdir. Suda çözünmezler. Bu nedenle yağların sindirimi oldukça uzun zaman alır. Yağlar, diğer organik bileşiklere göre daha fazla hidrojen atomu kapsadıkları için en yüksek enerji veren organik bileşiklerdir [122].

Çeşitli moleküllerle bileşik oluşturarak hücre zarının yapısına katılması (fosfolipit, glikolipit vb.), yedek besin deposu olarak görev yapması, vücudu mekanik etkilere karşı koruması, oksijenli solunumda enerji elde etmek için parçalandıklarında bol miktarda metabolik su açığa çıkarması ve hayvanlarda deri altında vücut ısını koruması gibi özellikleri bakımından önemli organik bileşiklerdir [122].

Yağlar, yağ asidi ve gliserolün birleşmesiyle oluşmaktadır. Yağ asitleri uzun bir karbon zincirinden oluşmuştur. Zincirin bir ucunda karboksil (-COOH) grubu bulunur. Gliserol molekülüne bazen gliserin de denir. Her biri bir hidroksil grubu taşıyan üç karbonlu bir iskelete sahiptir. Yağ molekülünün çeşidi taşıdığı yağ asitleriyle belirlenmektedir, çünkü gliserol molekülü tüm yağ çeşitlerinde aynıdır. Üç molekül yağ asidinin bir molekül gliserolle ester bağları aracılığıyla birleşmesinden yağlar oluşmaktadır (Şekil 4). Yağların oksidasyonu sonucunda da malondialdehit denen bileşikler oluşmaktadır [122].



Şekil 4. Yağ sentez reaksiyonu (R₁, R₂, R₃ yağ asitlerinin uzun karbon zincirlerini simgeler)

1.4.3.1. Yağ Asitleri

Yağ asitleri genellikle uzun zincirli karboksilik asitlerdir. Düz zincirli, çift karbon sayılı moleküller olup doymuş (*saturated*) ve doymamış (*unsaturated*) yağ asitleri olmak üzere 2 grup altında incelenirler. Doymuş yağ asitleri, karbon-karbon atomları arasında tek bir kovalent bağdan (-C-C-) oluşan ve oda sıcaklığında genelde katı olan yağ asitleri doymuş yağ asitleri olarak adlandırılır. Bu tip yağ asitleri karbonhidrat metabolizması ile oluşan moleküllerden sentez edilebilir, 2 C'ludan 24 C'luya kadar bulunabilirler. Doymuş yağ asitlerinde karbon atomlarının hepsi hidrojenlerle doyurulmuştur. Hayvansal kaynaklı yağ asitleri doymuş yağlardır. Yağ asitleri tam okside edildiklerinde karbonhidrat ve proteinlere göre daha fazla enerji verirler. Bunun sebebi yağ asitlerinin daha fazla indirgenmiş olmasıdır [123-125].

Doymamış yağ asitleri, karbon zinciri üzerinde çeşitli konumlarda, karbon-karbon arasında bir veya daha fazla kovalent çift bağ içeren yağ asitleri doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilir. Yapılarındaki çift bağlar nedeniyle, doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine göre daha reaktiftir. Bu reaktivite yağ asidi zincirindeki çift bağ sayısına göre artmaktadır [124].

Canlılarda iki farklı yağ asidi metabolizması olmaktadır. Bunlardan ilki, karbonhidrat ve aminoasit öncüllerinden *de novo* olarak sentezlenen palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, eikosenoik, dokosanoik ve lignoserik asit ile nervonik asitlerdir. Bunlar doku fosfolipidlerinde ve depo lipitlerinde yer almaktadır. İkincisi ise linoleik (18:2 n-6) ve linolenik asitler (18:3 n-3) ile başlayan esansiyel yağ asidi metabolizması olarak bilinir. Çünkü bu metabolizmanın başlaması için gerekli olan linoleik (18:2 n-6) ve linoleik asit (18:3 n-3), özellikle karasal ortamda yaşayan organizmalar için Δ^{-12} desaturaz ve Δ^{-15} desaturaz enzimleri bulunmadığı için *de novo* olarak sentezlenemezler, ancak besin yoluyla vücuda alınması gerekmektedir [126-128].

Esansiyel yağ asitleri (linoleik, linolenik ve araşidonik asit), yapılarında çift bağ içeren ve vücutta sentezlenmeyip, besinlerle dışarıdan alınan yağ asitleridir (Tablo 1). Hayvanlar için esansiyel öneme sahiptirler. Eksikliklerinde deri epitel hücrelerinde bozukluklar, gelişmede yavaşlama, verim düşüklüğü ve kısırılık görülmektedir. Böceklerde linoleik asit eksikliği kanat bozukluklarına neden olmaktadır. Ayrıca mumların,

feromonların ve çoklu doymamış yağ asitlerinden bazı hormonların (eikosanoid) biyosentezinde öncü rol oynamaktadır [129].

Yağ asitlerinin, tüm organizmalarda birçok biyolojik fonksiyonları vardır. Hücre ve organel zarlarının yapısına girerler, biyolojik enerji için depo ve transfer maddesi olarak kullanılırlar [129]. Besinlerle alınan karbonhidratlar glikolitik yolda ve sitrik asit döngüsünde yıkılmakta ve enerji elde edilmektedir. Karbonhidratların çok az bir kısmı glikojen olarak depo edilirken büyük kısmı asetil-CoA' ya dönüştürülerek yağ asidi sentezinde kullanılmaktadır. Yağ asitleri de triaçilgliserollere dönüşerek yağ dokularında kullanılmaktadır [130].

Biyolojik membranlardaki yağ asidi kompozisyonunu özellikle çoklu doymamış yağ asitleri içermekte olup, membran proteinlerinin fonksiyonları (reseptörler, iyon kanalları, enzimler, taşıyıcılar), membran kalınlığı ve akışkanlık gibi membran özelliklerini etkilemektedir. 20 karbonlu eikosatrienoik asit (20:3 n-6), araşidonik asit (20:4 n-6), eikosapentaenoik asit (20:5 n-3) gibi yağ asitleri eikosanoid sentezi için substrat oluşturmaktadır [131].

Böcekler yüksek yapılı hayvanlar gibi doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini benzer sentez yoluyla sentezleyebilmektedir [132]. Böceğin yaşı, cinsiyeti, sıcaklık, ergin beslenmesi ve aktivitenin süresi gibi biyolojik faktörler yağ asidi bileşimini etkilemektedir [133]. Böceklerin yağ rezervlerinin bir kısmı bitkisel yağların asimilasyonu ile bir kısmı da besinde bulunan karbonhidratlardan sentezlenerek karşılanmaktadır [134]. Böceklerin kalitatif yağ asidi içeriği birbirine benzerse de kantitatif bakımdan bazı istisnalar vardır. Örneğin Diptera'da palmitoleik asit (%40) diğer böcek gruplarına oranla yağ asidi profilinde anormal derecede yüksek miktarda bulunmuştur [135, 136].

Tablo 1. Bazı yağ asitlerinin kimyasal yapısı

Yağ Asidi	Karbon İskeleti	Yapı Formülü
Palmitoleik Asit	C 16:1 ω 7	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Oleik Asit	C 18:1 ω 9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linoleik Asit	C 18:2 ω 6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linolenik Asit	C 18:3 ω 9	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Araşidonik Asit	C 20:4 ω 6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$

1.4.3.2. Lipit peroksidasyonu ve Malondialdehit (MDA)

Lipit peroksidasyon olayı başlıca doymamış yağ asitlerinin moleküler oksijen veya diğer reaktif oksijen türleriyle meydana getirdiği bir serbest radikal reaksiyonudur. Bu olay sonunda yağ asidi zincirinden H^+ atomları koparılır ve bu şekilde yağ asidi zinciri bozularak lipit peroksit moleküllerinin oluşumuna neden olur. Yağ asidi zinciri doymamış çift bağ içeriyorsa çift bağ sayısı fazla ise, hidrojen atomlarının koparılması kolaylaşır ve peroksitlerin miktarı artar. Bundan dolayı özellikle hücre zarı ve organellerin yapısında yüksek miktarda bulunan doymamış yağ asitleri reaktif oksijen moleküllerinin ilk tercihleri arasında yer almaktadır [137].

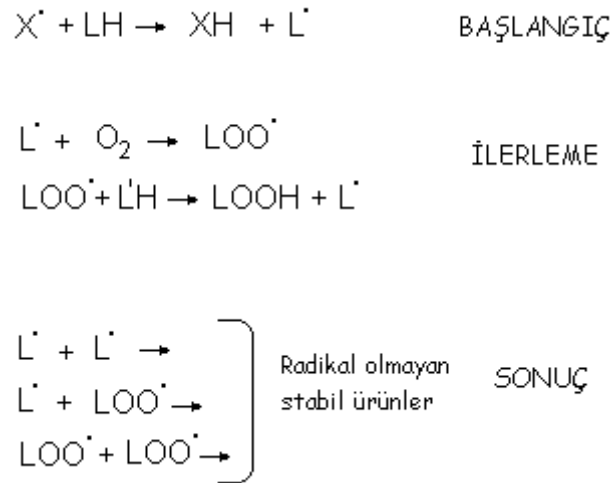
MDA (Malondialdehit), biyolojik sistemde lipitlerin oksidasyonu sonucunda oluşmaktadır. MDA ölçümü ile lipit peroksidasyonu (LPO) değerlendirilmesi yapılmaktadır. Lipit peroksidasyonunda, hücre membranındaki doymamış yağ asitleri, serbest oksijen radikalleri tarafından alkoller, aldehitler, hidroksi yağ asitleri, etan ve pentan gibi çeşitli ürünlere yıkılmaktadır. Bu doymamış yağ asitleri; linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit ve oleik asittir. Serbest radikaller özellikleri nedeniyle, lipitler, proteinler ve nükleik asitler ile etkileşerek hücreye zarar verirler. Çeşitli patolojik durumlar sırasında birçok hücre tipinde oksijenin redüksiyonundan oluşan türlerin üretimiyle oksidatif stres meydana gelir. Bunun sonucunda hücre yapısındaki lipitlerde bozulmalar olmaktadır [138]. LPO reaksiyonu ya toplayıcı antioksidan reaksiyonlarla sonlandırılır veya otokatalitik yayılma reaksiyonları ile devam etmektedir [139, 140].

Lipit peroksidasyonu, Şekil 5'te gösterildiği gibi, başlangıç, ilerleme ve sonuç aşamalarından oluşmaktadır. Peroksidasyonun başlangıç aşamasında, başlatıcı bir radikal ($X^{\cdot}$) ile yağ asidi (LH) substratının reaksiyonu sonucu H atomu transferi yoluyla bir lipit radikali ($L^{\cdot}$) oluşmaktadır [141]. Yani allil grubundan ($CH_2-CH=CH-CH_2$) bir hidrojenin ayrılması ve aktif radikal oluşmasıdır. Hidrojen öncelikle çift bağın bitişiğindeki C atomundan ayrılmaktadır [142].

İlerleme aşamasında, oluşan $L^{\cdot}$ radikale oksijen eklenmesiyle peroksi radikali ($LOO^{\cdot}$) meydana gelmekte ve bu peroksi radikali, diğer bir yağ asidi ($L'H$) molekülünden ayrılan bir hidrojen atomu ile birleşerek tekrar hidroperoksitlere ve yeni lipit radikallerine dönüşmektedir [141]. Burada, peroksit oluşumu için yağ molekülü oksijen bağlamakta ve

bu oksijenin çözülmüş formda bulunması gerekmektedir. Hidroperoksit oluşumu için ise peroksit, hidrojen bağlamaktadır. Bu hidrojen diğer bir yağ molekülünden alındığı için, o yağ molekülünde de aktif radikal oluşmakta ve böylece olay otokatalitik bir nitelik kazanmaktadır [142].

Sonuç aşamasında ise oluşan radikaller birbiriyle reaksiyona girerek radikal olmayan ester, eter, aldehit, keton ve alkol gibi stabil bozunma ürünlerine dönüşmektedir [140]. Bu basamağı bakır, demir, kobalt gibi iyonlar hızlandırmaktadır. Peroksit sayısı, yağda peroksit formunda bağlı oksijen miktarını göstermektedir ve oksidasyon düzeyi hakkında fikir vermektedir. Ancak oksidasyon düzeyinin belirlenmesinde, ayrıca üçüncü basamakta peroksit ve hidroperoksitlerden oluşan karbonilli bileşik miktarının da (karbonil sayısı, aldehit sayısı, TBA sayısı gibi) dikkate alınması gereklidir. LPO sonucunda ortaya çıkan çeşitli aldehitlerden en iyi bilinenleri MDA (Malondialdehit)'dir [142].



Şekil 5. Lipit peroksidasyonu

1.4.3.3. Steroller

Fitosteroller triterpen familyasındadırlar. Triterpenler 100 farklı fitosterol ve 4000'den fazla diğer tip triterpenler içermektedir. Triterpenler bitki hücre zarının önemli yapısal bileşenleridir [143, 144]. Steroller, asetil koenzim-A'dan sentezlenen amfipatik lipidler olup, hem hayvansal hem de bitkisel yağlarda bulunmaktadır [122].

Steroller; hücre zarı için çok gerekli bileşenlerdir ve hem hayvan hem de bitkiler tarafından üretilmektedir. Doğal olarak; bitkisel yağlar, yağlı tohumlar, bitki tohumları, tahıllar ve tanelerde bulunmaktadır. Bitkilerde en çok bulunan steroller; en başta β -sitosterol (%80 olmak üzere), stigmasterol, kampesterol ve ergosteroldür. Hayvansal kaynaklı yağlarda bulunan steroller ise kolesterol, kaprosterol ve allosteroldür [145].

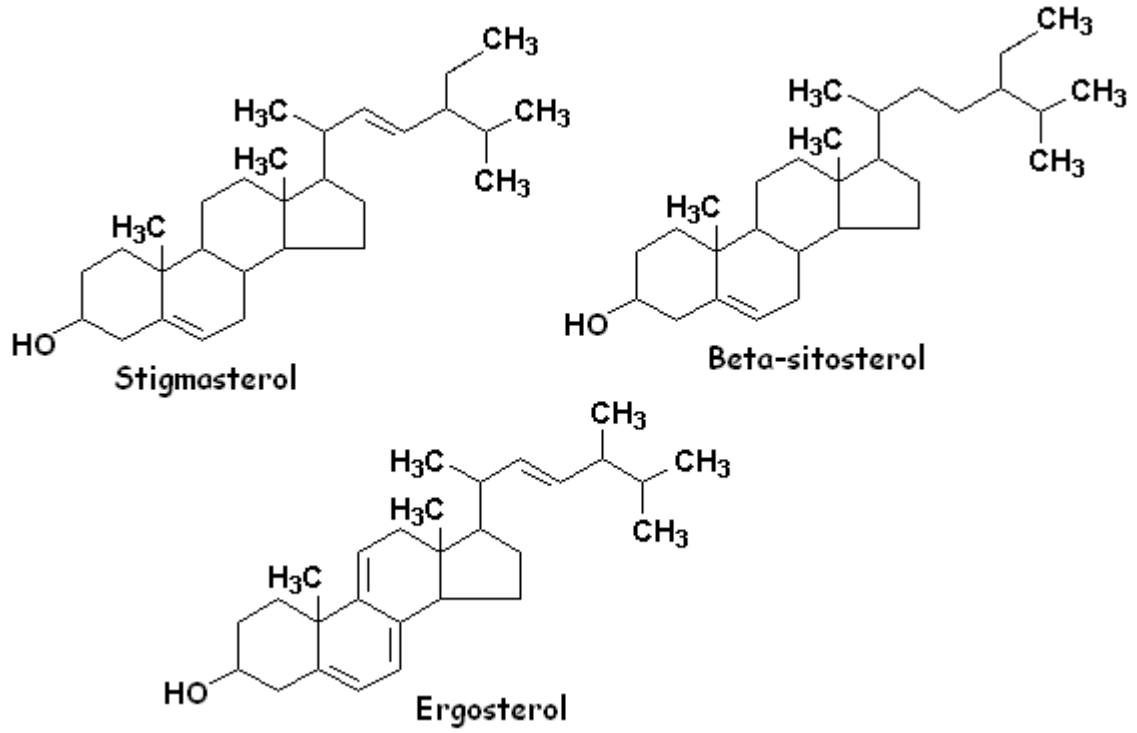
Sterollerin yağlardaki karakteristik özelliklerinden dolayı, fitosteroller genellikle karışık yağların değerlendirilmesinde belirleyici olarak kullanılmaktadır [146].

1.4.3.3.1. Fitosteroller

Fitosteroller doğada serbest halde veya yağ asitleri, fenolik asitler veya glikosidlerle esterleşmiş hallerde bulunurlar [147]. Fitosteroller 28 veya 29 C'lu sterollerdir. Hayvansal bir sterol olan kolesterol ise 27 C'ludur. Kolesterolde yan zincir 8 C'lu iken çoğu fitosterol 9–10 C'lu yan zincire sahiptir. Kimyasal olarak fitosteroller kolesterolle aynı temel yapıya sahiptir. Örneğin, stigmasterol ($C_{29}H_{48}O$) ile kolesterol ($C_{27}H_{46}O$) yapısal olarak karşılaştırıldığında, stigmasterol yapısında farklı olarak yan zincirde fazladan bir etil grubu ve bir çift bağ vardır [148].

Genel olarak bitkisel sterol olarak adlandırılan fitosteroller yapı olarak kolesterole benzediklerinden, bağırsak emilimi için diyet ve safra kolesterolü ile yarışarak LDL-kolesterol düzeylerinin düşürülmesini sağlarlar [145].

Fitosterollerin tanımlanmasında karbon 4'deki metil grubu esas alınmaktadır. Buna göre karbon 4'de bir metil grubu içerenler 4- monometilsteroller, 2 metil grubu içerenler 4-dimetilsteroller ve hiç metil grubu içermeyenler 4-desmetilsteroller olarak adlandırılır. β -sitosterol ve stigmasterol 29 karbonlu 4-desmetilsteroller grubunda, kampesterol ve ergosterol ise 28 karbonlu 4-desmetilsteroller grubunda yer almaktadır [149]. β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol ve ergosterol bitki sterollerinin çoğunluğunu oluşturur ve bunların her biri sterol çekirdeğinin B-halkasında, C 5-6'da çift bağ içerirler [150] (Şekil 6).



Şekil 6. Fitosterollerin kimyasal yapısı

1.4.3.3.2. Kolesterol

Kolesterol, hücre zarında bulunan bir lipittir. Hücre zarının ve hücre zarındaki lipoproteinlerinin yapıtaşlarından biridir. Kolesterol, sadece hayvansal yağlarda bulunmaktadır. Adrenal korteks ve eşey hormonlarının, D vitamininin, yağların sindiriminde görevli safra asitlerinin öncül maddesi olarak görev yapmaktadır. Bu işlemler için kanda çok az miktarda kolesterol bulunması yeterlidir. Eğer kanda fazla miktarda kolesterol varsa, bu kan damarlarında birikerek kan damarlarının sertleşmesine ve daralmasına (arteriyoskleroz) yol açar [151, 152] (Şekil 7).

Kolesterol kan içinde lipoproteinlerle taşınmaktadır. Yoğunluklarına değişik tipte lipoproteinler vardır:

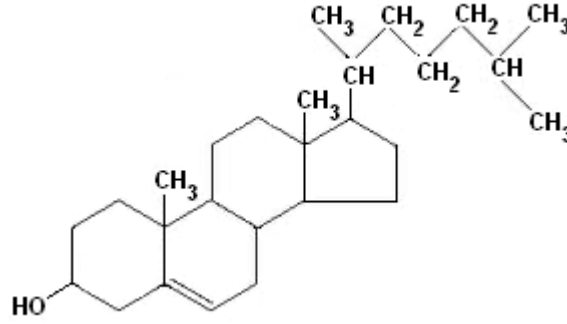
Şilomikronlar: En büyük yoğunluktaki lipoproteinlerdir. %98-99 lipit ve %1-2 protein içermektedir.

Yüksek yoğunluklu lipoproteinler (HDL; High Density Lipoprotein = α lipoprotein): İyi huylu kolesterol olarak bilinmektedir. Lipit oranı, 1,21-1,25g/ml

Düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL; Low Density Lipoprotein, = β lipoprotein): Kötü huylu kolesterol olarak bilinmektedir. Lipit oranı, 1,019-1,063g/ml

Orta yoğunluklu lipoproteinler (IDL; Intermediate Density Lipoprotein): Lipit oranı 1,006-1,019g/ml

Çok düşük yoğunluklu lipoproteinler (VLDL; Very Low Density Lipoprotein = pre β lipoprotein): Lipit oranı, 0,95-1,006g/ml [151,152].



Şekil 7. Kolesterolün kimyasal yapısı

1.4.4.Vitaminler

Genel olarak basit organik bileşiklerdir. Sindirime uğramazlar ve enerji elde etmek amacıyla kullanılmazlar. Büyük bölümü, biyokimyasal reaksiyonları katalizleyen enzimlerin yapısına katılarak enzimlerin koenzim kısımlarını oluştururlar.

Vitaminler, vücudun normal fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olan organik maddelerdir. Kalori içermezler. Vücutta sentezlenmeleri azdır ya da hiç sentezlenmezler. Bu nedenle dışarıdan besinler yoluyla temin edilirler. Vücudun vitamin ihtiyacı mg gibi küçük değerlerdedir [153].

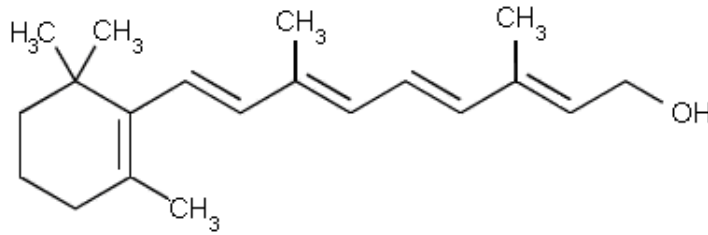
Vitaminler gerekli miktarların altında alındıklarına metabolizma faaliyetlerinde bozukluklar meydana gelir. Hastalıklara karşı bağışıklık sisteminin dirençli olunmasını sağlar. Yağda ve suda eriyen vitaminler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. A, D, E ve K vitaminleri yağda eriyen, B grubu ve C vitaminleri suda eriyen vitaminlerdir [153].

Çalışmamızda, Chironomidae larvalarının beslenmesinde, yağda eriyen A, D, E ve K vitaminlerinin analizleri yapılmıştır.

1.4.4.1. A Vitamini

A vitamini hayvansal ve bitkisel kaynaklı olarak iki farklı şekilde meydana gelen yağda eriyen bir vitamindir. Bunlardan ilki, hayvansal kaynaklı gıdalarda bulunan retinol, retinoik asid ve retinaldir. Retinol, A vitamininin tüm aktivitesini gösterirken, diğerleri, A vitamininin fonksiyonlarından bazılarını yerine getirirler. Diğer, β -karoten olarak bilinen pro-vitamin şeklindedir. Bitkilerde A vitaminini, karbon zincirlerinin aldehit ucunda 2 molekül retinalin birleşmesinden ibaret olan, sarı renkli, β -karoten formunda provitamin olarak bulunur. Vitamin A kaynağı olarak etkinliği retinolden azdır [153] (Şekil 8).

A vitamini, epitel hücrelerinin ve enfeksiyonlara karşı derinin korunmasında etkilidir. Retinoid ve karotenlerin antikanserojen etkileri vardır. Ayrıca, dokuların bakım ve onarımı, yeni hücrelerin gelişmesi ve vücudun büyümesi için gereklidir. Yağ depolanmasına yardımcı olur ve antioksidan olarak da faaliyet yapar. Vücut açısından bir diğer önemi de proteinlerin A vitamini olmadan kullanılamamasıdır [153, 154].

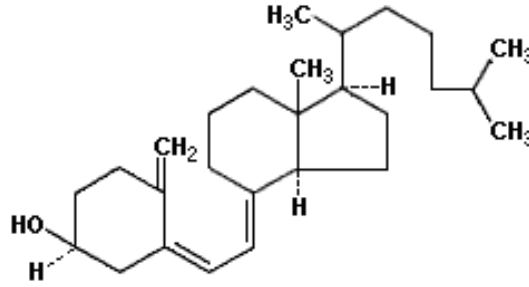


Şekil 8. A vitamininin kimyasal yapısı

1.4.4.2. D Vitamini

D vitamini steroid bir prohormondur. Kalsiyum ve fosforun sindirim yollarında emilimi ve depo edilmesi için gerekli bir vitamindir. D vitamininin ön maddesi (provitaminD) bitkisel ve hayvansal besinlerle vücuda alınmaktadır. D vitamini güneş ışınlarının UV ışınlarının etkisiyle ergosterol (bitki) ve 7-dehidrokolesterol provitaminlerinden oluşmaktadır. Güneşin ultraviyole ışınları her iki bileşiğin B halkasını parçalamakta ve böylece ergokalsiferol (D₂ vitamini) ve kolekalsiferol (D₃ vitamini) oluşmaktadır [153, 155] (Şekil 9).

D₂ (ergokalsiferol) ve D₃ (kolekalsiferol) vitaminlerinin moleköl yapısı steroidlerle aynıdır. D₂'nin kaynağı deridir. Derideki 7-dehidrokolesterol, mor ötesi ışınların etkisiyle vitamin D₃'e dönüşmektedir. D vitamini hayvanlarda yüksek miktarda bulunmaktadır [155].



Şekil 9. D vitamininin kimyasal yapısı

1.4.4.3. E Vitamini

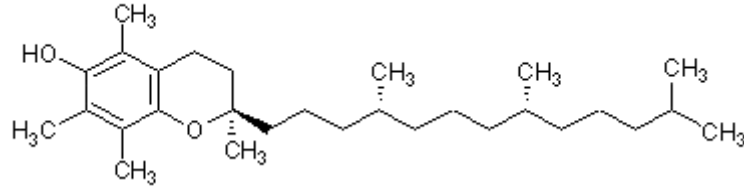
E vitamini yağda çözünen önemli bir antioksidan olup özellikle hücre zarları ve lipoproteinlerde önemli antioksidan işlevler görmektedir. A vitamini ile birlikte büyümede etkilidir. E vitamini sinir sisteminin, kasların, hipofiz gibi endokrin bezlerin ve üreme organlarının fonksiyonları için önemlidir. Ayrıca nükleik asit metabolizması, askorbik asit sentezi ve kükürtlü aminoasit metabolizmasında rol oynar. Mitokondrilerdeki lipidin oksidatif parçalanmasını önleyen Vitamin E keratin fosfat, adenosin trifosfat gibi yüksek enerjili fosfat bileşiklerinde fosforilasyon işlevini düzenler [121, 156] (Şekil 10).

Çok güçlü bir antioksidan olan E vitamini, hücre membran fosfolipidlerinde bulunan poliansatüre yağ asitlerinin serbest radikal etkisinden koruyan ilk savunma hattını oluşturmaktadır. Bir moleköl alfa-tokoferol 100 moleköl PUFA'nın (poliansatüre yağ asidi) peroksidasyonunu engellemektedir. E vitamini süperoksit, hidroksil ve lipit peroksi radikali ile singlet oksijeni indirgemektedir. Glutasyon peroksidaz ile E vitamini serbest radikallere karşı birbirlerinin tamamlayıcı etki gösterirler [157].

E vitamini doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu azaltarak hücre zarı oluşumuna yardımcı olmaktadır. Lipit zarlarının ve doymamış yağ asitlerinin oksijenin etkisiyle yıkılmasını önlemektedir. Enzim sistemleri ve DNA'nın dayanıklılığını artırmaktadır. Oksidasyondan etkilenen A vitamininin biyolojik aktivitesine yardımcı olmaktadır. Anormal hücre bölünmelerini durdurmakta, alyuvar zarlarının parçalanmasını ve

trombositlerin birbirlerine yapışmasını engellemekte ve damar içi pıhtılaşmayı önlemektedir [158].

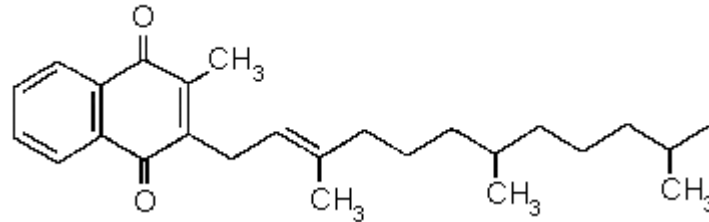
E vitaminin, değişik dört farklı tipi olmasına rağmen, en fazla koruyucu etkiye sahip olanı alfa-tokoferol molekülüdür. Bu molekül antioksidan etkiye sahip birçok enzim ve molekülle birlikte çalışmaktadır [159-163].



Şekil 10. E vitamininin kimyasal yapısı

1.4.4.4. K Vitamini

Kan pıhtılaşmasında görev alan, lipofilik bir vitamindir. Asıl adı Naftakinondur. Doğada K-1 ve K-2 olarak iki şekilde bulunur. K-1 vitamini bitkilerde olan, iki form halinde, Filokinon ve Fitomenadion olarak adlandırılan cinsidir. K-2 ise bağırsaklardaki bakteriler tarafından da üretilen, birçok çeşidi bulunan bir grup Menakinon denen organik bileşenlerdir. Sentetik olarak üretilen cinsine de K-3 Menadion denilir ve doğal olanlardan 2 kat daha güçlüdür. Yağda eriyen bir vitamin olması sebebi ile bağırsaklardan yağlarla emilerek karaciğere gelir. Isıya dayanıklıdır. Alkali, kuvvetli asitler, radyasyon ve okside edici ajanlar tarafından etkisizleşir. Fazla E vitamini alınması, K vitaminin emilimini bozar. Bağırsak bakterilerinin aleyhine olan antibiyotikler K vitamini üretimini engeller [164] (Şekil 11).



Şekil 11. K vitamininin kimyasal yapısı

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Chironomidae Kùltürü

Chironomidae larvaları, Elazığ ilinin 10 km batısında Cip Baraj Gölü yakınlarında bulunan Büyük Çay'dan toplanarak, içerisinde su bulunan plastik şişelerle laboratuvara getirildi. Laboratuvarda öncelikle akvaryum düzeneği hazırlandı. Akvaryuma, otoklavda steril edilmiş kum, deklorinasyon edilmiş su ve hava akımı için havalandırıcı motor konuldu. Araziden getirilen Chironomidae larvalarının ilk gelişimlerini tamamlamaları sağlandı. İlk sinekler uçtuktan sonra, yeni oluşan larvaların türlere göre teşhisleri yapıldı. Öncelikle larvaların morfolojik özellikleri binoküler mikroskop altında incelendi ve daha sonra ilgili kaynağa göre teşhisleri yapıldı [165]. İlk olarak *Chironomus plumosus* larvaları 3 ayrı akvaryuma (her akvaryum için 50 larva) yerleştirildi. 1. akvaryuma *Chlorella vulgaris*, 2. akvaryuma *Scenedesmus acutus* ve 3. akvaryuma ise *Saccharomyces cerevisiae* konularak larvaların gelişimleri sağlandı. Daha sonra sırasıyla *Chironomus anthracinus* ve *Halocladius (H.) fucicola* larvaları üç ayrı akvaryumda *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenerek yetiştirildi. Yetiştirilen chironomidler ergin hale gelmeye başladıktan sonra akvaryumların üzeri kapatılarak, yumurta bırakmaları sağlandı. Daha sonra yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri incelenerek, gelişim süreleri kaydedildi. Bu üç besin ortamında beslenen larvalar petri kutularına alınıp etiketlenerek, biyokimyasal analizler için derin dondurucuda bekletildi (Şekil 12).

Chironomidae türlerinin beslenmesi için *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae*'nin de kùltürleri yapıldı. Beslenme sırasında Chironomidae türlerinin bu canlı gruplarıyla eşit olarak karşılaşmaları sağlandı. Bu amaçla besin olarak kullanılacak canlı grupların hücre yoğunlukları göz önüne alınarak; *Scenedesmus acutus* için 50×10^4 hücre/ml; *Saccharomyces cerevisiae* için 150×10^4 hücre/ml; *Chlorella vulgaris* için 200×10^4 hücre/ml olacak şekilde (1:3:4) oranında besin ortamları oluşturuldu. Daha sonra bu besin ortamları her akvaryum için 1000 ml olacak şekilde düzenlenip Chironomidae türlerinin gelişimleri sağlandı.

Biyokimyasal analizlerde, larvaların yağ asidi, vitamin, sterol, glutatyon, total protein ve lipid peroksidasyon değerleri tespit edildi. Daha sonra bilgisayarda SPSS istatistik programında veriler değerlendirilerek ve gerekli tablo ve grafikler oluşturuldu.



Şekil 12. Chironomidae larvalarının laboratuvar ortamında yetiştirilmesi

2.2. Alg Kültürü

Araştırmada kullanılan *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* türleri Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nden temin edildi. Alg üretilen iklim dolabı türün optimum gelişimini sağlayacak şekilde 25 °C'de 16 L:8 D (~ 800 Lüks, gün ışığı tipi floresans lamba) düzenlendi [62, 166]. Alglerin kültürü için besin ortamı olarak Jaworski besi ortamı [167] kullanıldı (Tablo 2).

Jaworski besi ortamını hazırlamak için, öncelikle gerekli kimyasal maddeler ve vitaminler 200 ml. saf suda çözülerek çözeltiler hazırlandı. Daha sonra her bir çözeltiden 1'er ml alınarak, 1 lt saf suya ilave edildi. Hazırlanan Jaworski çözeltisi, 1000 ml'lik

erlenler içerisinde otoklava bırakıldı. Otoklavdan çıkarılan Jaworski çözeltisi, 50 ve 100 ml'lik cam balonlara alındı.

Besiyeri hazırlandıktan sonra, besin olarak kullanılan fitoplankton türleri (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus*) ilk olarak yatık agarda geliştirildi. Sonra yatık agardan bir öze yardımıyla cam balonlardaki Jaworski besi ortamına aktarıldı. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*'un bulunduğu balonlar iklim dolabına alındı (Şekil 13).

Algler 1 ve 2 litrelik steril balon jojelerde yarı sürekli yetiştiricilik yöntemiyle üretildi. Bu yöntemle göre, her gün üretimin üçte birlik kısmı hasat edilerek alglerin canlılık süreleri korundu. Üretim logaritmik dönemde tutulmaya çalışıldı [168].

Alg kültürleri, günde bir defa karıştırılarak dibe çökmesi engellendi. Böylece alglerin besin maddelerinden eşit olarak yararlanması, ışığın tüm organizmalara ulaşması ve gaz alışverişinin kolaylaşması sağlandı.



Şekil 13. İklim dolabında yetiştirilen *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*

Tablo 2. Çalışmada kullanılan Jaworski besi ortamı

Stok Solüsyonlar	200 ml için (g)
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O (Kalsiyum nitrat tetrahidrat)	4 g
KH ₂ PO ₄ (Potasyum dihidrojen fosfat)	2,48 g
MgSO ₄ .7H ₂ O (Magnezyum sülfat heptahidrat)	10 g
NaHCO ₃ (Sodyum bikarbonat)	3,18 g
H ₃ BO ₃ (Borik asit)	0,496 g
MnCl ₂ .4H ₂ O (Mangan(II) klorür tetrahidrat)	0,278 g
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O (Amonyum heptamolibdat tetrahidrat)	0,2 g
NaNO ₃ (Sodyum nitrat)	16 g
Na ₂ HPO ₄ . 12H ₂ O (Disodyum hidrojenfosfat dodekahidrat)	7,2 g
EDTA FeNa	0,45 g
EDTA Na ₂	0,45 g
Vitamin B ₁₂ (Cyanocobalamin)	0,008 g
Vitamin B ₁ Thiamine HCl	0,008 g
Biotin	0,008 g

2.3. Maya Kültürü

Çalışmada kullanılan *Saccharomyces cerevisiae* Fırat Üniversitesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı'ndan temin edildi. *Saccharomyces cerevisiae*'nin gelişimi için öncelikle besiyeri hazırlandı.

In vitro ortamda yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde özellikle maya ve küflerin kültürlerinin geliştirilmesi için kullanılan sıvı besiyeri olan Malt ekstrakt broth tercih edildi. Bu besiyeri proteince zengin, doğal bir aroma ve renklendiricidir. Biranın fermentasyonu sırasında mayanın beslenmesi için gerekli olan basit şekerleri ve aminoasitleri içermektedir [169].

Besiyeri hazırlamak için Malt Ekstrat Broth'dan 15 gr alınıp 1 lt saf suya ilave edilerek ağzı kapaklı erlen içinde otoklava bırakıldı. Besiyeri otoklavdan çıkarıldıktan sonra, etüvde 25 °C'de 48 saat bekletildi. Daha sonra 50 ve 100 ml'lik ağzı kapalı erlenler içerisine alındı. Mayaların gelişimi sağlandıktan sonra, buzdolabına bırakıldı (Şekil 14).



Şekil 14. Laboratuvarda yetiştirilen *Saccharomyces cerevisiae*

2.4. Biyokimyasal Analizler

Biyokimyasal analizler için öncelikle *Chironomus plumosus*, *Chironomus anthracinus* ve *Halocladus (H.) fucicola* larvalarının ağırlıkları hassas terazide tartıldı ve plastik falcon tüpler içerisine alındı. Öncelikle parçalayıcı tampon hazırlanarak, diğer biyokimyasal işlemler için hazırlık yapıldı.

Parçalayıcı Tampon:

0,42 gr Trisbase

1,43 gr Tris HCl

1,86 gr EDTA

Trisbase, Tris HCl ve EDTA 250 ml saf suda çözülerek Tris tamponu (parçalayıcı tampon) hazırlandı. Larvalar üzerine 3 ml Tris tamponu ilave edilerek homojenizatörde parçalandı. Daha sonra +4 °C'de 5 dk. 5000 rpm'de örnekler santrifüj edildi. Santrifüj sonrası, süpernatant kısım deney tüplerine alınarak total protein, GSH (redükte glutatyon) ve MDA-TBA analizlerinde kullanıldı. Geri kalan homojenat peleti ise yağ asidi, vitamin ve sterollerin analizlerinde kullanılmak üzere 3/2 (v/v) oranında n-hekzan+izopropanol karışımı ile tekrar homojenize edilerek ayrı ayrı deney tüplerine alındı [170]. Analizlerde çeşitli kimyasal maddeler ve çözücüler kullanıldı (Tablo 3).

Çalışmamızda kullanılan yardım alet ve cihazlar; homojenizatör, gaz kromatografisi, HPLC cihazı, etüv, UV spektrofotometre, vorteks, derin dondurucu, hassas terazi, santrifüj cihazı, otoklav, otomatik pipetler, vialler ve deney tüpleridir.

Tablo 3. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler ve organik çözücüler

Tris-base	HCl
Tris-base HCl	NaCl
EDTA (Titriplex III)	2-propanol
2- Thiobarbitürik asit (TBA)	n-bütanol
Sülfosalisilik asit	n-hekzan
Folin (FCR)	Methanol
Asetonitril	Sodyum karbonat (NaCO_3)
Disodyum hidrojen fosfat (Na_2HPO_4)	Sodyum hidroksit (NaOH)
Monopotasyum fosfat (KH_2PO_4)	Potasyum hidroksit (KOH)
Potasyum bikarbonat (KHCO_3)	Albumin
Bakır sülfat çözeltisi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	Yağ asidi standart karışımı
Sülfirik asit (H_2SO_4)	Vitamin standartları
Sodyum sitrat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7$)	Sodyum potasyum tartarat
Butilhidroksitoluen (BHT)	Potasyum klorür (KCl)
1,1,3,3-Tetraethoksiopropan (TEP) MDA standartı	5,5'ditiyobis 2-nitrobenzoik asit (DTNB)

2.4.1. Glutasyon Ölçümü

Örneklerden 1 ml süpernatant kısım alınarak, üzerine 1ml % 10'luk sülfosalisilik asit ilave edilip, 5 dakika +4 °C'de 4500 rpm'de santrifüj edildi. Daha sonra çöken protein kısmı atıldı. Proteinler çöktürüldükten sonra üst süpernatant kısım başka bir deney tüpüne alındı ve GSH miktarını ölçmek için aşağıdaki işlemler yapıldı.

Süpernatant kısım üzerine % 0,03'lük 1 ml DTNB çözeltisi (DTNB + sodyum sitrat) ve 2 ml 0,3 M Na_2HPO_4 çözeltisi ilave edilerek karıştırıldı. 5-10 saniye sonra oluşan

sarı rengin absorbansı 412 nm’de spektrofotometre cihazında ölçüldü. Absorbans değerlerini µg değerlerine dönüştürmek için 20 µg, 40 µg, 60 µg, 80 µg ve 100 µg standart konsantrasyon bulunan değerlerin absorbanslarından kalibrasyon eğrisi oluşturularak hesaplama yapıldı [171].

Glutasyon kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için örneklerdeki GSH miktarı tayini, saf GSH standardından (Merck) hazırlanan kalibrasyon eğrisine göre hesaplandı. Bunun için; saf glutatyondan 10 ml için 0,002 g olacak şekilde hazırlandıktan sonra aşağıdaki şekilde gruplar oluşturuldu:

S1→ 20 µl GSH + 2 ml Na₂HPO₄ + 1 ml DTNB

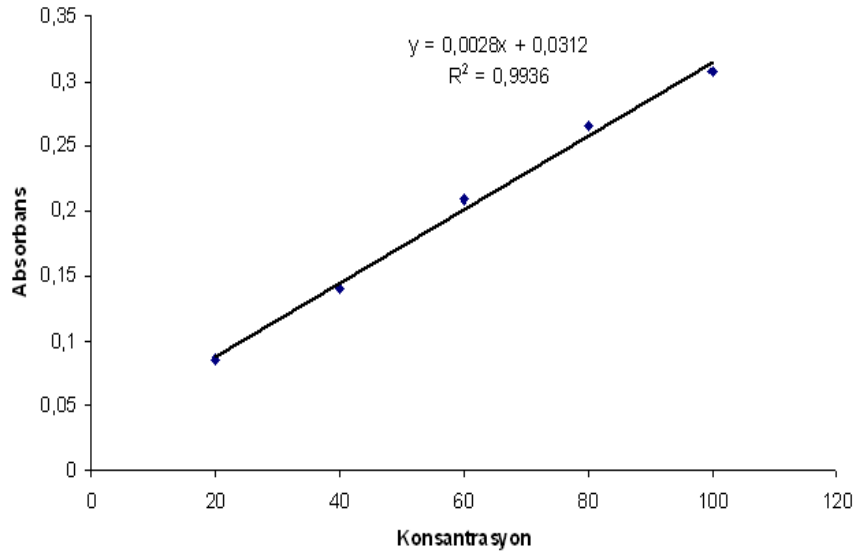
S2→ 40 µl GSH + 2 ml Na₂HPO₄ + 1 ml DTNB

S3→ 60 µl GSH + 2 ml Na₂HPO₄ + 1 ml DTNB

S4→ 80 µl GSH + 2 ml Na₂HPO₄ + 1 ml DTNB

S5→ 100 µl GSH + 2 ml Na₂HPO₄ + 1 ml DTNB

Gruplar stabil hale geldikten sonra 412 nm’de blank’a karşı okundu ve okunan değerlere göre Şekil 15’deki kalibrasyon eğrisi oluşturuldu. GSH miktarı mg/g pellet olarak hesaplandı.



Şekil 15. Glutasyon kalibrasyon eğrisi

2.4.2. Total Protein Miktarının Ölçülmesi

Örneklerin total protein miktarlarının ölçümü Lowry yöntemine göre yapıldı [172]. Bu amaçla aşağıdaki çözeltiler hazırlandı:

A= %1	Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) çözeltisi	10 ml saf suda 0,1 gr
B= %2	Potasyum sodyum tartarat ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	10 ml saf suda 0,2 gr
C= 0,2 M	Sodyum hidroksit (NaOH)	50 ml saf suda 0,4 gr
D= %4	Sodyum karbonat (NaCO_3)	50 ml saf suda 2 gr
% 50	Folin çözeltisi	10 ml saf suda 10 ml
Albumin		10 ml saf suda 0,003 gr

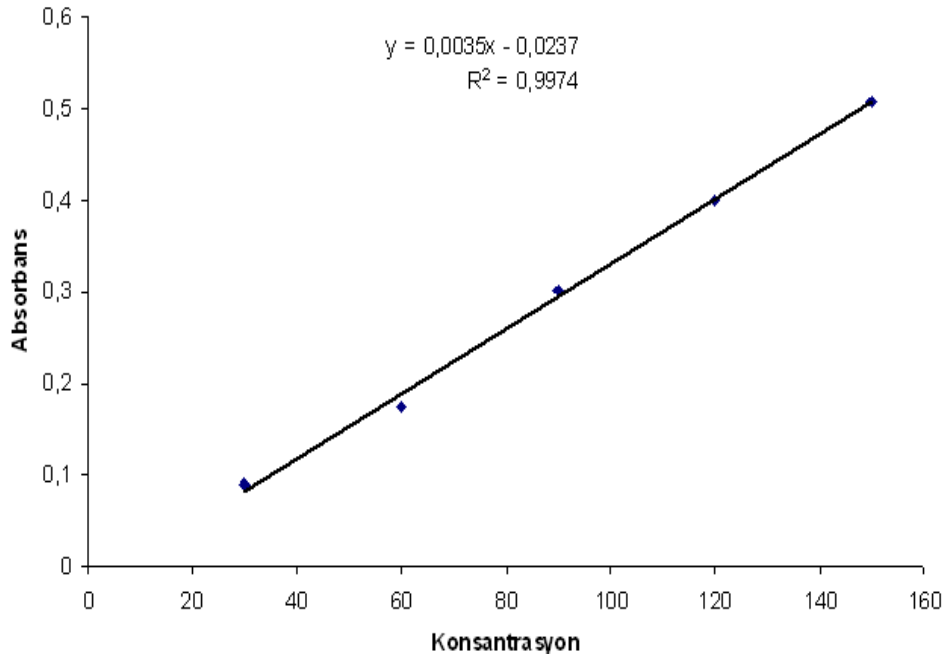
Protein ile ilgili deney yapılacağı zaman 49 ml C reaktifi üzerine 49 ml D reaktifi ilave edildi, daha sonra 1 ml A ve 1 ml B reaktifinden ilave edildi. Bu çözeltilerin karışımından hazırlanan reaktife E solüsyonu adı verildi. Daha sonra protein çözeltisinden deney tüpüne alındı ve örnek üzerine 4 ml E reaktifinden ilave edilerek karıştırıldı. 10 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Bekleme süresi sonunda 500 μl Folin çözeltisinden eklenerek 30 dakika tekrar oda sıcaklığında bekletildi ve sonra 750 nm'de blank'a karşı spektrofotometrede okundu.

Total protein ölçümünde proteinler çöktürüldükten sonra elde edilen pelete 1ml distile su ilave edilip vortekslendi. Tekrar santrifüj edilerek oluşan süpernatanttan ölçüm yapıldı [172].

Protein kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için, saf haldeki albuminden 10 ml için 0,003 g olacak şekilde hazırlandıktan sonra standart grupları aşağıdaki şekilde hazırlandı:

- S1 → 100 μl albumin + 4 ml E çözeltisi + 0,5 ml Folin
- S2 → 200 μl albumin + 4 ml E çözeltisi + 0,5 ml Folin
- S3 → 300 μl albumin + 4 ml E çözeltisi + 0,5 ml Folin
- S4 → 400 μl albumin + 4 ml E çözeltisi + 0,5 ml Folin
- S5 → 500 μl albumin + 4 ml E çözeltisi + 0,5 ml Folin

Gruplar 750 nm'de blank'a karşı okundu ve okunan değerlere göre Şekil 16'daki kalibrasyon eğrisi oluşturuldu. Örneklerin protein miktarları elde edilen bu kalibrasyon eğrisindeki denklem vasıtasıyla hesaplandı.



Şekil 16. Protein kalibrasyon eğrisi

2.4.3. Lipit Peroksidasyonunun (LPO) HPLC Cihazı ile Analizi

1 ml örneklerden alındıktan sonra, süpernatant üzerine 1 ml %0,6'lık TBA çözeltisi ve 1 ml % 0,3'lük HCl ilave edildi. 90 °C'de 2,5 saat etüve bırakıldı. Etüvde sonra, reaksiyon sonucu oluşan pembe renkli (MDA-TBA) komplekse 2 ml n-bütanol ilave edilip santrifüj ile ekstrakte edildi. Santrifüj sonunda elde edilen süpernatant kısmın yoğunluğu HPLC cihazında floresans dedektörle ölçüldü [173].

Ölçüm için RF floresans dedektör kullanıldı. Dedektörde ölçüm aralığı olarak eksitasyon katsayısı 515 ve emission katsayısı 553 olarak belirlendi. Ölçüm için Supelcosil TM LC 18 HPLC kolonu ve mobil faz olarak da %75 ACN/30 mM KH₂PO₄ (pH= 5) karışımı kullanıldı. Mobil fazın akış hızı 1 ml/dk olarak ayarlandı ve kolon fırını sıcaklığı 40 °C'de tutuldu. Analiz süresi 5 dakika olarak belirlendi. Standart olarak 1,1,3,3-Tetraethoxypropane (TEP) kullanıldı. Bütün örnekler analiz süresince otosampler cihazının örnek konulduğu kısımda +4 °C'de tutularak, sonuçlar nmol/µl olarak belirlendi [174].

2.4.4. ADEK Vitaminleri ve Sterollerin HPLC Cihazı ile Analizi

Pelet kısmını içeren örnekler üzerine 10 ml BHT'li hekzan izopropil alkol ilave edildi. Santrifüj edildikten sonra, süpernatant kısmından 3 ml alındı. Bu süpernatant kısım 25ml'lik ağzı kapaklı tüpler içine alınarak, üzerine 5 ml metanolik KOH çözeltisi (10 gr KOH+100 ml metanol) ilave edildi. Vortekslendikten sonra etüvde 90 °C'de 20-30 dk. beklendi. Tüpler çıkartıldıktan sonra oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve 5 ml saf su ilave edilip karıştırıldı. Daha sonra 10 ml BHT'siz hekzan izopropil alkol ilave edildi. Faz ayrımını bekledikten sonra üst faz alınıp uçmaya bırakıldı. Uçtuktan sonra örnek kalıntılarının olduğu deney tüplerine 1 ml asetonitril (ACN)/metanol karışımı ilave edildi. Vortekslendikten sonra 1 ml otosampler viallerine alındı ve analiz edildi [175].

Analiz, Shimadzu marka HPLC cihazı ile yapıldı. Cihazda pompa olarak LC-10 ADVP UV-visible detectör olarak SPD-10AVP, kolon fırını olarak CTO-10ASVP, otosampler olarak SIL-10ADVP, degasser ünitesi olarak DGU-14A ve Class VP software (Shimadzu, Kyoto Japan) kullanıldı. Mobil faz olarak asetonitril/metanol (%60+%40, v/v) karışımı kullanıldı. Mobil faz akış hızı 1ml olarak belirlendi. Analiz için UV dedektör kullanıldı. Kolon olarak da Süpelcosil LC 18 (15×4,6 cm, 5 µm; Sigma, USA) kolonu kullanıldı. A vitamini için dedeksiyon dalga boyu 326 nm, E vitamini için 202 nm, D ve K vitaminleri için 265 nm kullanıldı [175].

2.4.5. Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizi

Lipitler içinde bulunan yağ asitlerinin gaz kromatografik analizinin yapılabilmesi için polar olmayan uçucu ve kararlı yapıya sahip olan *metil esterleri* gibi türevlerine dönüştürülmesi gerekir. Lipitler içindeki yağ asitlerini, metil esteri gibi türevlerine dönüştürülmesinde değişik metodlar kullanılmasına rağmen, Christie [176]'nin uygulaması pratik ve verimi yüksek olan asit katalizli esterleştirme yöntemi kullanıldı.

Bu yöntemde göre metil esteri hazırlamak için hekzan/izopropanol fazı içindeki lipit ekstraktı 30 ml'lik sızdırma yapmayan deney tüplerine alındı. 20 gr metanolik sülfirik asit 1000 ml saf suda karıştırılarak %2'lik metanolik sülfirik asit çözeltisi hazırlanıp, bu çözeltiden 5 ml ilave edildi ve vortex ile iyice karışmaları sağlandı. Bu karışım 55 °C'lik etüvde 15 saat süre ile metilleşmeye bırakıldı. 15 saatlik süre sonunda, tüpler etüvden

ıkarılarak oda sıcaklığına kadar soğutuldu. 5 ml %5'lik sodyum klorür (NaCl) ilave edilerek iyice karıştırıldı. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri üzerine 5 ml hekzan ilave edilerek tüpler alt-üst edildi. Oda sıcaklığında 3 saat beklenildi. Daha sonra oluşan hekzan fazı üstten pipetle alınarak, tüplere 5 ml %2'lik KHCO₃ çözeltisi ilave edildi. Etüvde 40 °C'de 4 saat uçmaya bırakıldı. Uçma meydana geldikten sonra örnek kalıntılarının olduğu deney tüplerine 1 ml hekzan ilave edildikten sonra vortekslendi. Örnekler 2 ml'lik ağız kapaklı otosampler vialleri içine alınarak gaz kromatografisinde analiz edildi [176].

Lipit ekstraktı içindeki yağ asitleri metil esterlerine dönüştürüldükten sonra SHIMADZU GC 17 gaz kromatografisi ile analiz edildi. Bu analiz için 25 m uzunluğunda, 0,25 µm iç çapında ve PERMABOND 25 mikron film kalınlığına sahip Machery-Nagel (Germany) kapiller kolon kullanıldı.

Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220 °C, enjeksiyon sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 280 °C olarak tutuldu. Kolon sıcaklık programı 120 °C'den 220 °C'ye kadar ayarlandı. Sıcaklık artışı 200 °C'ye kadar 5 °C/dk ve 200 °C'den 220 °C'ye kadar 4 °C/dk olarak belirlendi. 220 °C'de 8 dakika tutuldu ve toplam süre 35 dk olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanıldı. Analiz sırasında örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlendi. Bu işlemten sonra gerekli programlama yapılarak örnekler ait yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi yapıldı [176].

2.5. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz için, SPSS 10.0 software programı kullanıldı. DeneySEL gruplar arasındaki karşılaştırma varyans analizi (ANOVA) ve LSD testleri kullanılarak yapıldı. Sonuçlar mean±SEM olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılıklarda p<0.05, p<0.01 ve p<0.001 değERleri kullanıldı.

3. BULGULAR

3.1. Chironomidae Larvalarının Farklı Besin Ortamlarında Gelişim Süreleri

Chironomidae familyası üyeleri tam başkalaşım geçiren sineklerdir. Chironomidae türlerinin yaşam döngüsünde en uzun evre larva safhasıdır. Larva safhası çalışmamızda 10-14 gün arasında değişen aralıklarda tespit edilmiştir. Bu safhada larvalar, su içerisinde aktif olarak yüzerken, bir kısmı kendisine çamurdan tüp şeklinde evcik denen yapılar oluşturmuştur. Çoğunlukla su dibine çöküp, çamurun içini eşeleyerek ve bir arada topluluk oluşturarak yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Bir kısmı ise su içerisinde, arka üyeleri üzerinde dik olarak durmuşlar ve bu şekilde kendini zeminde bir noktada sabitlemişlerdir. Bu şekilde hem su akımına karşı koymuşlar hem de çamurun yardımıyla kendilerine tüp şeklinde evcikler oluşturmuşlardır. Larvalar gelişimlerinin büyük kısmını bu şekilde zeminde geçirmişlerdir.

Bu çalışmada pupa safhasına gelindiğinde larvalar siyah renge dönüşmüş ve baş kısımlarında bir şişkinlik oluşmuştur. Pupalar çok hareketli olup, su yüzeyinde aktif yüzmüşlerdir. Larva safhasındaki anal, ventral ve lateral solungaçlar yerine, pupa safhasında thorax solunum organı başın arkasında oluşmaya başlamıştır. Pupa safhası 3 veya 4 gün sürmüştür. Daha sonra erginler oluşmaya başlamıştır. Erginler oluşuktan sonra, su üzerinde uçan Chironomidae sinekleri görülmeye başlamıştır. Erginlerin 3 veya 5 gün arasında değişen sürelerde yaşamlarını sürdürdükleri gözlenmiştir.

Chironomidae larvaları (*Chironomus plumosus* (L., 1758), *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 ve *Halocladus (H.) fucicola* (Edw., 1926)), *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenmişlerdir. Bu beslenme sırasında Chironomidae türlerinin yumurtadan larvaya, larvadan pupa safhasına ve oradan da ergin safhaya erişinceye kadar geçen süre gözlenerek, Chironomidae türleri ve besin grupları arasında değişiklik gösterdikleri tespit edilmiştir.

Chironomus plumosus'un farklı besin ortamlarında gelişim süreleri incelendiği zaman, yumurta safhası en kısa *Chlorella vulgaris* ile beslenen grupta gözlenmiştir. *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenenlerde bu süre 1 gün daha fazla olup 3'er gün sürmüştür. *Chironomus plumosus* 'un larval safhasının yine *Chlorella*

vulgaris ile beslenen grupta en kısa sürdüğü tespit edilmiştir (10 gün). *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplarda ise larval safhanın daha uzun sürdüğü gözlenmiştir ve sırasıyla 11 ve 13 gün olarak saptanmıştır. Pupa safhasının, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta en uzun sürdüğü tespit edilmiştir (4 gün). *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda ise 3'er gün sürdüğü gözlenmiştir. *Chironomus plumosus*'un ergin döneminde besin gruplarının etkili olmadığı saptanmıştır. Bu safhanın, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen tüm gruplarda 3-5 gün sürdüğü gözlenmiştir. *Chironomus plumosus*'un en uzun gelişim süresi *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta olduğu tespit edilmiştir (25 gün). Bu süre *Chlorella vulgaris* ile beslenen grupta 20 gün, *Scenedesmus acutus* ile beslenen grupta ise 22 gün olarak saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. *Chironomus plumosus* (L., 1758)'un farklı besin ortamlarında gelişim süresi

Gelişim Evreleri	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
Yumurta	2 gün	3 gün	3 gün
Larva	10 gün	11 gün	13 gün
Pupa	3 gün	3 gün	4 gün
Ergin	3-5 gün	3-5 gün	3-5 gün
Toplam	20 gün	22 gün	25 gün

Chironomus anthracinus'un farklı besin ortamlarında gelişim süreleri incelendiğinde, *Chironomus plumosus*'tan farklı olarak yumurta safhasının tüm besin gruplarında aynı sürdüğü tespit edilmiş olup, 3 gün olarak saptanmıştır. *Chironomus anthracinus*'un gelişiminde en bariz fark larval safhada gözlenmiştir. *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta larval safhanın 14 gün sürdüğü, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda ise 12 gün sürdüğü tespit edilmiştir. Pupa safhasının, *Chironomus plumosus*'ta olduğu gibi, *Chironomus anthracinus*'un *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grubunda en uzun sürdüğü (4 gün), *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda ise 3'er gün sürdüğü saptanmıştır. Ergin safhaya bakıldığında yine besin gruplarının etkili olmadığı ve bu safhanın *Chironomus anthracinus*'un tüm besin gruplarında 3-5 gün sürdüğü belirlenmiştir. *Chironomus anthracinus*'un en uzun gelişim süresi, *Chironomus plumosus*'a benzer

şekilde *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta tespit edilmiş olup, 26 gün sürmüştür. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarında ise toplam gelişim süresi 23 gün olarak saptanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 'un farklı besin ortamlarında gelişim süresi

Gelişim Evreleri	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
Yumurta	3 gün	3 gün	3 gün
Larva	12 gün	12 gün	14 gün
Pupa	3 gün	3 gün	4 gün
Ergin	3-5 gün	3-5 gün	3-5 gün
Toplam	23 gün	23 gün	26 gün

Halocladius (H.) fucicola'nın *Chironomus anthracinus*'a benzer şekilde, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplarda yumurta safhasının 3'er gün sürdüğü tespit edilmiştir. *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* türlerinde olduğu gibi, *Halocladius (H.) fucicola* türünde de larval safhanın *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta en uzun sürdüğü gözlenmiştir (13 gün). *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda ise larval safha 11 gün olarak belirlenmiştir. Pupa safhası ise *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupların hepsinde 4'er gün olarak tespit edilmiştir. Ergin safhasına bakıldığında yine besin grupları arasında farklılık gözlenmemiştir. *Halocladius (H.) fucicola*'nın tüm besin gruplarında ergin safhasının 3 veya 5 gün sürdüğü saptanmıştır. *Halocladius (H.) fucicola*'nın en uzun gelişim süresi *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* türlerinde olduğu gibi yine *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta tespit edilmiştir (25 gün). *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen grupların ise toplam gelişim sürelerinin aynı olduğu gözlenmiştir (23 gün) (Tablo 6).

Tablo 6. *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926)'nın farklı besin ortamlarında gelişim süresi

Gelişim Evreleri	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
Yumurta	3 gün	3 gün	3 gün
Larva	11 gün	11 gün	13 gün
Pupa	4 gün	4 gün	4 gün
Ergin	3-5 gün	3-5 gün	3-5 gün
Toplam	23 gün	23 gün	25 gün

3.2. Biyokimyasal Bulgular

3.2.1. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği

Chironomidae larvalarının vitamin analizi sonuçlarına göre, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen tüm Chironomidae larva gruplarında α tokoferol, δ tokoferol, K₁, K₂, D₂, D₃, retinol (A vitamini) ve retinol asetat vitaminleri tespit edilmiştir. Sterol analizi sonuçları incelendiğinde ise, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen tüm Chironomidae larva gruplarında ergosterol, kolesterol, stigmasterol ve β -sitosterol bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.1.1. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği

Chironomus plumosus larvalarının *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplara kıyasla δ tokoferol ve K₂ vitaminini daha yüksek miktarda içerdiği tespit edilmiştir (p<0.001). D₃ vitamini bakımından da yine *Chlorella vulgaris* ile beslenen *Chironomus plumosus* larvalarının

Scenedesmus acutus ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına göre daha fazla miktarda bu vitamini içerdiği saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 17, 18).

D₂ ve K₁ vitamini içeriği bakımından, *Scenedesmus acutus* ile beslenen *Chironomus plumosus* larvalarının, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplara göre daha yüksek oranda bu vitaminleri içerdiği gözlenmiştir (D₂ vit., $p<0.001$; K₁ vit., $p<0.05$) (Şekil 19).

α tokoferol, retinol ve retinol asetat vitaminleri bakımından *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* larva grupları karşılaştırıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha fazla oranda bu vitaminleri içerdiği tespit edilmiştir (α tokoferol ve retinol vit., $p<0.001$; retinol asetat vit., $p<0.01$) (Şekil 20, 21).

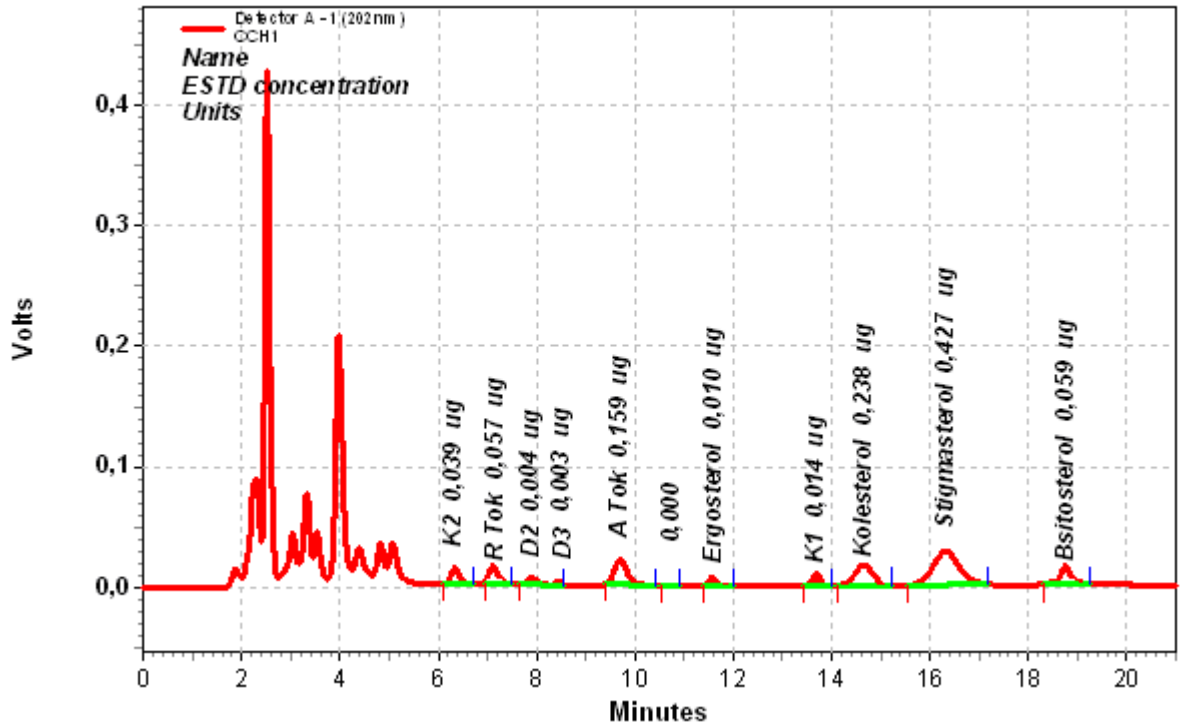
Chironomus plumosus larvalarının sterol içeriğine bakıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunda ergosterol, kolesterol ve stigmasterol miktarının, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Tablo 7).

β -sitosterol içeriği bakımından *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* larva grupları kıyaslandığında ise, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun bu sterolü daha fazla oranda içerdiği gözlenmiştir ($p<0.001$) (Tablo 7).

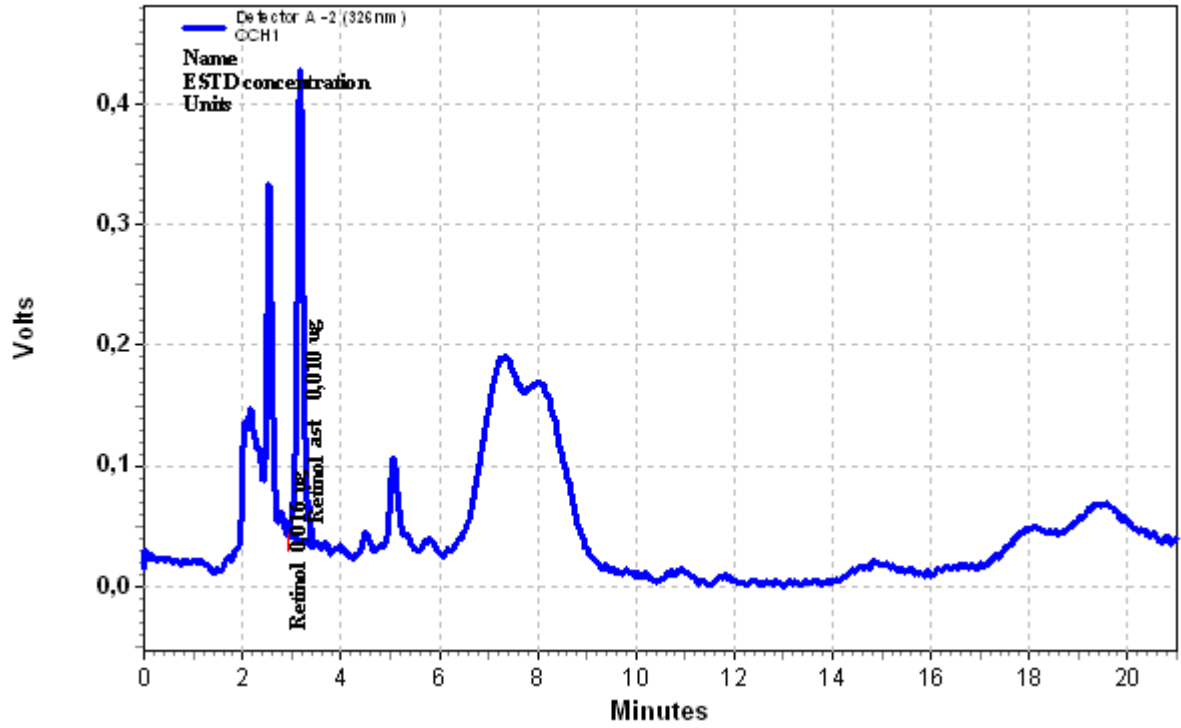
Tablo 7. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol içeriği (µg/g hücre peleti)

Vitamin ve steroller	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
α tokoferol vitamini	44,25±1,28	52,31±1,35	121,74±5,35^d
δ tokoferol vitamini	17,25±0,76^d	0,85±0,27	1,25±0,37
K ₁ vitamini	1,34±0,22	1,36±0,20^b	1,30±0,02
K ₂ vitamini	14,16±1,08^d	2,08±0,20	6,89±0,31
D ₂ vitamini	0,20±0,001	20,24±1,14^d	0,36±0,004
D ₃ vitamini	0,11±0,02^b	0,08±0,02	0,09±0,02
Retinol vitamini	2,87±0,004	5,61±0,33	72,40±2,74^d
Retinol asetat vitamini	1,10±0,30	1,01±0,02	1,18±0,41^c
Ergosterol	1,10±0,007	4,00±0,37	14,24±0,44^d
Kolesterol	114,34±1,26	255,85±3,29	508,11±19,15^d
Stigmasterol	227,66±1,36	258,85±1,67	546,56±64,91^d
β-sitosterol	19,91±0,65^d	1,83±0,29	2,90±0,31

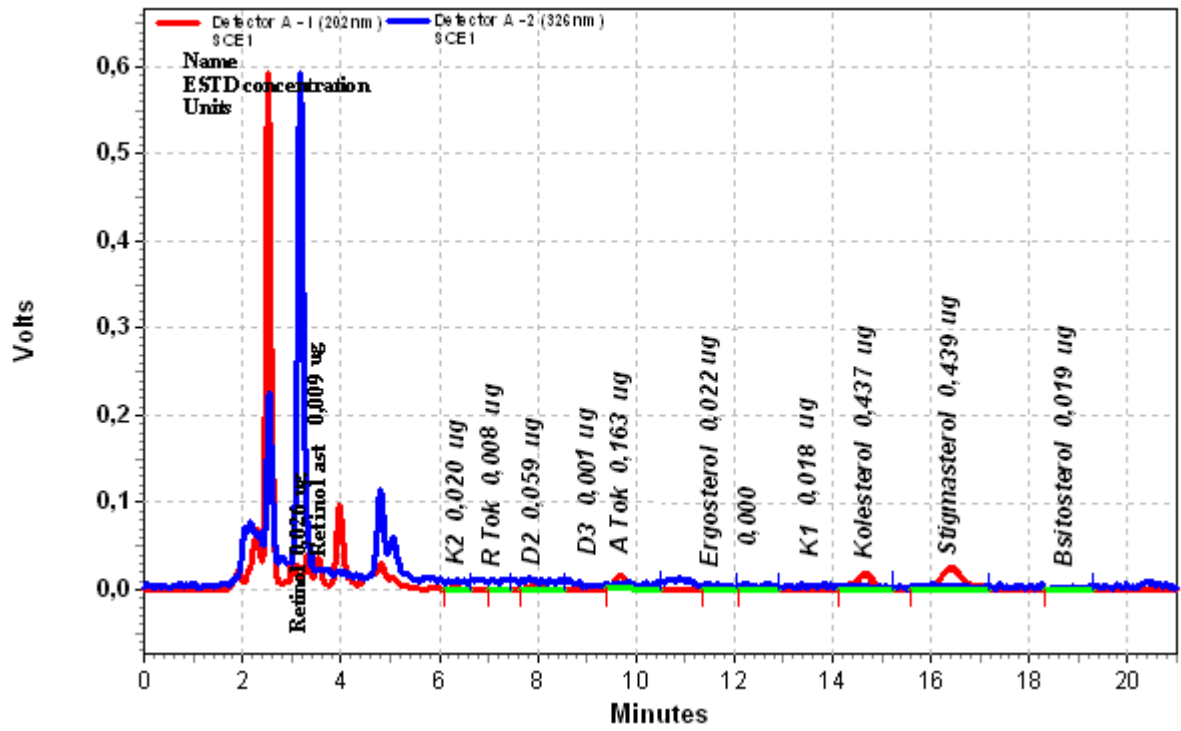
d: p<0.001 c: p<0.01 b:p<0.05



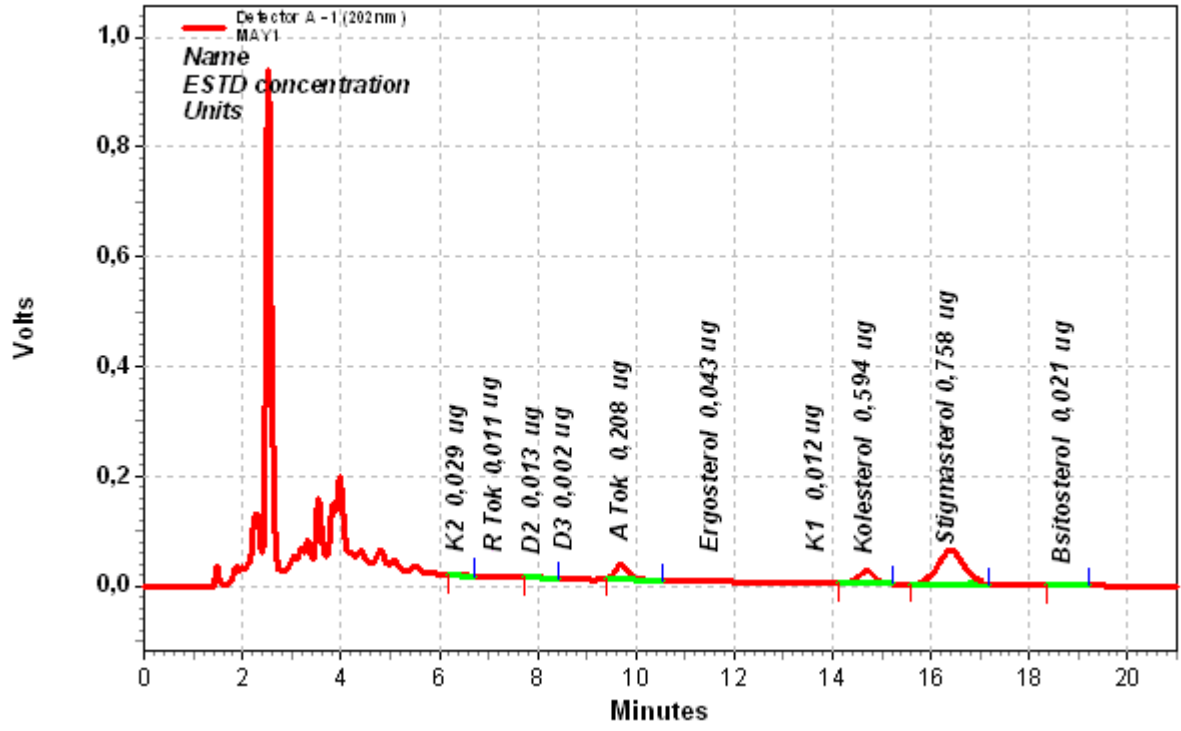
Şekil 17. *C. vulgaris* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) λ=202nm



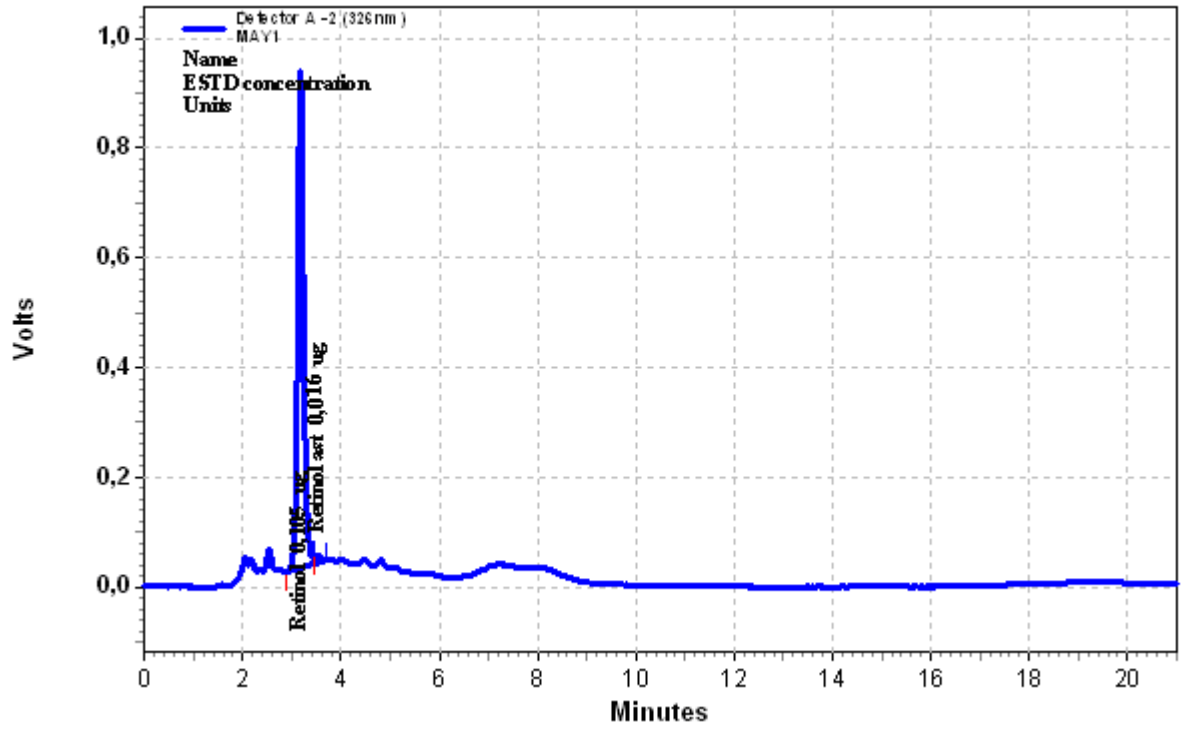
Şekil 18. *C. vulgaris* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$



Şekil 19. *S. acutus* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı $\lambda=202\text{nm}$, $\lambda=326\text{nm}$



Şekil 20. *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) $\lambda=202\text{nm}$



Şekil 21. *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$

3.2.1.2. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği

Scenedesmus acutus ile beslenen *Chironomus anthracinus* larvalarının, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla, δ tokoferol vitaminini daha yüksek oranda içerdiği belirlenmiştir ($p<0.01$). D_3 ve retinol asetat vitamin içeriği bakımından yine *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına göre belirgin oranda bu vitaminleri içerdiği saptanmıştır ($p<0.001$) (Tablo 8).

Retinol vitamini bakımından *Saccharomyces cerevisiae* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarının, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubuna göre daha fazla retinol vitamini içerdikleri gözlenmiştir ($p<0.001$) (Şekil 23, 25, 27).

α tokoferol, K_2 ve D_2 vitamin içeriği bakımından *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla bu vitaminleri daha belirgin oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). K_1 vitamini içeriğine göre de yine *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha yüksek oranda bu vitamini içerdiği saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 26).

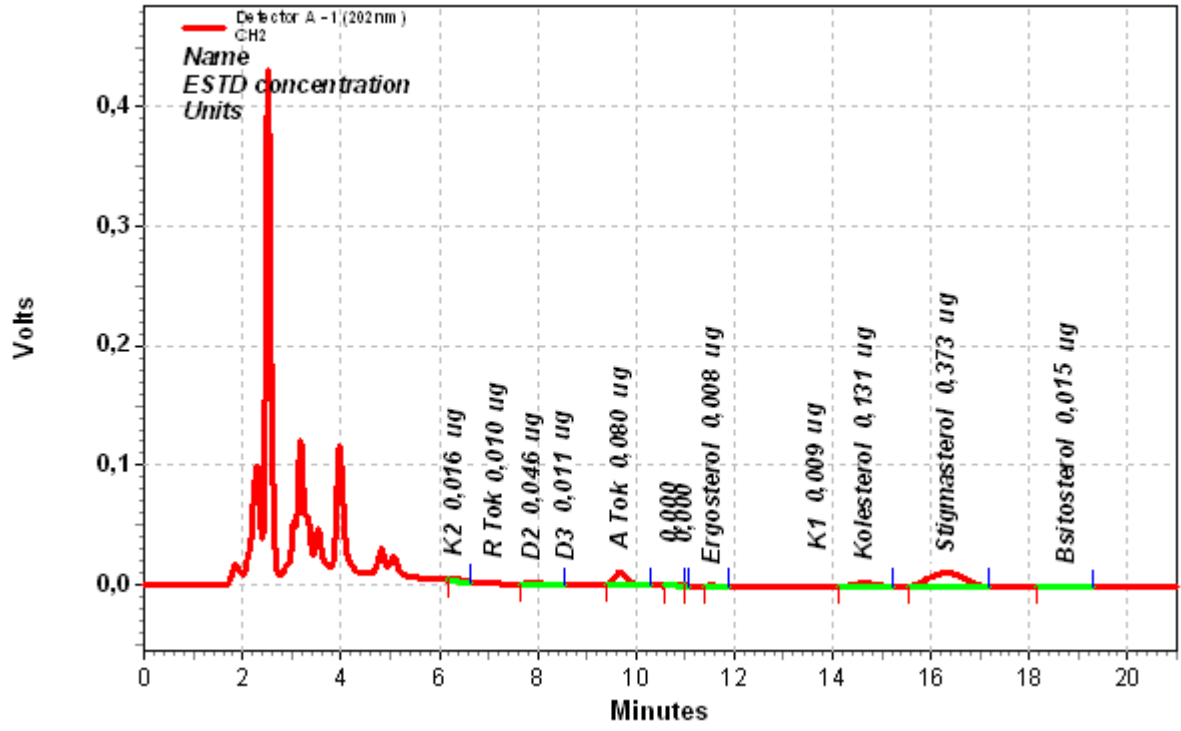
Chironomus anthracinus larvalarının sterol içeriklerine bakıldığında, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla ergosterolü daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Şekil 22, 24, 26).

Kolesterol ve stigmasterol bakımından yine *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* larva grupları karşılaştırıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha belirgin oranda bu sterolleri içerdiği belirlenmiştir ($p<0.001$). β -sitosterol içeriğine göre de *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha yüksek oranda bu sterolü içerdiği gözlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 8).

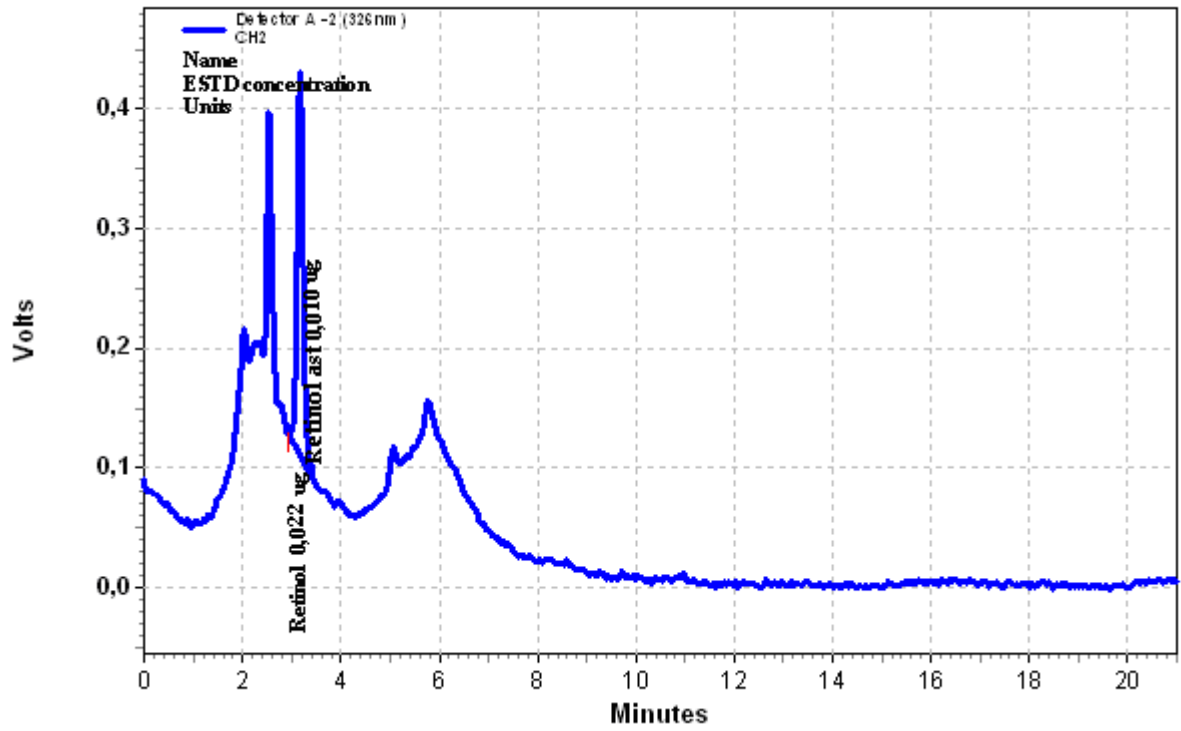
Tablo 8. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol içeriği (µg/g hücre peleti)

Vitamin ve steroller	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
α tokoferol	36,04±1,62	63,24±2,50	413,34±7,26^d
δ tokoferol	1,28±0,07	1,36±0,33^c	1,30±0,20
K ₁ vitamini	1,22±0,33	1,20±0,30	2,80±0,66^b
K ₂ vitamini	2,86±0,29	4,24±0,44	37,56±2,24^d
D ₂ vitamini	10,99±0,72	7,11±0,76	36,34±1,85^d
D ₃ vitamini	0,36±0,22	1,24±0,38^d	0,40±0,30
Retinol vitamini	3,64±0,56	23,24±3,10^d	37,0±5,13^d
Retinol asetat vitamini	1,28±0,31	2,66±0,44^d	1,24±0,22
Ergosterol	1,12±0,27	19,90±1,90^d	5,60±0,70
Kolesterol	82,36±2,28	192,0±4,76	380,66±9,93^d
Stigmasterol	199,26±17,06	593,5±5,07	1207,24±171,16^d
β-sitosterol	2,70±1,73	3,40±0,49	5,34±0,88^b

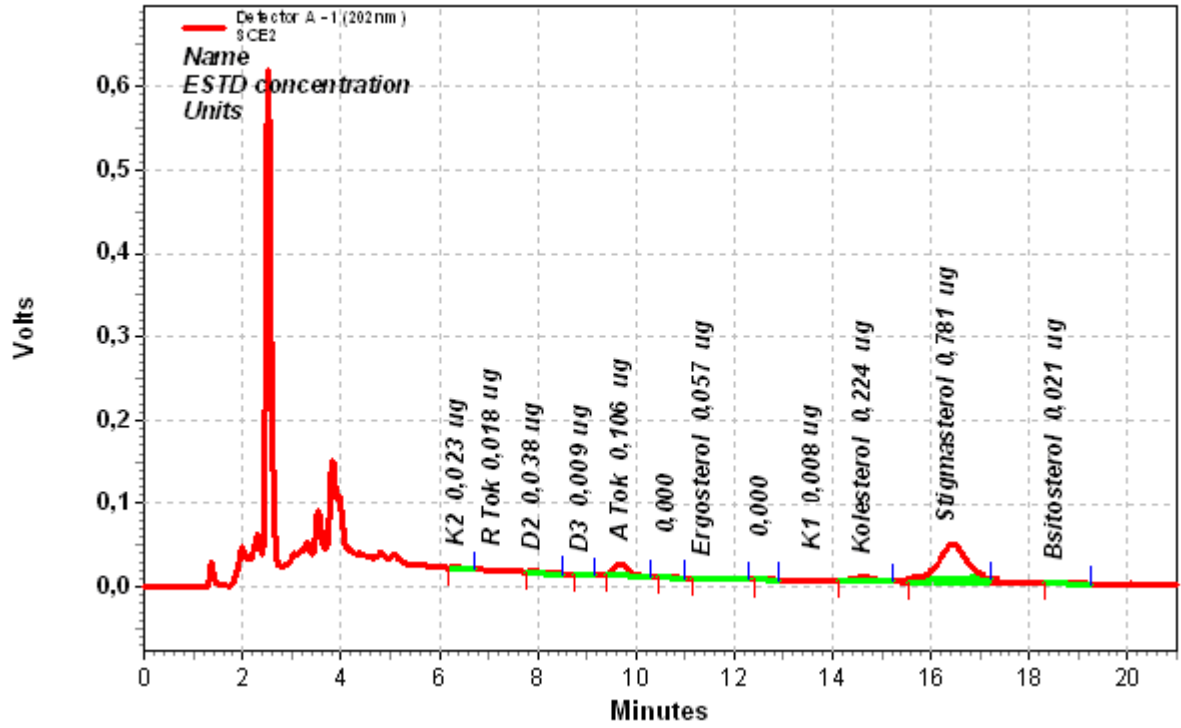
d: p<0.001 **c:** p<0.01 **b:**p<0.05



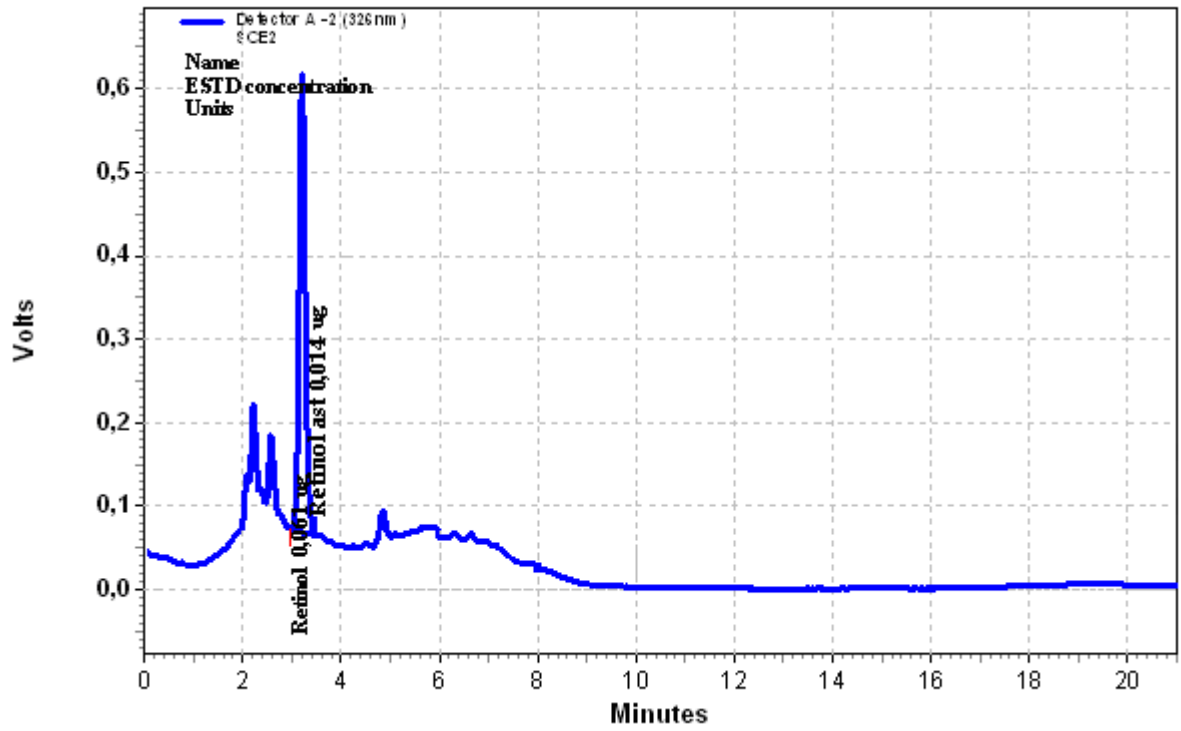
Şekil 22. *C. vulgaris* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) $\lambda=202\text{nm}$



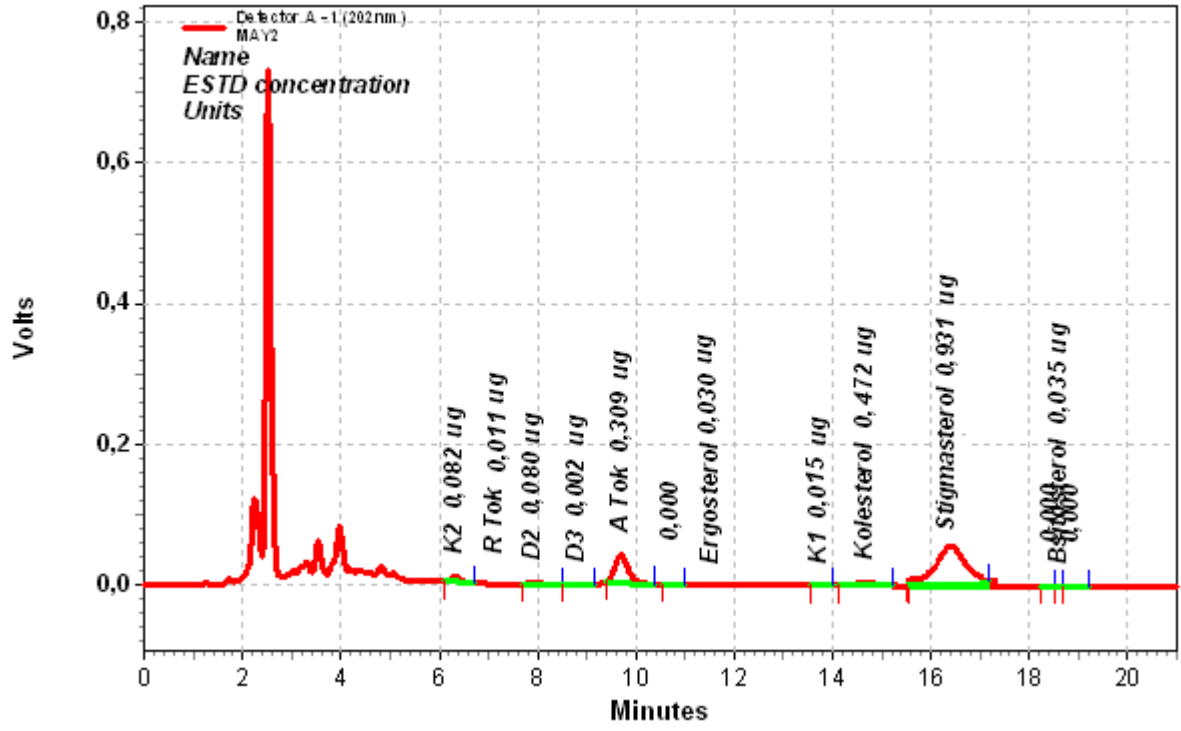
Şekil 23. *C. vulgaris* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$



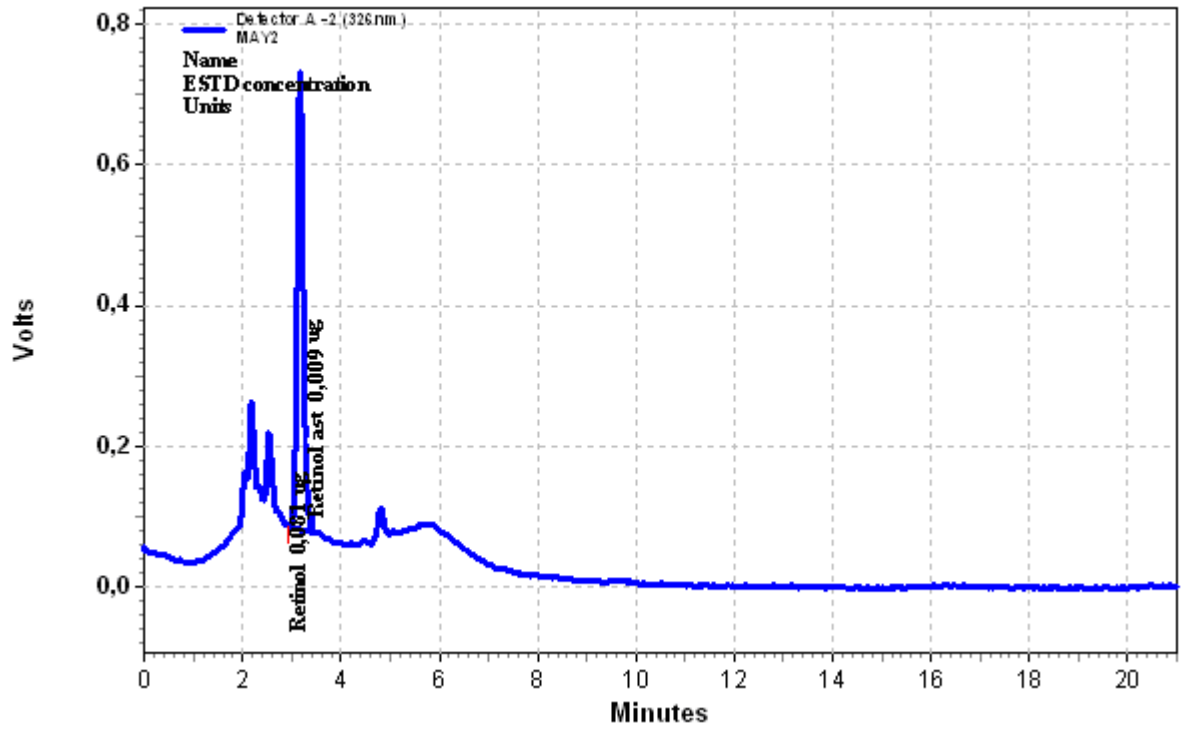
Şekil 24. *S. acutus* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) $\lambda=202\text{nm}$



Şekil 25. *S. acutus* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$



Şekil 26. *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) $\lambda=202\text{nm}$



Şekil 27. *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$

3.2.1.3. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Halocladius* (h.) *fucicola* (Edw., 1926) Larvalarının Vitamin ve Sterol İçeriği

K₁ ve K₂ vitamini içeriği bakımından *Halocladius* (H.) *fucicola* larva grupları karşılaştırıldığında, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna kıyasla bu vitaminleri daha yüksek oranda içerdikleri tespit edilmiştir (K₁ vit., p<0.01; K₂ vit., p<0.05) (Şekil 28, 30, 32).

D₂ vitamini bakımından *Scenedesmus acutus* sp. ile beslenen *Halocladius* (H.) *fucicola* larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla bu vitamini daha belirgin oranda içerdiği saptanmıştır (p<0.001). δ tokoferol vitamini bakımından *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grupları karşılaştırıldığında, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun bu vitamini daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir (p<0.05) (Şekil 30).

α tokoferol ve retinol vitaminleri bakımından *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha belirgin oranda bu vitamini içerdiği gözlenmiştir (p<0.001). D₃ ve retinol asetat vitaminleri bakımından yine *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha yüksek oranda bu vitamini içerdiği belirlenmiştir (p<0.05) (Şekil 28-33).

Sterol içeriklerine göre *Halocladius* (H.) *fucicola* larvaları incelendiğinde, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarının *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek oranda ergosterol içerdikleri gözlenmiştir (p<0.001) (Tablo 9).

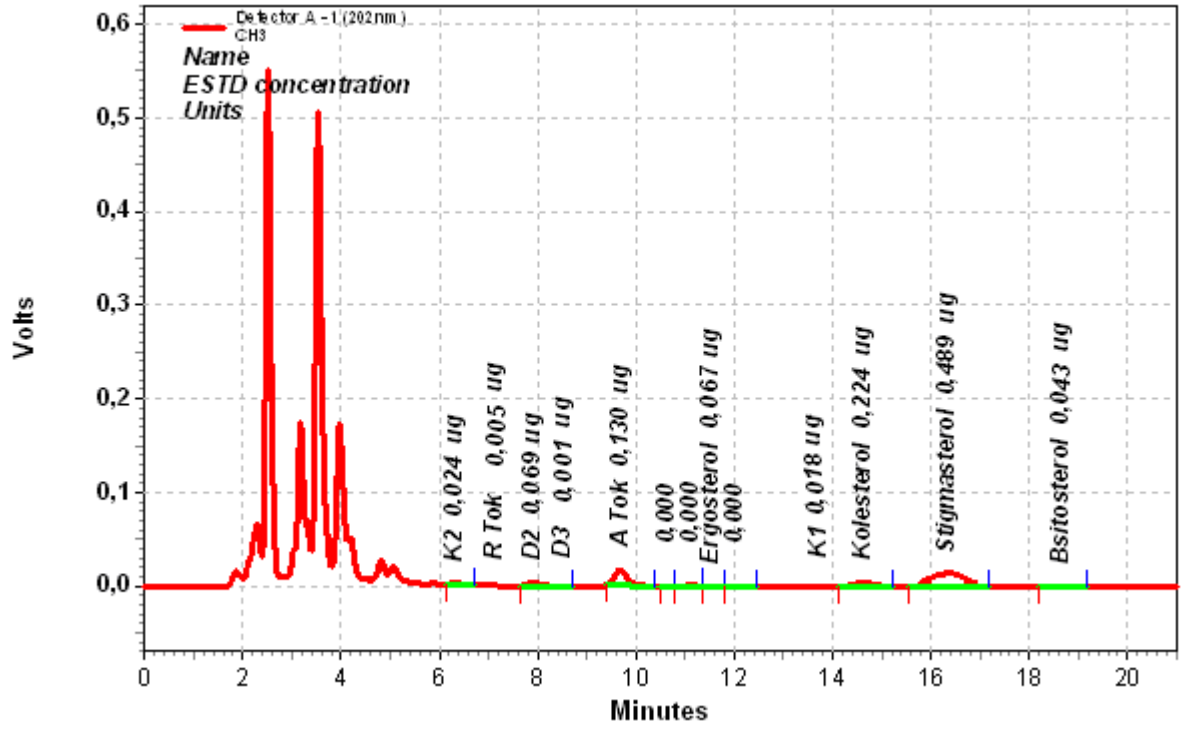
Kolesterol ve stigmasterol içeriği bakımından ise *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha belirgin oranda bu sterollerini içerdiği tespit edilmiştir (p<0.001).

β-sitosterol içeriğine göre de *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla, bu sterolü daha yüksek miktarda içerdiği saptanmıştır (p<0.001) (Tablo 9).

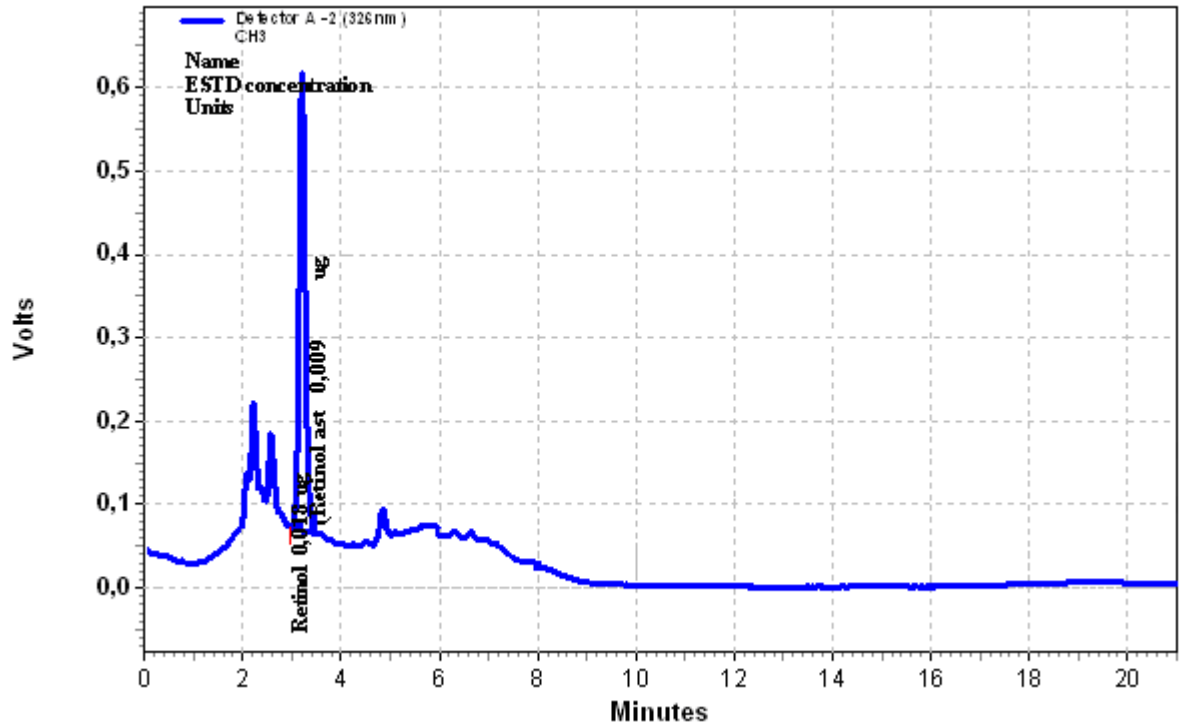
Tablo 9. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladius* (*H.*) *fucicola* (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol içeriği (µg/g hücre peleti)

Vitamin ve steroller	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
α tokoferol	86,45±1,90	63,34±2,16	204,0±5,56^d
δ tokoferol	0,08±0,24	1,13±0,28^b	1,10±0,22
K ₁ vitamini	3,40±0,49^c	1,45±0,33	3,56±0,97^c
K ₂ vitamini	4,51±0,69^b	2,30±0,60	4,00±0,57^b
D ₂ vitamini	29,78±2,51	53,91±5,41^d	30,24±2,69
D ₃ vitamini	0,10±0,03	0,11±0,03	0,13±0,04^b
Retinol vitamini	3,40±0,49	1,41±0,28	21,36±1,62^d
Retinol asetat vitamini	1,20±0,22	1,24±0,22	1,26±0,28^c
Ergosterol	28,5±2,88^d	22,34±1,96^d	4,24±1,53
Kolesterol	192,11±5,01	226,62±5,78	320,66±13,86^d
Stigmasterol	329,74±16,03	152,61±3,67	576,8±32,84^d
β-sitosterol	10,56±2,27	54,78±2,51^d	4,24±1,53

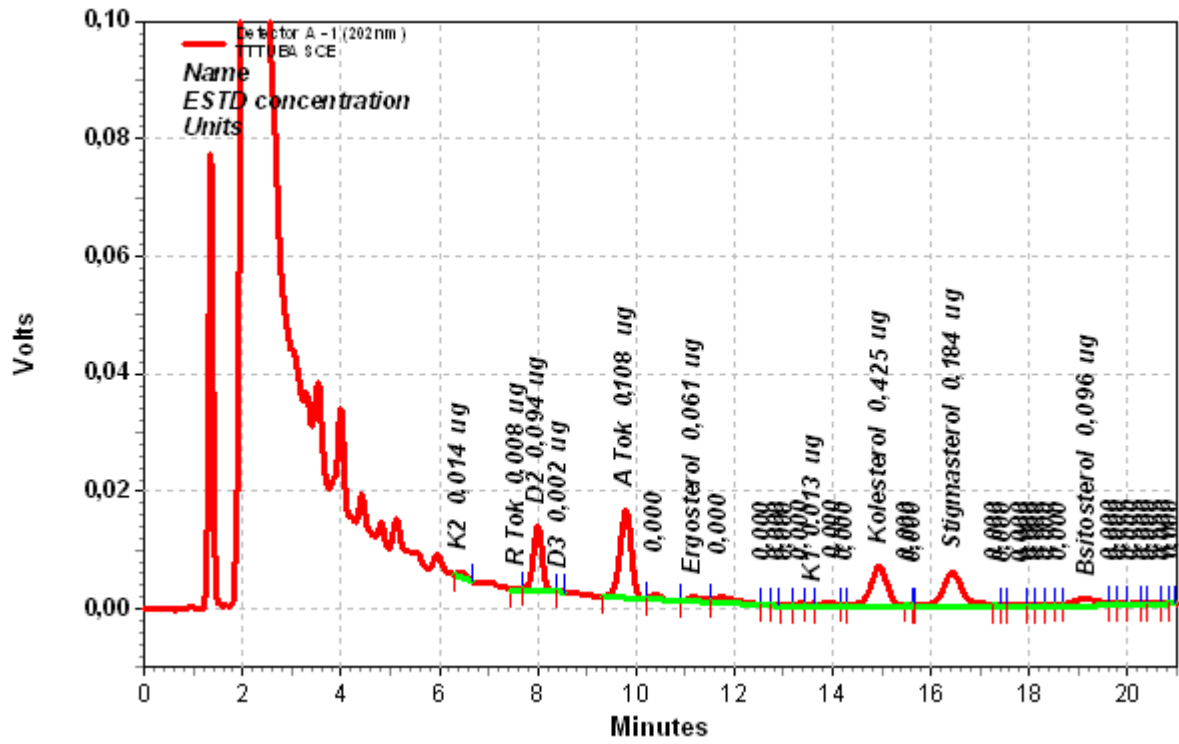
d: p<0.001 c: p<0.01 b:p<0.05



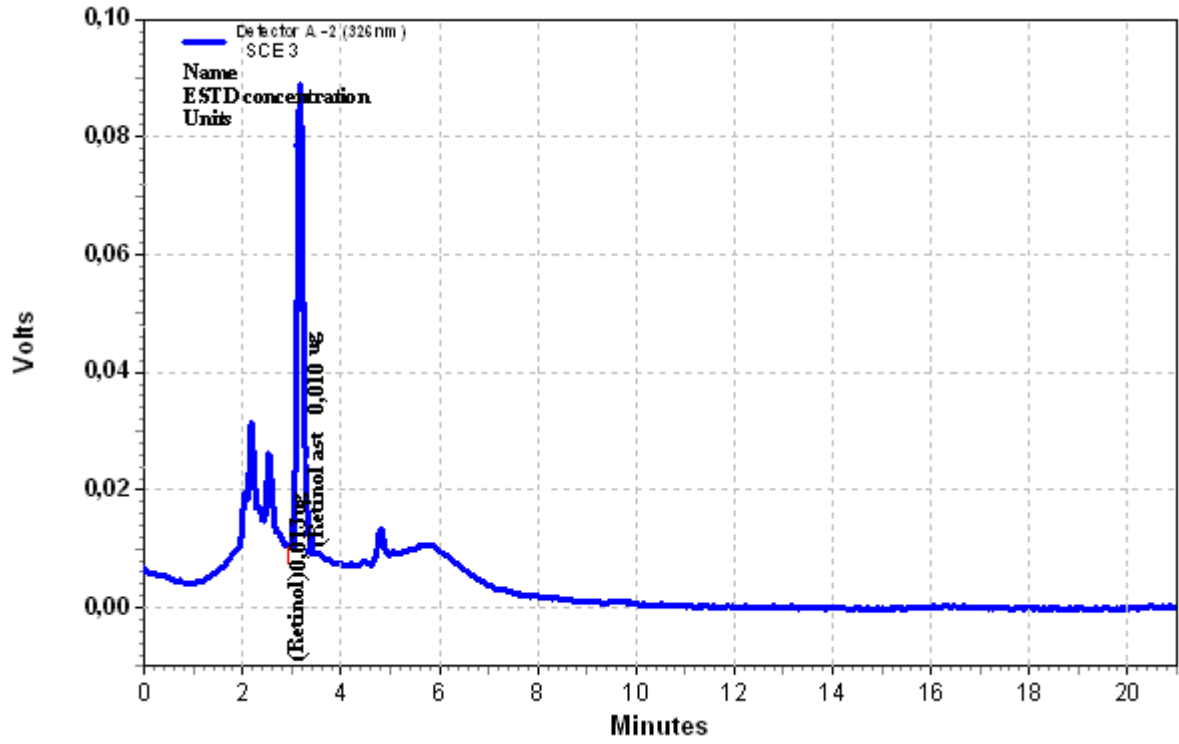
Şekil 28. *C. vulgaris* ile beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) $\lambda=202\text{nm}$



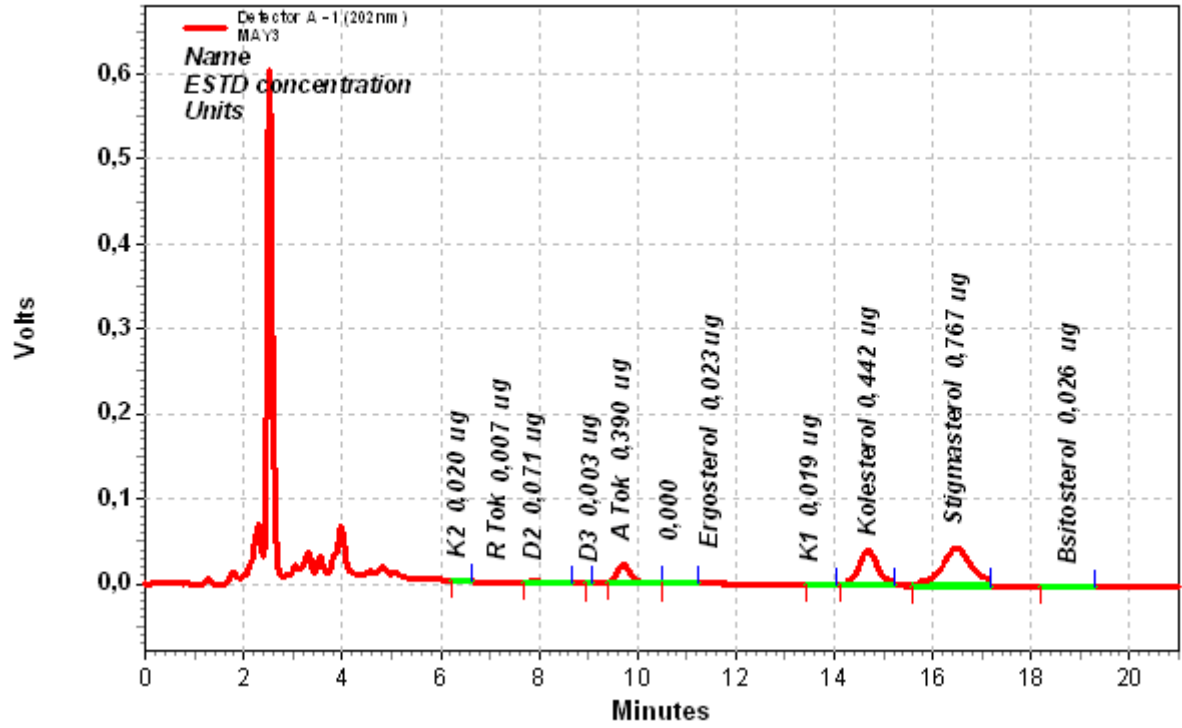
Şekil 29. *C. vulgaris* ile beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$



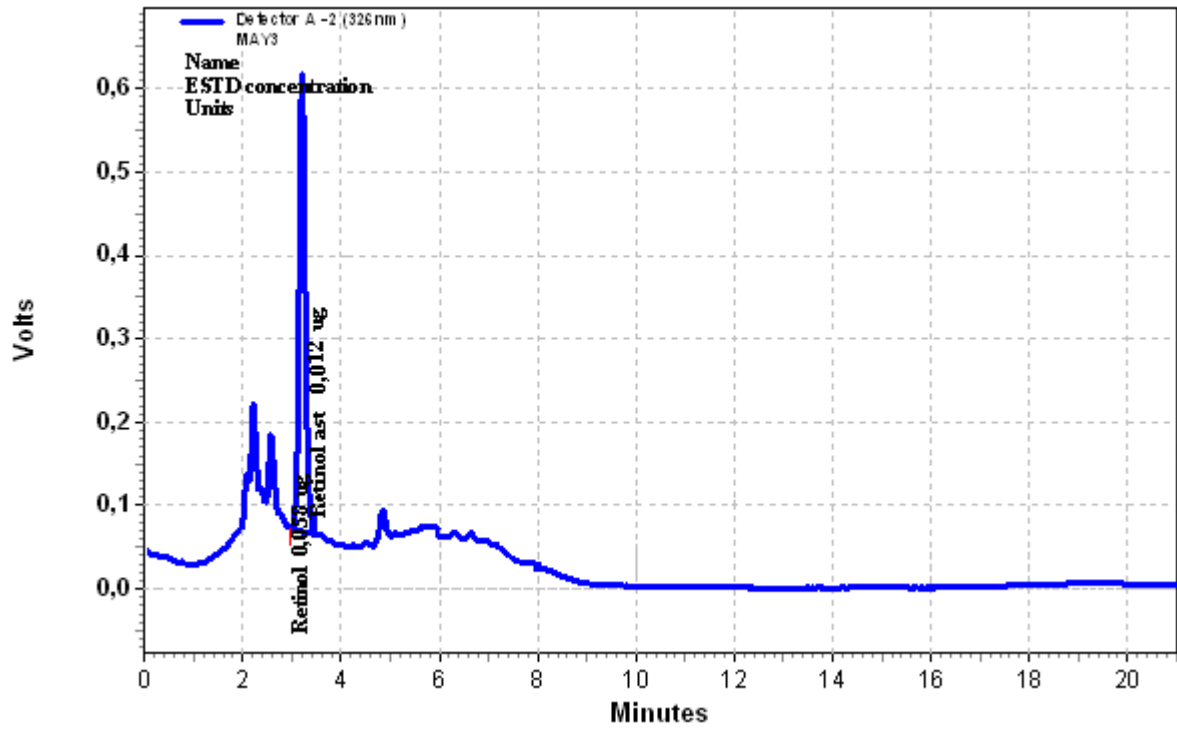
Şekil 30. *S. acutus* ile beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) $\lambda=202\text{nm}$



Şekil 31. *S. acutus* ile beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$



Şekil 32. *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (1) $\lambda=202\text{nm}$



Şekil 33. *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının vitamin ve sterol kromatogramı (2) $\lambda=326\text{nm}$

3.2.2. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Yağ Asidi İçeriği

Miristik asit (14:0), palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1 n7), margarik asit (17:0), stearik asit (18:0), oleik asit (18:1 n9), linoleik asit (18:2 n6t ve 18:2 n6c), linolenik asit (18:3 n3), araşidonik asit (20:4 n6) ve eikosapentaenoik asit (20:5 n3) yağ asitleri *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen tüm Chironomidae larva gruplarında tespit edilmiştir. Miristoleik asit (14:1), pentadekanoik asit (15:0) ve margaroleik asit (17:1) sadece *Chironomus plumosus* larvalarında; behenik asit (22:0) ise sadece *Halocladius (H.) fucicola* larvalarında saptanmıştır. Ayrıca araşidik asit (20:0) her iki Chironomidae türünde de tespit edilmiştir. Dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n3) ise *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larva gruplarında gözlenmiştir.

3.2.2.1. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) Larvalarının Yağ Asidi İçeriği

Chironomus plumosus larvalarında *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupları yağ asidi içeriğine göre kıyaslandığında, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun miristoleik asit (14:1), pentadekanoik asit (15:0), palmitoleik asit (16:1 n7), margarik asit (17:0), margaroleik asit (17:1), linoleik asit (18:2 n6t), linolenik asit (18:3 n3) ve araşidik asit (20:0) yağ asitlerini oldukça belirgin oranda içerdiği gözlenmiştir ($p<0.001$). Yine *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun, linoleik asit (18:2 n6c) ve eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5 n3) yağ asitlerini diğer besin gruplarına göre daha yüksek düzeyde içerdiği saptanmıştır (linoleik asit, $p<0.01$; EPA, $p<0.05$) (Şekil 34-36).

Oleik asit (18:1 n9) içeriği bakımından *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grupları kıyaslandığında, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının daha yüksek oranda bu yağ asidini içerdikleri tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Tablo 10).

Araşidonik asit (20:4 n6) ve DHA (22:6 n3) yağ asitleri bakımından *Scenedesmus acutus* sp. ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına göre daha yüksek miktarda bu yağ asitlerini içerdiği belirlenmiştir (Araşidonik asit, $p<0.001$; DHA, $p<0.01$).

Stearik asit (18:0) yağ asidi içeriğine göre *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubuna kıyasla bu yağ asidini daha yüksek düzeyde içerdikleri gözlenmiştir ($p<0.001$).

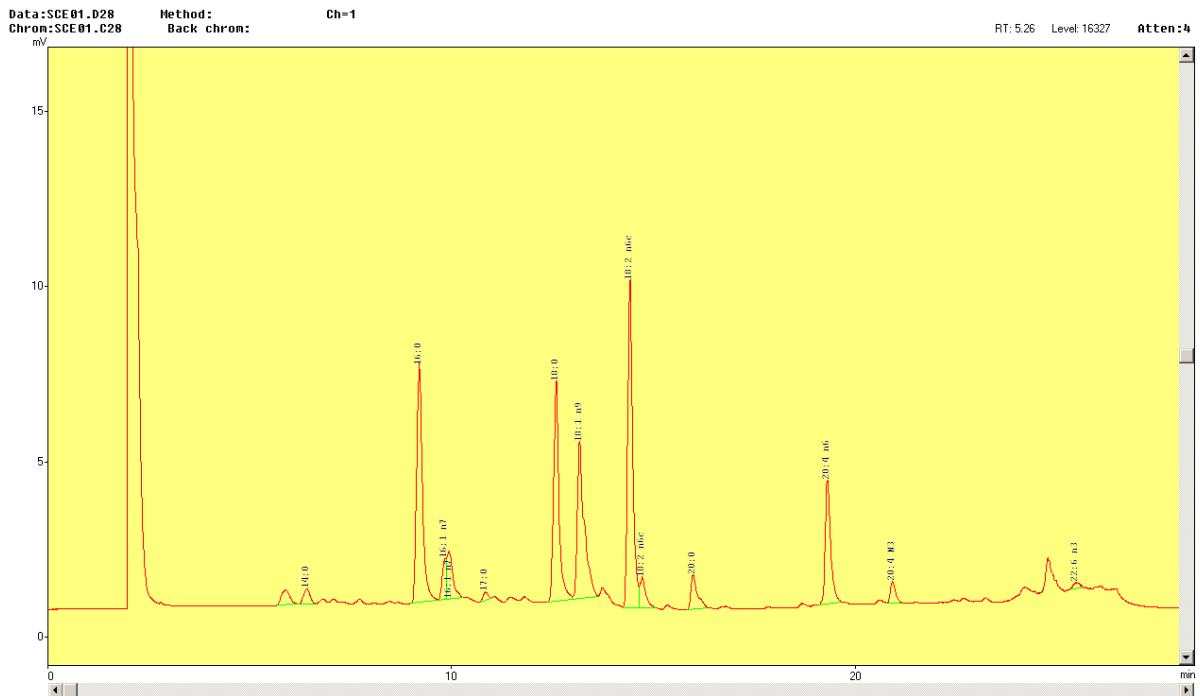
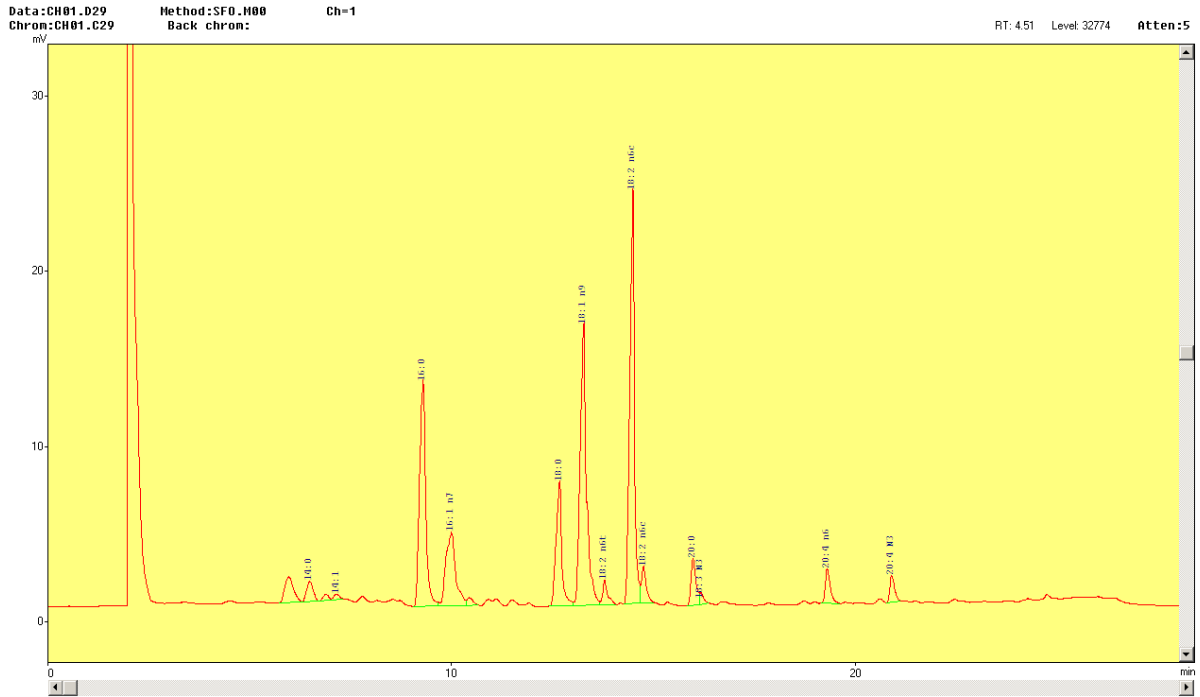
Miristik asit (14:0) ve palmitik asit (16:0) yağ asitleri bakımından *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına göre bu yağ asitlerini daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Tablo 10).

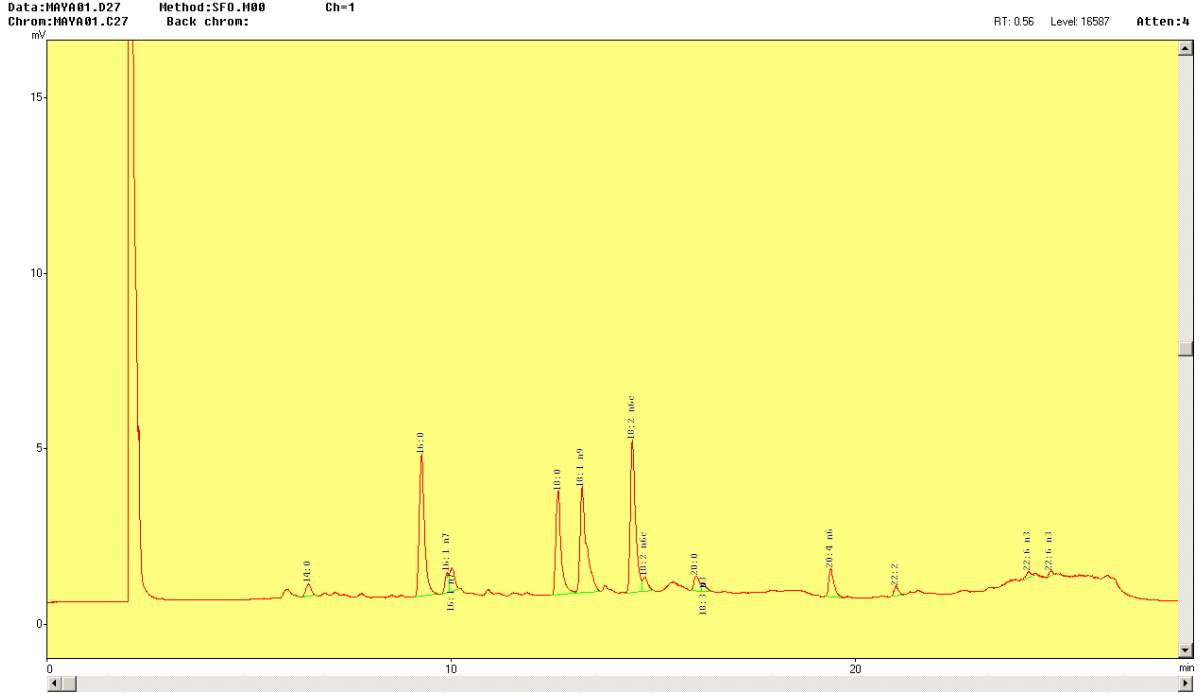
Chironomus plumosus larvalarının toplam yağ asidi içeriğine bakıldığında, toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) oranının en yüksek *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunda olduğu tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranı ise en yüksek *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunda saptanmıştır. Toplam doymuş yağ asidi (SFA) düzeyinin *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunda daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının yağ asidi içeriği (%)

Yağ asitleri	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
Miristik asit (14:0)	1,70±0,004	1,31±0,004	1,94±0,005^d
Miristoleik asit (14:1)	0,41±0,002^d	0,004±0,001	0,003±0,001
Pentadekanoik asit (15:0)	0,43±0,002^d	0,003±0,001	0,002±0,001
Palmitik asit (16:0)	18,07±0,11	19,24±0,17	23,03±0,50^d
Palmitoleik asit (16:1 n7)	8,41±0,008^d	3,59±0,009	2,74±0,23
Margarik asit (17:0)	0,71±0,15^d	0,001±0,001	0,001±0,001
Margaroleik asit (17:1)	0,45±0,005^d	0,008±0,001	0,007±0,001
Stearik asit (18:0)	9,32±0,004	16,84±0,16^d	15,93±0,15^d
Oleik asit (18:1 n9)	23,42±0,39^d	15,39±0,15	20,44±0,009^d
Linoleik asit (18:2 n6t)	1,65±0,004^d	1,20±0,002	1,10±0,002
Linoleik asit (18:2 n6c)	25,05±0,25^c	23,30±0,17	23,58±0,24
α-linolenik asit (18:3 n3)	3,05±0,001^d	1,88±0,001	1,47±0,003
Araşidik asit (20:0)	0,57±0,001^d	0,07±0,001	0,09±0,001
Araşidonik asit (20:4 n6)	2,20±0,002	9,09±0,18^d	4,03±0,12
EPA (20:5 n3)	1,66±0,004^c	1,43±0,003	1,51±0,14
DHA (22:6 n3)	0,02±0,001	2,64±0,002^c	0,88±0,12
ΣPUFA	33,6±0,26	39,5±0,35	32,5±0,62
ΣMUFA	32,7±0,40	18,9±0,16	23,2±0,24
ΣSFA	30,8±0,27	37,4±0,34	40,9±0,65
Diğer	2,9±0,001	4,2±0,002	3,4±0,001

d: p<0.001 c: p<0.01 b:p<0.05





Şekil 36. *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının yağ asidi kromatogramı

3.2.2.2. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 Larvalarının Yağ Asidi İçeriği

Chironomus anthracinus larvalarının *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupları yağ asidi içeriğine göre kıyaslandığında, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına göre, daha yüksek miktarda palmitoleik asit (16:1 n7) ve oleik asit (18:1 n9) içerdiği tespit edilmiştir (palmitoleik asit, $p<0.001$; oleik asit, $p<0.05$) (Şekil 37-39).

Palmitik asit (16:0) ve EPA (20:5 n3) yağ asitlerinin *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubuna kıyasla daha yüksek düzeyde bulunduğu saptanmıştır (palmitik asit, $p<0.05$; EPA, $p<0.001$).

Miristik asit (14:0), linoleik asit (18:2 n6c) ve α -linolenik asit (18:3 n3) içeriği bakımından *Chironomus anthracinus* larva grupları karşılaştırıldığında, *Chlorella vulgaris* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının daha yüksek oranda bu yağ asitlerini içerdikleri tespit edilmiştir ($p<0.001$).

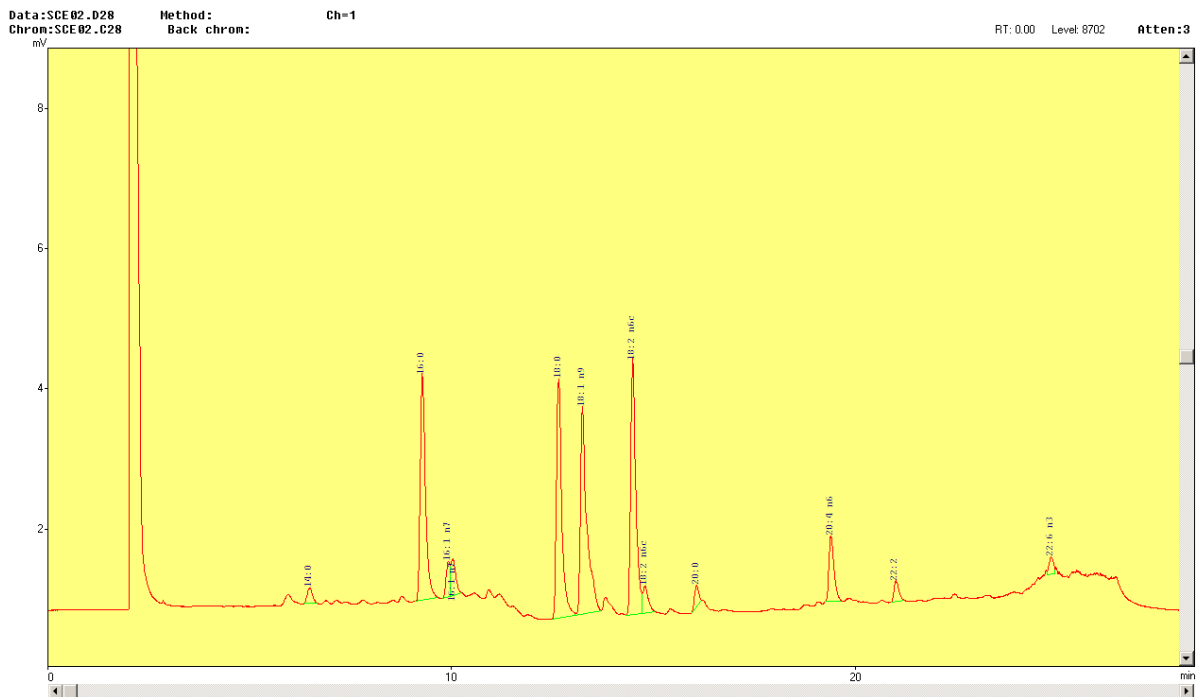
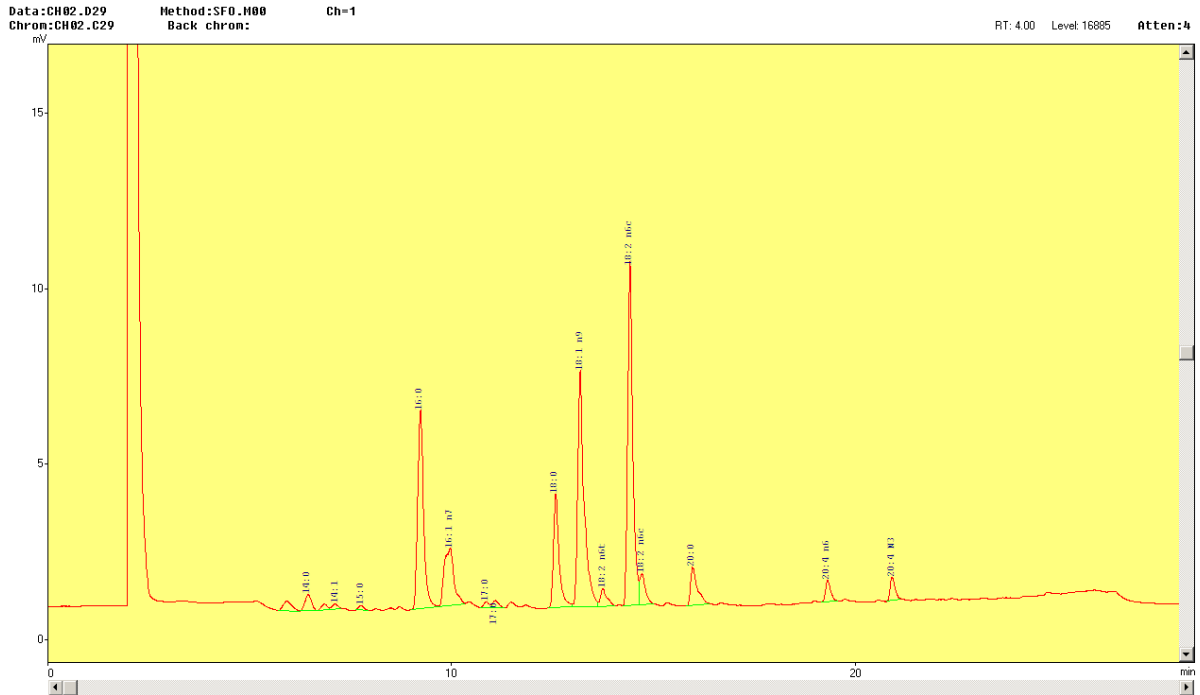
Stearik asit (18:0), linoleik asit (18:2 n6t), araşidonik asit (20:4 n6) ve DHA (22:6 n3) yağ asitleri içeriği bakımından *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun, bu yağ asitlerini daha yüksek düzeyde içerdiği gözlenmiştir ($p<0.001$). Margarik asit (17:0) içeriğine göre *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplara göre bu yağ asidini daha belirgin oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Tablo 11).

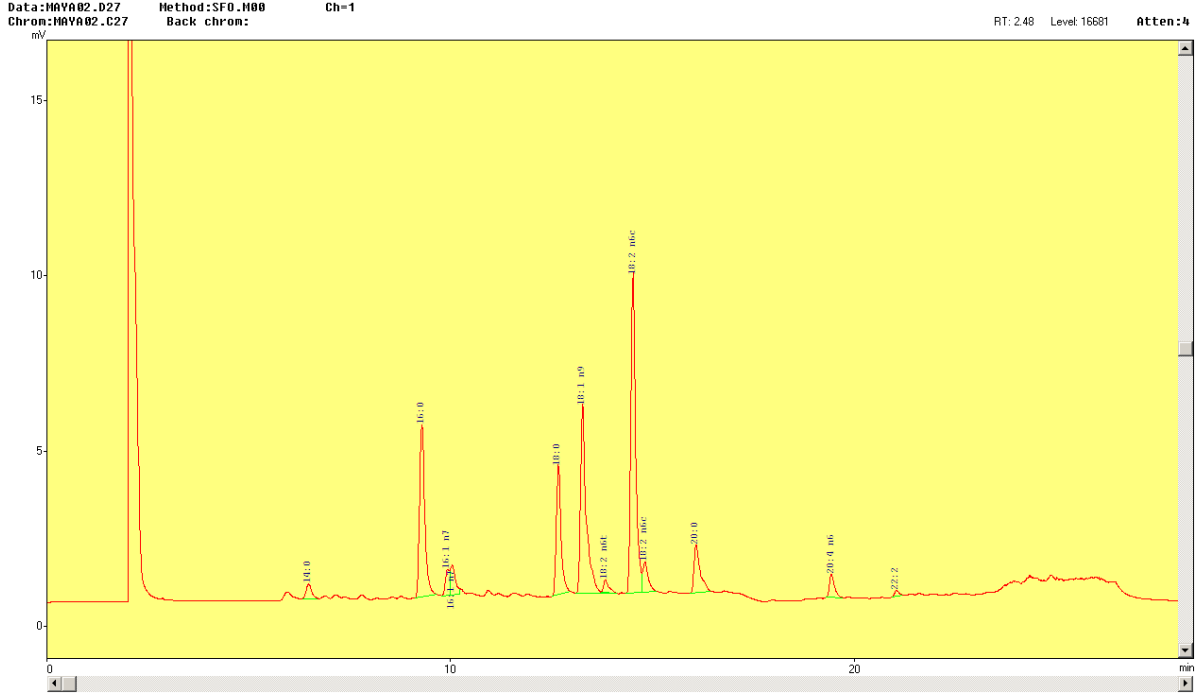
Chironomus anthracinus larvalarının toplam yağ asidi içeriğine bakıldığında, PUFA oranı en yüksek *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunda saptanmıştır. MUFA düzeyinin *Chlorella vulgaris* ile beslenen grupta, SFA düzeyinin ise *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunda en yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının yağ asidi içeriği (%)

Yağ asitleri	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
Miristik asit (14:0)	1,63±0,005^d	1,32±0,002	1,66±0,002^d
Palmitik asit (16:0)	18,15±0,18^b	18,29±0,24^b	17,81±0,23
Palmitoleik asit (16:1 n7)	8,61±0,11^d	2,2±0,004	2,72±0,34
Margarik asit (17:0)	0,03±0,002	0,06±0,001	0,45±0,001^d
Stearik asit (18:0)	9,15±0,15	19,9±0,36^d	12,87±0,12
Oleik asit (18:1 n9)	22,6±0,55^b	21,8±0,32	21,7±0,37
Linoleik asit (18:2 n6t)	1,60±0,002	1,99±0,003^d	1,27±0,001
Linoleik asit (18:2 n6c)	27,5±0,37^d	20,01±0,36	30,12±0,24^d
α -linolenik asit (18:3 n3)	4,19±0,15^d	2,24±0,003	5,64±0,007^d
Araşidonik asit (20:4 n6)	1,71±0,002	5,12±0,13^d	2,36±0,004
EPA (20:5 n3)	1,81±0,005^d	1,55±0,007^d	0,20±0,002
DHA (22:6 n3)	0,22±0,002	0,76±0,004^d	0,15±0,002
Σ PUFA	37±0,53	31,6±0,5	39,7±0,25
Σ MUFA	31,2 ±0,66	24±0,32	24,4±0,71
Σ SFA	28,9±0,33	39,5±0,63	32,8±0,35
Diğer	2,9±0,004	4,9±0,001	3,1±0,002

d: $p<0.001$ c: $p<0.01$ b: $p<0.05$





Şekil 39. *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının yağ asidi kromatogramı

3.2.2.3. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Halocladius* (H.) *fucicola* (Edw., 1926) Larvalarının Yağ Asidi İçeriği

Halocladius (H.) *fucicola* larvalarının *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupları yağ asidi içeriğine göre kıyaslandığında, miristik asit (14:0), palmitoleik asit (16:1 n7), margarik asit (17:0), linoleik asit (18:2 n6t), α -linolenik asit (18:3 n3), araşidik asit (20:0) ve EPA (20:5 n3) yağ asitlerinin *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunda daha yüksek düzeyde bulunduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Şekil 40-42).

Stearik asit içeriği bakımından *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarının, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubuna kıyasla bu yağ asidini daha yüksek düzeyde içerdikleri saptanmıştır ($p<0.001$).

Oleik asit (18:1 n9), linoleik asit (18:2 n6c) ve araşidonik asit (20:4 n6) bakımından *Halocladius* (H.) *fucicola* larva grupları arasında kıyaslandığında, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun bu yağ asitlerini daha yüksek düzeyde içerdiği gözlenmiştir ($p<0.001$) (Tablo 12).

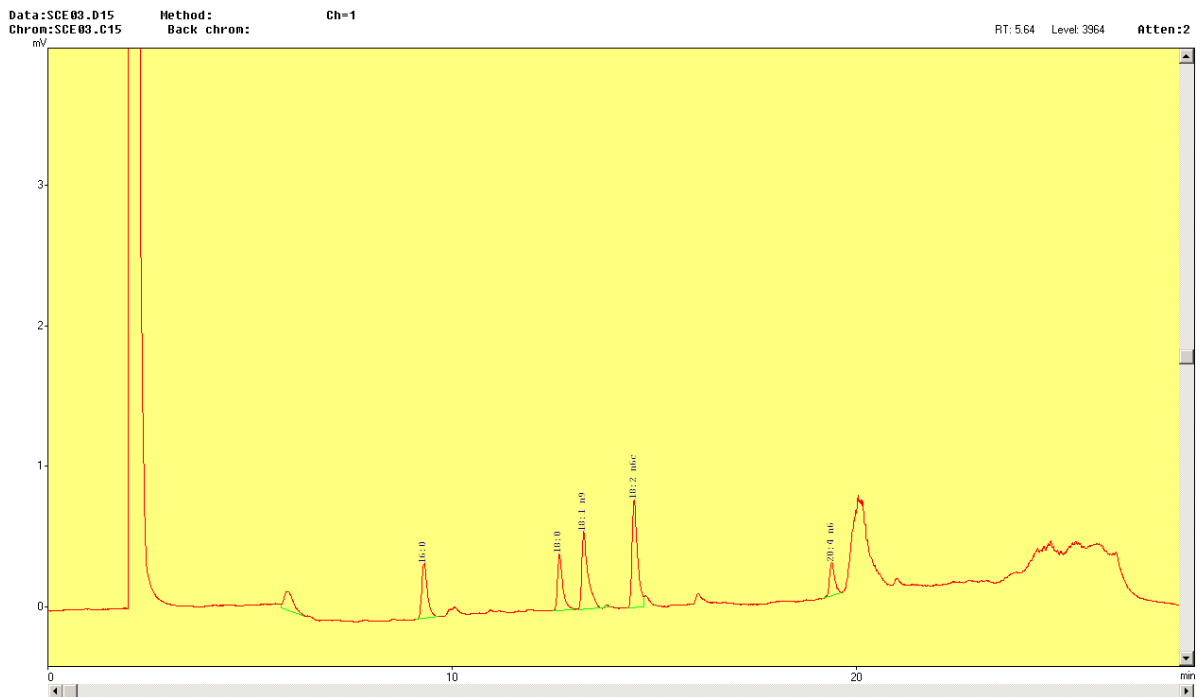
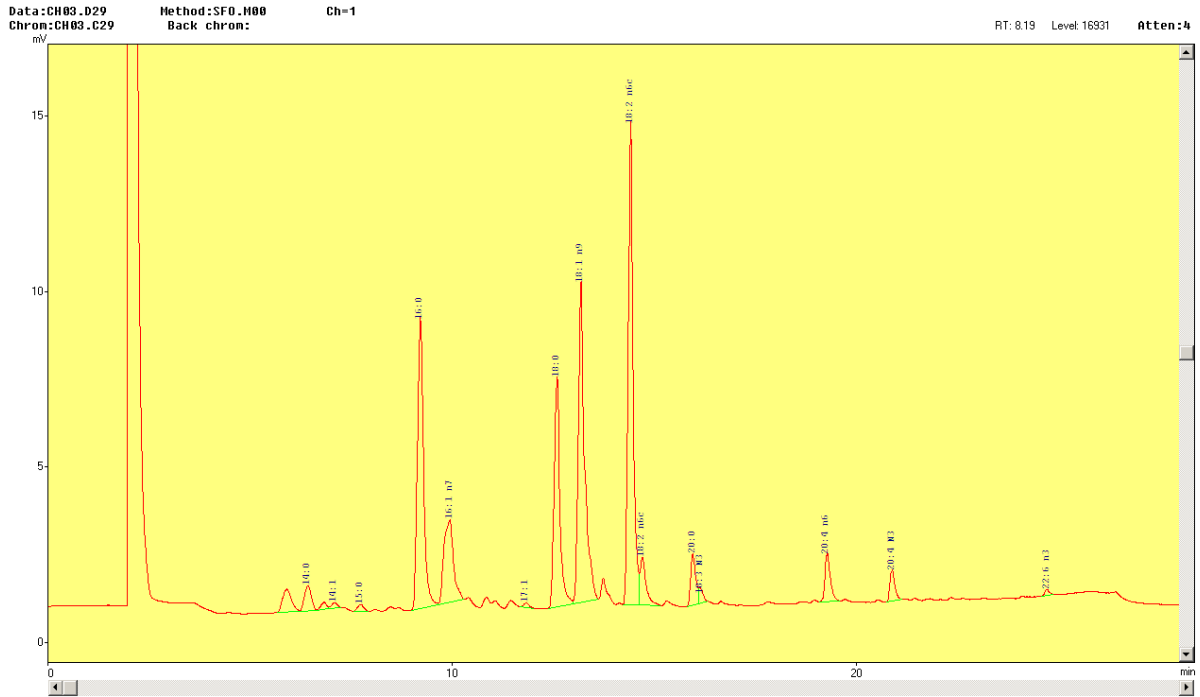
Palmitik asit (16:0) ve behenik asit (22:0) içeriğine göre larva grupları karşılaştırıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha belirgin oranda bu yağ asitlerini içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Tablo 12).

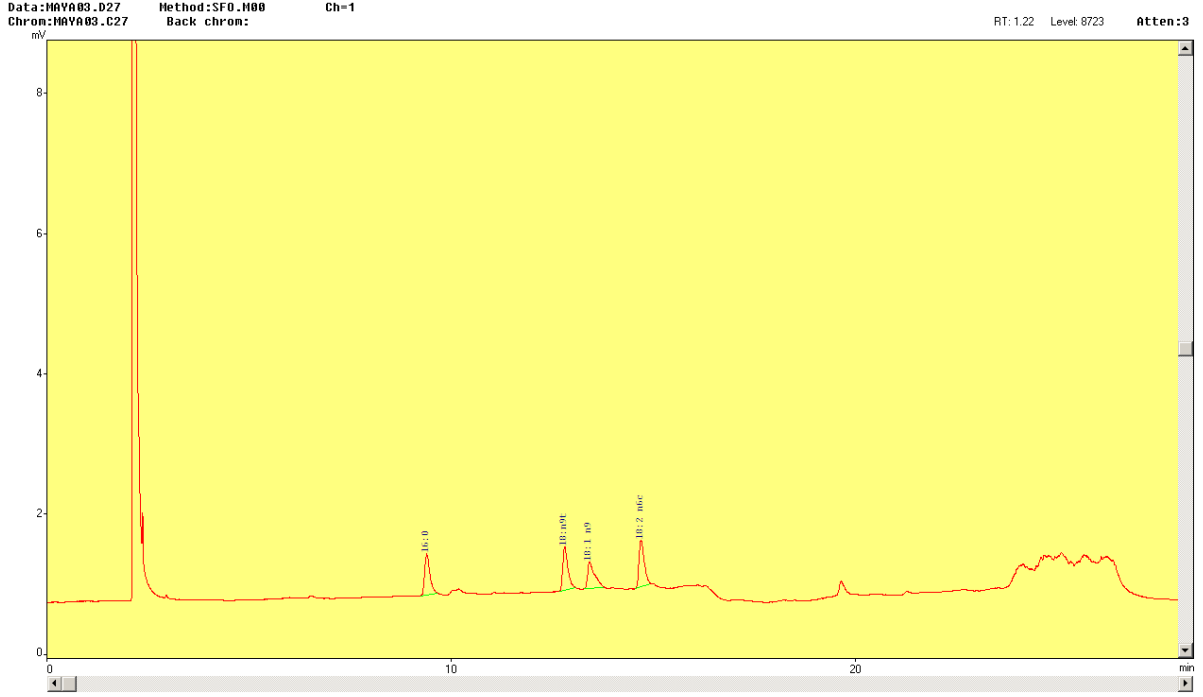
Halocladius (H.) fucicola larvalarının toplam yağ asidi içeriği incelendiğinde, toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunda en yüksek düzeyde saptanmıştır. Toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve toplam doymuş yağ asidi (SFA) düzeyinin, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunda daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 12).

Tablo 12. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının yağ asidi içeriği (%)

Yağ asitleri	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. acutus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
Miristik asit (14:0)	1,72±0,002^d	0,08±0,001	0,20±0,001
Palmitik asit (16:0)	18,13±0,18	13,9±0,28	22,93±0,37^d
Palmitoleik asit (16:1 n7)	8,06±0,009^d	1,18±0,003	2,30±0,002
Margarik asit (17:0)	0,40±0,002^d	0,03±0,001	0,05±0,001
Stearik asit (18:0)	13,96±0,11^d	15,4±0,27^d	3,40±0,002
Oleik asit (18:1 n9)	24,06±0,16	29,1±1,80^d	21,88±0,15
Linoleik asit (18:2 n6t)	1,75±2,60^d	0,10±0,003	0,16±0,002
Linoleik asit (18:2 n6c)	24,1±0,57	30,82±0,27^d	26,11±0,006
α -linolenik asit (18:3 n3)	2,58±4,17^d	0,05±0,003	0,09±0,002
Araşidik asit (20:0)	0,80±0,009^d	0,01±0,002	0,10±0,001
Araşidonik asit (20:4 n6)	2,51±0,002	9,53±0,005^d	0,82±0,001
EPA (20:5 n3)	1,59±1,15^d	0,10±0,004	0,18±0,003
Behenik asit (22:0)	0,22 ±0,003	0,14±0,004	7,50±0,12^d
Σ PUFA	32,5±8,9	40,6±0,28	27,36±0,01
Σ MUFA	32,1±0,17	30,2±1,80	24,18±0,15
Σ SFA	35,2±0,31	29,5±0,55	34,18±0,50
Diğer	0,2±0,001	0	14,2±0,08

d: $p<0.001$ c: $p<0.01$ b: $p<0.05$





Şekil 42. *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladus* (*H.*) *fucicola* (Edw., 1926) larvalarının yağ asidi kromatogramı

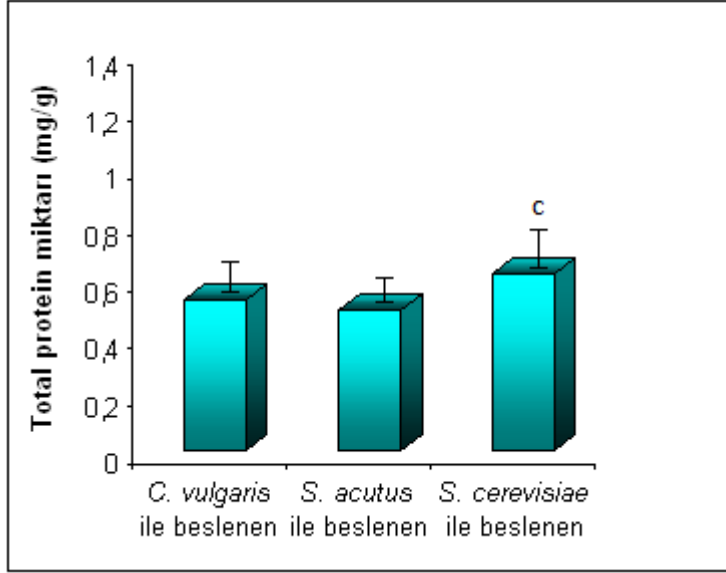
3.2.3. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Total Protein Miktarı

Chironomidae larvalarının total protein miktarı incelendiğinde *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen Chironomidae larvalarında total protein miktarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarında ise total protein miktarının hem türler hem de besin grupları arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

3.2.3.1. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) Larvalarının Total Protein Miktarı

Chironomus plumosus larvalarının *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupları total protein içeriklerine göre kıyaslandığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunda total protein miktarının, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha

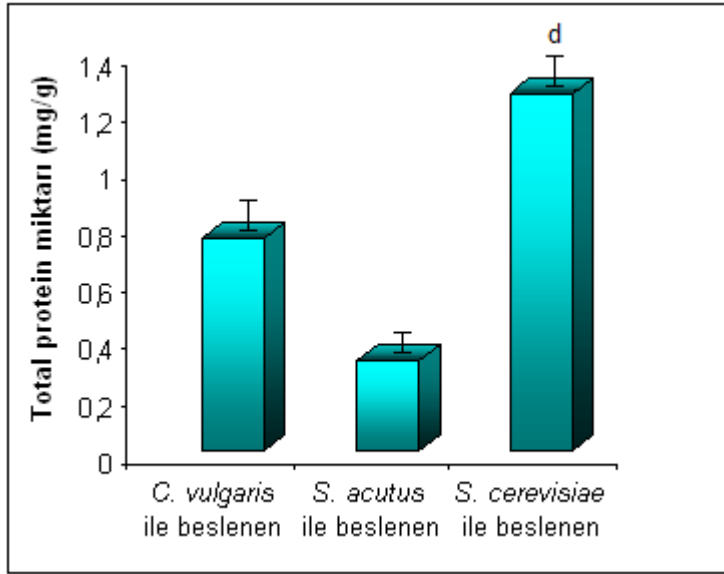
yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun ise *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre kısmen daha yüksek miktarda total protein içerdiği saptanmıştır (Şekil 43).



Şekil 43. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının total protein miktarı d: $p<0.001$ c: $p<0.01$ b: $p<0.05$

3.2.3.2. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 Larvalarının Total Protein Miktarı

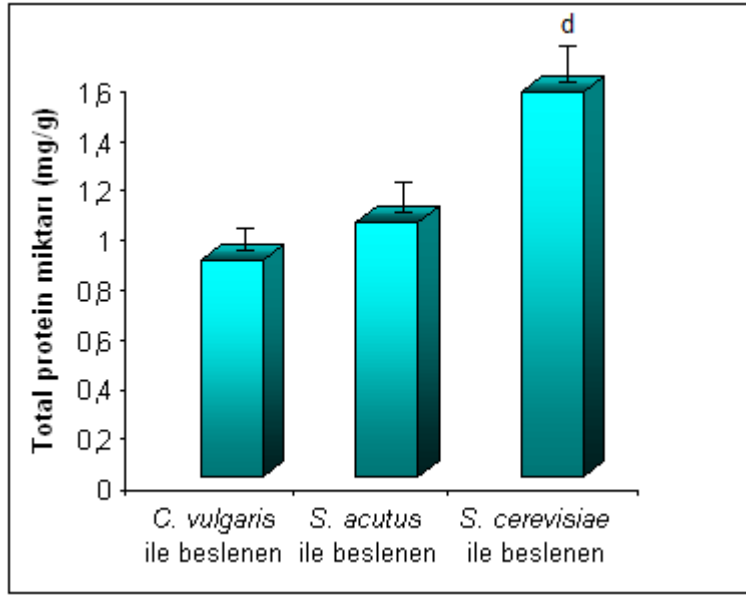
Chironomus anthracinus larvalarının *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupları total protein içeriklerine göre kıyaslandığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha yüksek düzeyde total protein içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun ise *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda total protein içerdiği gözlenmiştir (Şekil 44).



Şekil 44. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının total protein miktarı d: $p<0.001$ c: $p<0.01$ b: $p<0.05$

3.2.3.3. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Halocladius* (H.) *fucicola* (Edw., 1926) Larvalarının Total Protein Miktarı

Halocladius (H.) *fucicola*'nın *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla, total protein miktarının daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek oranda total protein içerdiği saptanmıştır (Şekil 45).



Şekil 45. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladus (H.) fucicola* (Edw., 1926) larvalarının total protein miktarı d: $p < 0.001$ c: $p < 0.01$ b: $p < 0.05$

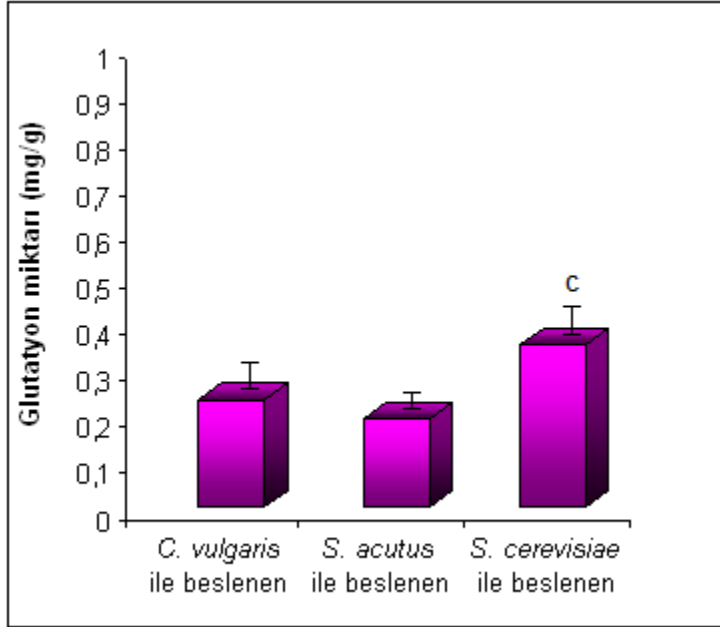
3.2.4. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Glutasyon Miktarı

Glutasyon miktarı bakımından *Chironomus plumosus*, *Chironomus anthracinus* ve *Halocladus (H.) fucicola* larvaları incelendiğinde *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının daha yüksek düzeyde glutasyon içerdikleri saptanmıştır. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larvalarda ise glutasyon miktarının değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

3.2.4.1. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) Larvalarının Glutasyon Miktarı

Chironomus plumosus'un *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının glutasyon miktarları karşılaştırıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha fazla glutasyon içerdiği tespit edilmiştir ($p < 0.01$). *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun ise

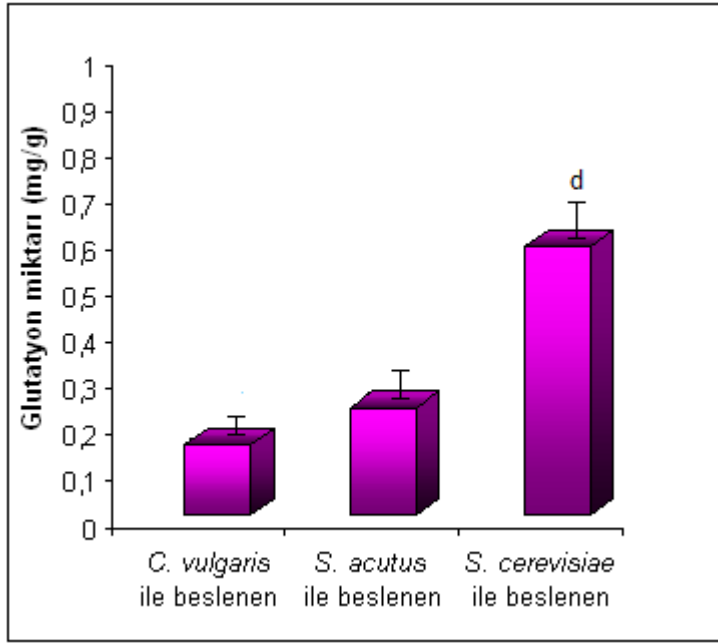
Scenedesmus acutus ile beslenen larva grubuna göre kısmen daha yüksek miktarda glutatyon içerdiği gözlenmiştir (Şekil 46).



Şekil 46. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının glutatyon miktarı d: $p < 0.001$ c: $p < 0.01$ b: $p < 0.05$

3.2.4.2. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 Larvalarının Glutatyon Miktarı

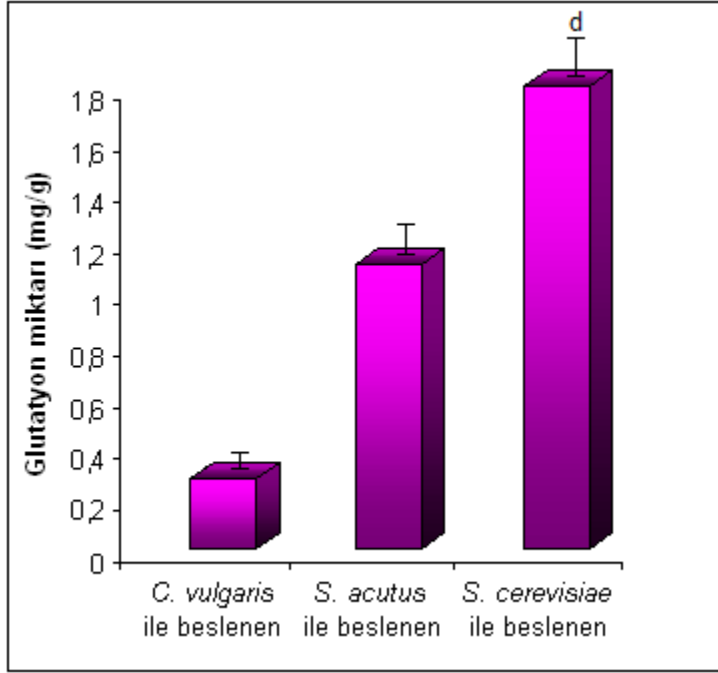
Chironomus anthracinus'un *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha belirgin oranda glutatyon içerdiği tespit edilmiştir ($p < 0.001$). *Scenedesmus acutus* ile beslenen *Chironomus anthracinus* larva grubunun *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda glutatyon içerdiği gözlenmiştir (Şekil 47).



Şekil 47. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının glutatyon miktarı d: $p<0.001$ c: $p<0.01$ b: $p<0.05$

3.2.4.3. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Halocladius* (H.) *fucicola* (Edw., 1926) Larvalarının Glutathyon Miktarı

Halocladius (H.) *fucicola*'nın *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grupları glutatyon miktarları bakımından kıyaslandığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha fazla glutatyon içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.01$). *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda glutatyon içerdiği belirlenmiştir (Şekil 48).



Şekil 48. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladus* (*H.*) *fucicola* (Edw., 1926) larvalarının glutatyon miktarı d: $p<0.001$ c: $p<0.01$ b: $p<0.05$

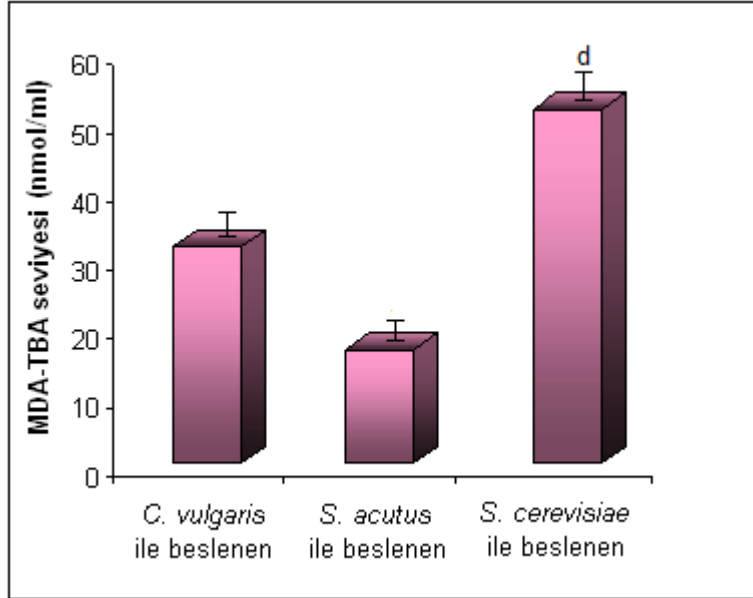
3.2.5. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen Chironomidae Larvalarında Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı

Chlorella vulgaris, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen Chironomidae larva gruplarının lipit peroksidasyon (LPO) miktarlarına bakıldığında, hem türler hem de besin grupları arasında LPO miktarının değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

3.2.5.1. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) Larvalarının Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı

Chironomus plumosus'un *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha belirgin oranda lipit peroksidasyon (LPO) içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). *Chlorella*

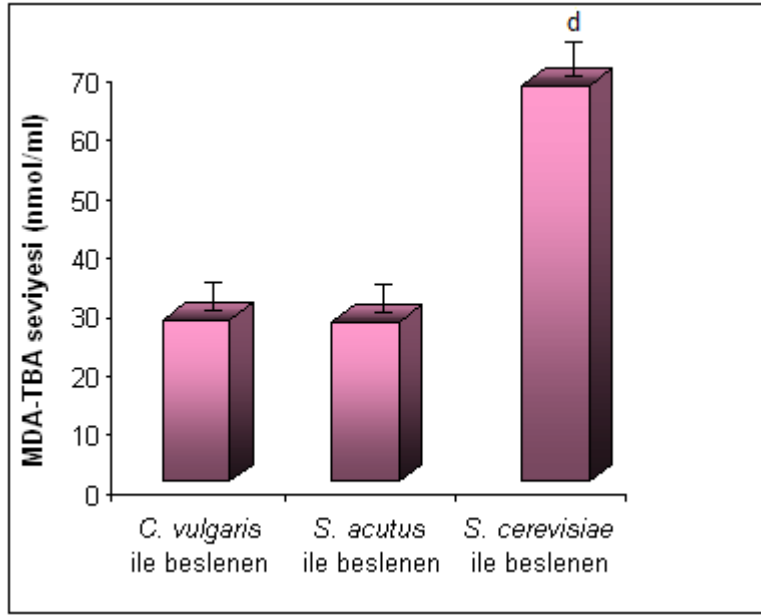
vulgaris ile beslenen larva grubunun *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek düzeyde LPO içerdiği saptanmıştır (Şekil 49).



Şekil 49. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus plumosus* (L., 1758) larvalarının lipid peroksidasyon miktarı d: $p<0.001$ c: $p<0.01$ b: $p<0.05$

3.2.5.2. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 Larvalarının Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı

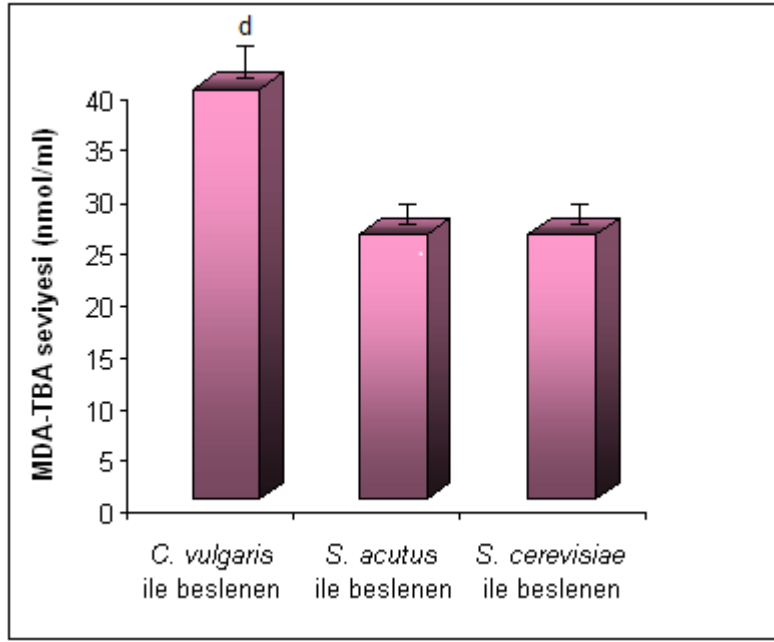
Chironomus anthracinus'un *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grupları LPO miktarları bakımından kıyaslandığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha yüksek miktarda LPO içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun ise *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda LPO içerdiği gözlenmiştir (Şekil 50).



Şekil 50. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Chironomus anthracinus* Zett., 1860 larvalarının lipit peroksidasyon miktarı d: p<0.001 c: p<0.01 b: p<0.05

3.2.5.3. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen *Halocladius (H.) fucicola* (Edw., 1926) Larvalarının Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarı

Halocladius (H.) fucicola larvalarının *Chlorella vulgaris* ile beslenen grubunda LPO düzeyinin *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla oldukça belirgin düzeyde olduğu görülmüştür (p<0.001). *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun ise *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek oranda LPO içerdiği belirlenmiştir (Şekil 51).



Şekil 51. *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen *Halocladius* (*H.*) *fucicola* (Edw., 1926) larvalarının lipid peroksidasyon miktarı d: $p < 0.001$ c: $p < 0.01$ b: $p < 0.05$

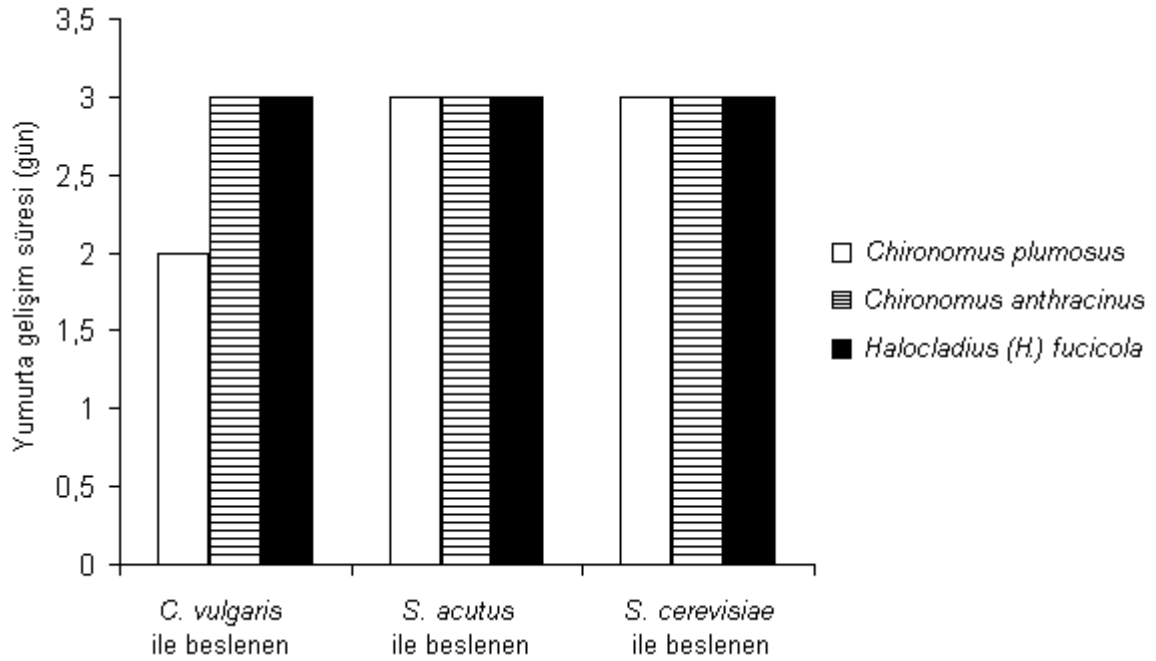
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Gelişim Süreleri

Chironomus plumosus'un farklı besin ortamlarında gelişim süreleri incelendiği zaman, yumurta safhası en kısa 2 gün olarak *Chlorella vulgaris* ile beslenen grupta saptanmıştır. *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenenlerde bu süre 1 gün daha fazla olup 3'er gün sürmüştür (Şekil 52). *Chironomus plumosus*'un larval safhasının yine *Chlorella vulgaris* ile beslenen grupta en kısa olarak 10 gün sürdüğü tespit edilmiştir. *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplarda ise larval safhanın daha uzun sürdüğü gözlenmiş olup, sırasıyla 11 ve 13 gün olarak saptanmıştır (Şekil 53). Pupa safhasının, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda 3 gün sürdüğü tespit edilmiştir. Buna karşılık *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta ise 1 gün daha fazla sürerek toplam 4 gün olduğu gözlenmiştir (Şekil 54). *Chironomus plumosus*'un ergin döneminde besin gruplarının etkili olmadığı saptanmıştır. Bu safhanın, tüm gruplarda 3-5 gün sürdüğü gözlenmiştir. *Chironomus plumosus*'un toplam gelişim süresi *Chlorella vulgaris* ile beslenen grupta 20 gün, *Scenedesmus acutus* ile beslenen grupta ise 22 gün olarak saptanmıştır. En uzun gelişim süresi ise *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta tespit edilmiş olup, 25 gün olarak saptanmıştır (Şekil 55).

Chironomus anthracinus'un farklı besin ortamlarında gelişim süreleri incelendiğinde, *Chironomus plumosus*'tan farklı olarak yumurta safhasının tüm besin gruplarında aynı sürdüğü gözlenmiş olup 3 gün olarak saptanmıştır (Şekil 52). *Chironomus anthracinus*'un gelişiminde en bariz fark larval safhada gözlenmiştir. *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta larval safhanın 14 gün sürdüğü, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda ise 12 gün sürdüğü tespit edilmiştir (Şekil 53). Pupa safhasının, *Chironomus plumosus*'ta olduğu gibi, *Chironomus anthracinus*'un *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grubunda da en uzun sürdüğü tespit edilmiş olup, 4 gün olarak belirlenmiştir. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda yine *Chironomus plumosus*'ta olduğu gibi pupa safhasının 3'er gün sürdüğü saptanmıştır

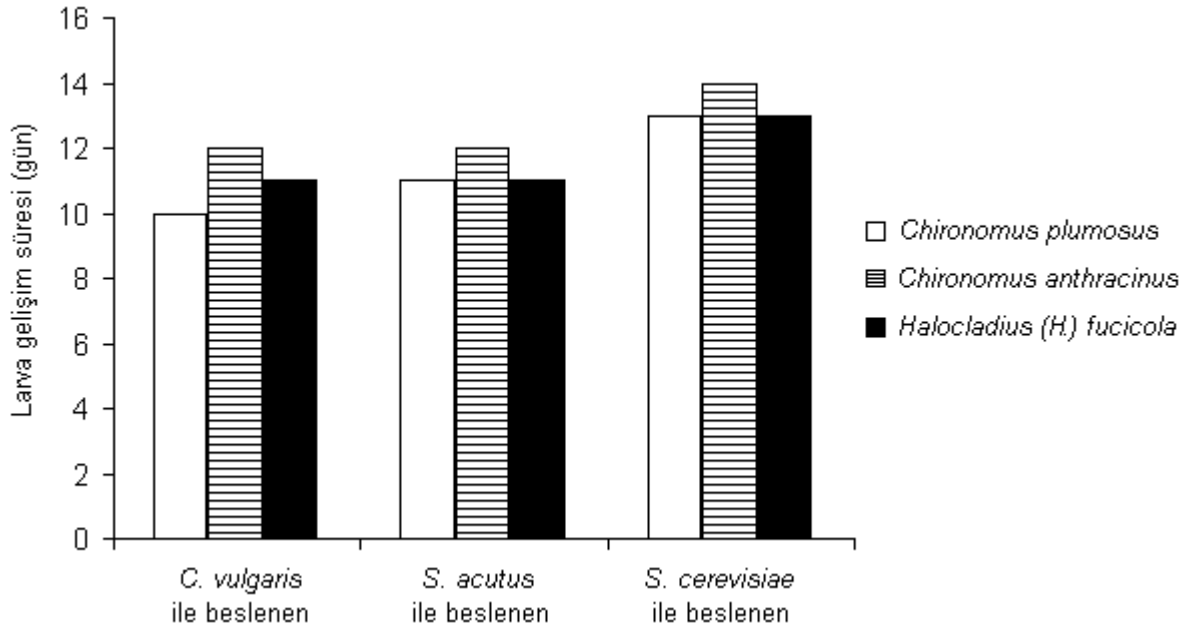
(Şekil 54). Ergin safhaya bakıldığında yine besin gruplarının etkili olmadığı ve bu safhanın *Chironomus anthracinus*'un tüm besin gruplarında 3-5 gün sürdüğü belirlenmiştir. *Chironomus anthracinus*'un toplam gelişim süresi ele alındığında, en uzun gelişim süresi, *Chironomus plumosus*'a benzer şekilde *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta tespit edilmiş olup, 26 gün olarak kaydedilmiştir. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarında ise toplam gelişim süresinin aynı olduğu gözlenmiş olup, 23 gün olarak saptanmıştır (Şekil 55).



Şekil 52. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) Chironomidae türlerinin yumurta gelişim süresi

Halocladius (H.) fucicola'nın yumurta safhasının *Chironomus anthracinus*'a benzer şekilde, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplarda 3'er gün sürdüğü tespit edilmiştir (Şekil 52). *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* türlerinde olduğu gibi, *Halocladius (H.) fucicola* türünde de *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta larval safhanın en uzun sürdüğü gözlenmiş olup, 13 gün olarak tespit edilmiştir. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda ise larval safha 11 gün olarak belirlenmiştir (Şekil 53). Pupa safhasına bakıldığında, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupların hepsinde 4'er gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 54). Ergin safhası incelendiğinde yine besin grupları arasında farklılık gözlenmemiştir. *Halocladius (H.)*

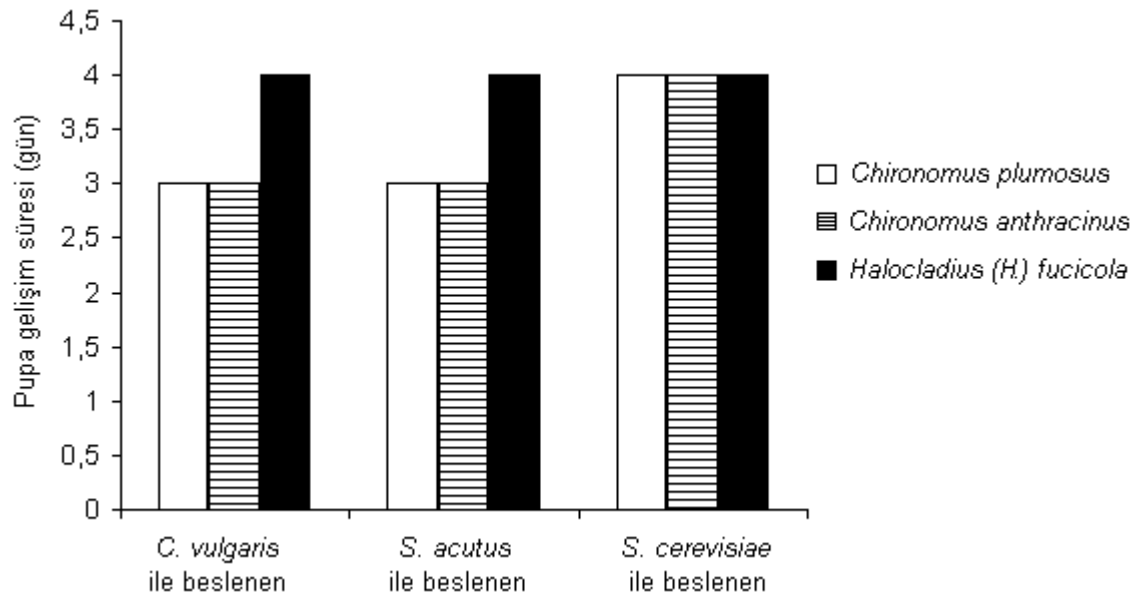
fucicola'nın tüm besin gruplarında ergin safhasının 3-5 gün sürdüğü tespit edilmiştir. *Halocladius (H.) fucicola*'nın en uzun gelişim süresi, *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* türlerinde olduğu gibi yine *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupta tespit edilmiş olup 25 gün olarak saptanmıştır. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen grupların ise gelişim sürelerinin aynı olduğu gözlenmiş olup 23 gün olarak kaydedilmiştir (Şekil 55).



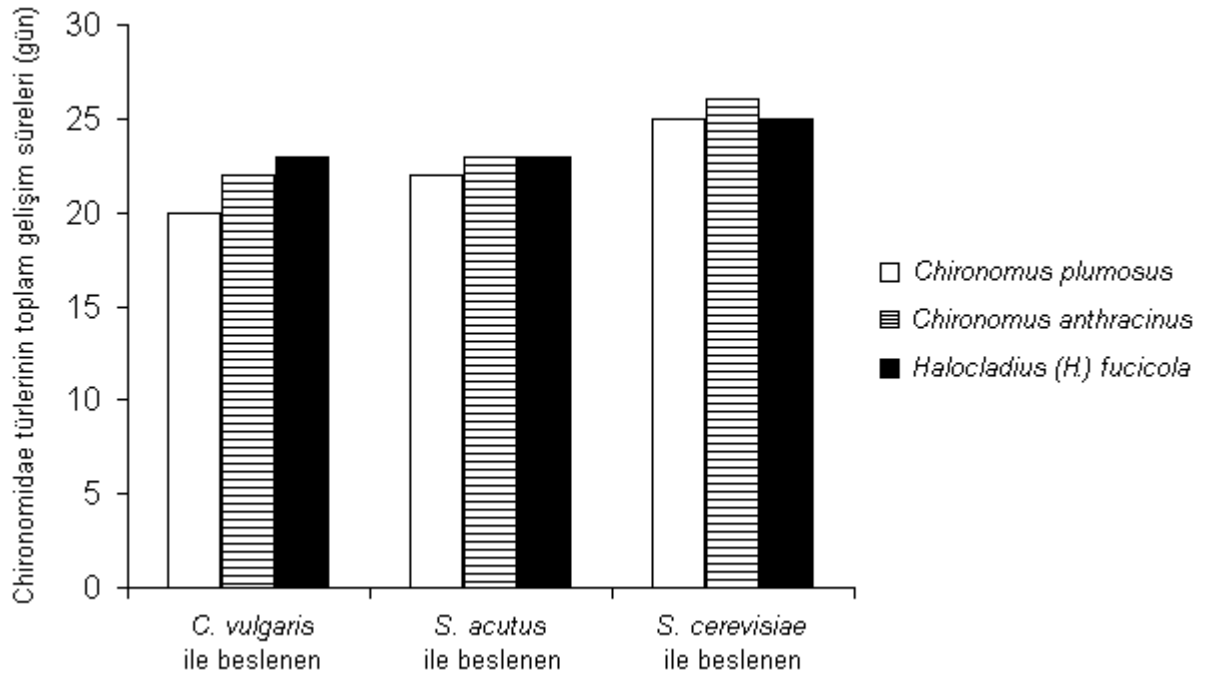
Şekil 53. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) Chironomidae türlerinin larva gelişim süresi

Chironomidae türlerinin toplam gelişim süreleri dikkate alındığında, türler arasında büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Gelişimlerinde en uzun süren safha, larva safhası olup, bu durum Chironomid türleri için karakteristiktir [177, 178]. Çalışmamızda *Chironomus plumosus*, *Chironomus anthracinus* ve *Halocladius (H.) fucicola* türlerinin yumurta, pupa ve ergin süreleri arasında büyük bir farklılık saptanmamıştır (Şekil 55).

Çalışmamızda yetiştirdiğimiz Chironomidae türleri besin grupları açısından ele alındığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplarda toplam gelişim süresinin, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplara kıyasla daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Özellikle *Chironomus anthracinus* türünün *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grubunda bu sürenin diğer gruplardan daha uzun olduğu gözlenmiştir. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslediğimiz Chironomidae türlerinin birbirine yakın veya aynı sürelerde gelişimlerini tamamladıkları görülmüştür (Şekil 55).



Şekil 54. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) Chironomidae türlerinin pupa gelişim süresi



Şekil 55. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) Chironomidae türlerinin toplam gelişim süreleri

Frouz ve ark. [42], *Glyptotendipes paripes* (Chironomidae: Diptera) larvasını 6 alg türüyle (*Botryococcus braunii*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella keslerii*, *Microcystis* sp., *Anabaena flos-aquae*, *Lyngbia* cf. *aeruginosa*) besleyerek, larval gelişim, büyüme, hayatta kalma, erginleşme ve besin sindirimi üzerine araştırma yapmışlardır. *Scenedesmus*

quadricauda, *Botryococcus braunii* ve *Microcystis* sp. ile beslenen larvaların gelişimlerini tamamlamadan öldüklerini gözlemlemişlerdir. Bu alg türlerinin hücre çeperlerinin uzantılar içermesi ve bu nedenle larvaların sindirimini güçleştirmeleri nedeniyle *Glyptotendipes paripes* larvası için uygun olmadıklarını öne sürmüşlerdir. Diğer alg türlerinin *Glyptotendipes paripes* larvasının gelişimini olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır. *Chlorella keslerii*, *Anabaena flos-aquae* ve *Lyngbia* cf. *aeruginosa* ile beslenen larvaların tüm gelişim safhalarını tamamladıklarını ve özellikle *Chlorella keslerii* ile beslendiğinde *Glyptotendipes paripes* larvasının en yüksek düzeyde gelişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. *Chlorella keslerii* ile beslenen larvaların tamamına yakınının tüm gelişim safhalarını tamamlayarak pupa safhasına eriştiklerini saptamışlardır. Çalışmamızda ise türler ve besin grupları arasında büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Hem *Chlorella vulgaris* hem de *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grupları tüm gelişim safhalarını tamamlamışlardır. Chironomidae türlerinin *Scenedesmus acutus* ile beslenmeleri, larvaların gelişimlerini olumsuz yönde etkilememiştir. Frouz ve ark. [42], yapmış oldukları çalışmada, *Scenedesmus quadricauda* ile beslenmeleri *Glyptotendipes paripes* larvalarının sindirimini güçleştirmesine karşılık, bizim çalışmamızda *Scenedesmus acutus*'un Chironomidae türlerinin sindirimini güçleştirmedeği gözlenmiştir. Johnson ve Pejler [179], *Chironomus plumosus*, *Chironomus anthracinus* ve *Halocladus* (H.) *fucicola* gibi türlerin beslenmesinde yeşil alglerin baskın olduğunu, ayrıca bu türlerin diatome gibi hücre çeperi kalın canlı gruplarıyla beslendiklerini öne sürmüşlerdir. Bu şekilde Chironomid türlerinin besin tercihlerinde seçici davranmaları, larva beslenmesinde çeşitliliğe ve farklılığa neden olmaktadır. Çalışmamızda yetiştirdiğimiz Chironomid türleri *Scenedesmus acutus* gibi kalın hücre çeperi olan canlı grubuyla beslenerek gelişimlerini devam ettirmiştir. Provost ve Branch [180] ise, *Glyptotendipes paripes* larvalarının beslenmesinde dominant besin grubunun mavi-yeşil algler olduğunu ve toplam fitoplankton içeriğinin %98,7'sini mavi-yeşil alglerin oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Nath ve ark. [43], *Chironomus ramosus*'u (Chironomidae) laboratuvar şartlarında yetiştirmede uygun bir model oluşturma amacıyla bir çalışma yapmışlardır. *Chironomus ramosus*'un yumurta safhasını 2 gün olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda yetiştirdiğimiz Chironomidae türlerinin yumurta safhası 2 veya 3 gün olarak tespit edilmiş olup, Nath ve ark. [43], yapmış oldukları çalışmayla uyum içerisinde olduğu görülmektedir (Şekil 52).

Nath ve ark. [43], yaptıkları çalışmada *Chironomus ramosus*'un larva safhasını 29 gün olarak saptamışlardır. Bizim çalışmamızda larva süresi besin gruplarına göre 10-14 gün arasında değişmektedir. Özellikle *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larvaların gelişim süresinin, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Şekil 53). Sonuçta, çalışmamızda Chironomidae larvalarının *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenmesinin, larval safhayı uzatarak pupa safhasına geçişini geciktirdiği görülmektedir. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*'un fotosentez yaparak, su ortamına oksijen kazandırmasının, Chironomidlerin gelişimlerini hızlandırdığı öne sürülmektedir. Ayrıca, *Saccharomyces cerevisiae*'nin su ortamında mayalanması ve bu şekilde çoğalmasının Chironomidlerin gelişimlerini olumsuz yönde etkilemiştir [180].

Nath ve ark. [43] yaptıkları çalışmada, *Chironomus ramosus*'un pupa safhasını 3 gün olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda Chironomidae türlerinde pupa safhası 3 veya 4 gün olarak saptanmıştır (Şekil 54). Yine aynı çalışmada Nath ve ark. [43], *Chironomus ramosus*'un ergin safhasını 2-3 gün olarak saptarken, bizim çalışmamızda ise ergin safhası 3-5 gün olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda, *Chironomus ramosus* 'un yumurtadan ergine kadar olan toplam yaşam döngüsünü 36 günde tamamladığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda toplam gelişim süresi 23-26 gün arasında değişkenlik göstermiştir. İki çalışma arasındaki gelişim süresi farkının, tür, besin ve ortam koşullarının farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Genel olarak *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplarda toplam gelişim süresinin daha kısa ve birbirine yakın olduğu, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplarda ise bu sürenin daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Şekil 55). Bu durumda, Chironomidae türlerinin beslenme şekillerinin onların gelişim süreleri üzerinde etkili olduğunu düşünmekteyiz. *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen Chironomidae larvalarının, besinden yararlanma ve besini sindirme konusunda güçlük çektiği ve gelişimlerini geciktirdiği öne sürülmektedir. Jónasson [182], Chironomid büyüme ve gelişimi üzerine yapmış olduğu çalışmada, Chironomidae larvalarının büyüme ve gelişiminde etkili olan faktörlerin sudaki oksijen konsantrasyonu ile Chironomidlerin besinden yararlanabilme faaliyetleri olduğunu belirtmiştir. Sıcaklık ve besin böcekler için gerekli olan önemli çevresel faktörlerdir. Düşük sıcaklık ve yetersiz besin şartları böceklerin büyüme oranında düşüşe ve gelişim süresinin uzamasına neden olmaktadır [183, 184]. Branch ve Wichita [185], Chironomidlerin yaz sıcaklığında 18 ile 20 gün

arasında değişen sürelerde gelişimlerini tamamladıklarını, ancak soğuk hava koşullarının bu süreyi 3 veya 4 gün uzattığını belirtmişlerdir.

Alg ve maya türleri canlı besin kaynağı olarak, farklı organizmaların yetiştiriciliğinde kullanılmış ve bu konuda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ölmez ve ark. [186], farklı ortamlarda üretilmiş *Scenedesmus acuminatus* alginin ve *Saccharomyces cerevisiae* ekmek mayasının, *Daphnia magna*'nın populasyon artışına etkisiyle ilgili bir çalışma yapmışlardır. *Daphnia magna*'nın üretimi açısından en iyi sonuçları (maksimum birey sayısı ve maksimum büyümeyi) *Scenedesmus acuminatus* ile beslenen grupta elde etmişlerdir. Sadece mayayla beslenen grupta gelişimin en düşük düzeyde olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde, Şanal ve Köksal [187] ise, farklı besin ortamlarının *Daphnia pulex*'in üreme randımanı üzerine etkisiyle ilgili yaptıkları çalışmada, besin ortamı olarak tek hücreli yeşil alg (*Scenedesmus disciformis*), kuru ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ve ticari alabalık yavru yemi ile yonca unu karışımı olmak üzere 3 farklı diyet kullanmışlardır. *Daphnia pulex* türünün üretiminde en iyi sonucu tek hücreli yeşil alg (*Scenedesmus disciformis*) besin ortamından elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda benzer şekilde alg ile (*Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*) beslenen Chironomidae türlerinin, gelişimlerini daha kısa sürede tamamladıkları gözlenirken, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ile beslenen türlerin ise gelişim safhalarının daha uzun sürdüğü ve erginleşmelerinin geciktiği saptanmıştır. Bu bakımdan, elde ettiğimiz sonuçların Ölmez ve ark. [186] ile Şanal ve Köksal [187]'in yapmış oldukları çalışmalarla uyum içinde olduğu görülmektedir.

Naylor ve ark. [188], yine *Daphnia magna*'yı farklı alg türleriyle (*Chlorella vulgaris*, *Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus subsicatus* ve *Chlamydomonas reinhardi*) besleyerek yetiştirmişlerdir. *Daphnia* kültürlerinde çok sayıda doğal ve yapay besinlerin kullanıldığını ancak genellikle tek hücreli yeşil alglerin en başarılı besin olarak görüldüğünü bildirmişlerdir. En iyi büyümeyi *Chlorella vulgaris*'le beslenen grupta tespit etmişlerdir. *Scenedesmus subsicatus* ile beslenen grupta ise ilk üreme zamanının geciktiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva gruplarının, *Scenedesmus acutus* ile beslenen gruplara kıyasla daha kısa sürede gelişimlerini tamamladıkları gözlenmiştir (Şekil 52). Elde ettiğimiz verilerin, Naylor ve ark. [188], yaptıkları çalışmayla uyum içinde olduğu saptanmıştır.

Özbaş ve ark. [189], *Brachionus plicatilis* (rotifer)'in farklı besin ortamlarında büyümesiyle ilgili yaptıkları bir çalışmada, rotiferleri alg (*Nannochloropsis* sp.), ekmek

mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ve kurutulmuş *Spirulina* tozu ile beslemişlerdir. Sonuç olarak alg içeren grupların en iyi büyümeyi gösterdiğini tespit etmişlerdir. *Spirulina* ise partikül büyüklüğünden dolayı rotiferlerden tarafından alınamamıştır. Çalışmamızda Chironomidlerin alglerle (*Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*) beslenen gruplarının, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ile beslenen gruplara göre gelişimlerini daha kısa sürede tamamladıkları gözlenmiştir. Aynı zamanda yetiştirdiğimiz tüm alg ve maya gruplarının Chironomidae türlerinin ağız yapısı için optimum büyüklükte olması sebebiyle, Chironomidae türlerinin tüm besin ortamlarından yararlanabildikleri görülmüştür. Ayrıca Chironomid türleri çok çeşitli şekillerde (toplayıcı, avcı, kazıcı, delici, dilimleyici, filtre ederek ve yutarak) beslenme davranışı göstermektedir. *Chironomus plumosus* tipik olarak filtre ederek beslenmekte (filtre-feeding) [190], *Chironomus anthracinus* ise, dibe çöken sedimentten beslenmektedir [182, 191]. *Halocladus (H.) fucicola* gibi Orthocladinae türleri ise yutarak veya delici olarak (yaprak, odun) beslenmektedir [192, 193]. Bu şekilde Chironomid türleri zemindeki canlı gruplarına çeşitli yollarla ulaşmış ve besin ortamından rahatlıkla yararlanabilmiştir.

Birçok çalışmada, Chironomid büyüme ve gelişiminin, alg veya algal orjinli atıklarla beslenmesiyle yakından ilişkili olduğu [179, 182, 194, 195] ve bentik yeşil alglerin Chironomid larvalarının beslemesinde en önemli besin kaynağı olduğu [17] bildirilmiştir. Çalışmamızda yetiştirdiğimiz Chironomidae türlerinin, alg ile beslenen grupları gelişimlerini daha kısa sürede tamamlamışlardır (Şekil 55). Berg [196], Chironomidlerin dominant besin kaynağını alglerin oluşturduğunu ve her Chironomid türünün tercih ettiği alg grubunun farklılık gösterdiğini bildirmiştir. *Chironomus plumosus*'un günlük karbon ihtiyacına göre bazı alg gruplarını tercih ettiği Johnson ve ark. [197] tarafından belirtilmiştir.

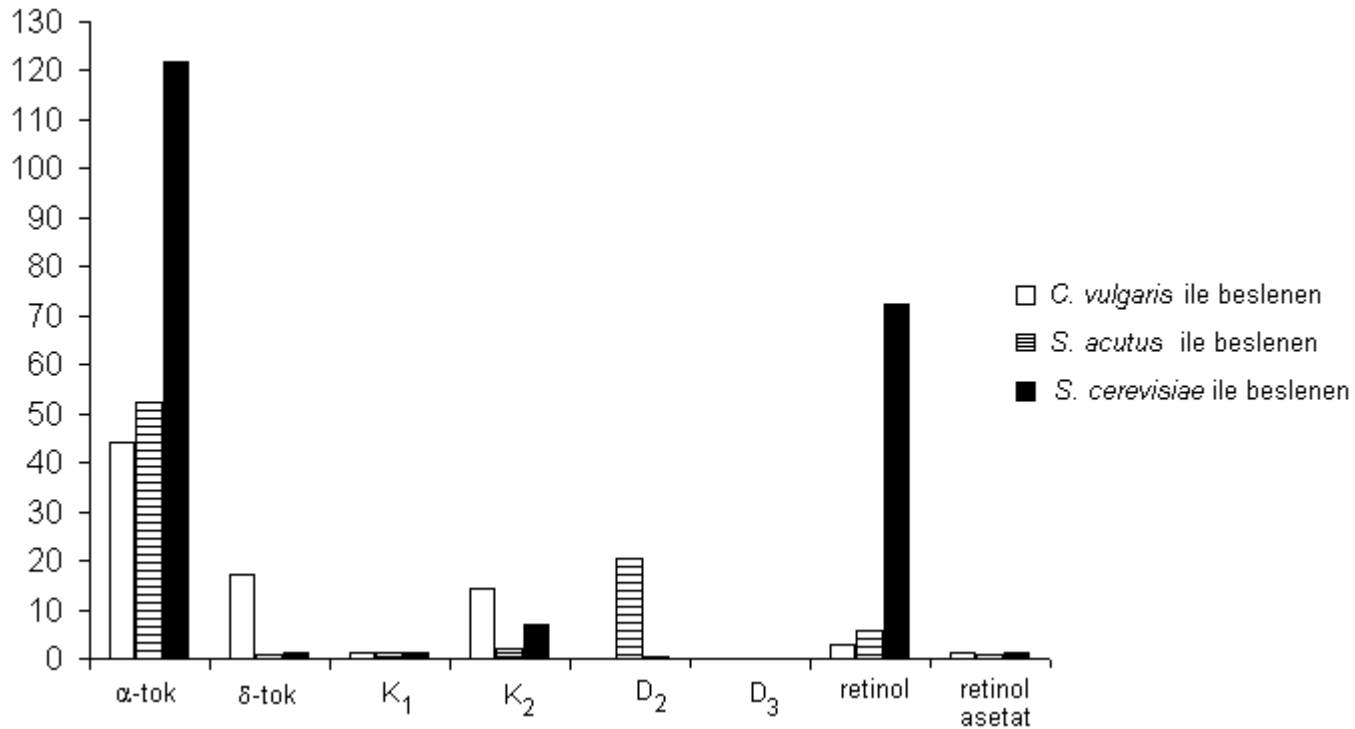
4.2. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile Beslenen Chironomidae Larvalarının Biyokimyasal Özellikleri

Vitamin ve Sterol Analizi:

Chironomidae larvalarının vitamin analizi sonuçlarına bakıldığında, *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen tüm Chironomidae larva gruplarında, α tokoferol, δ

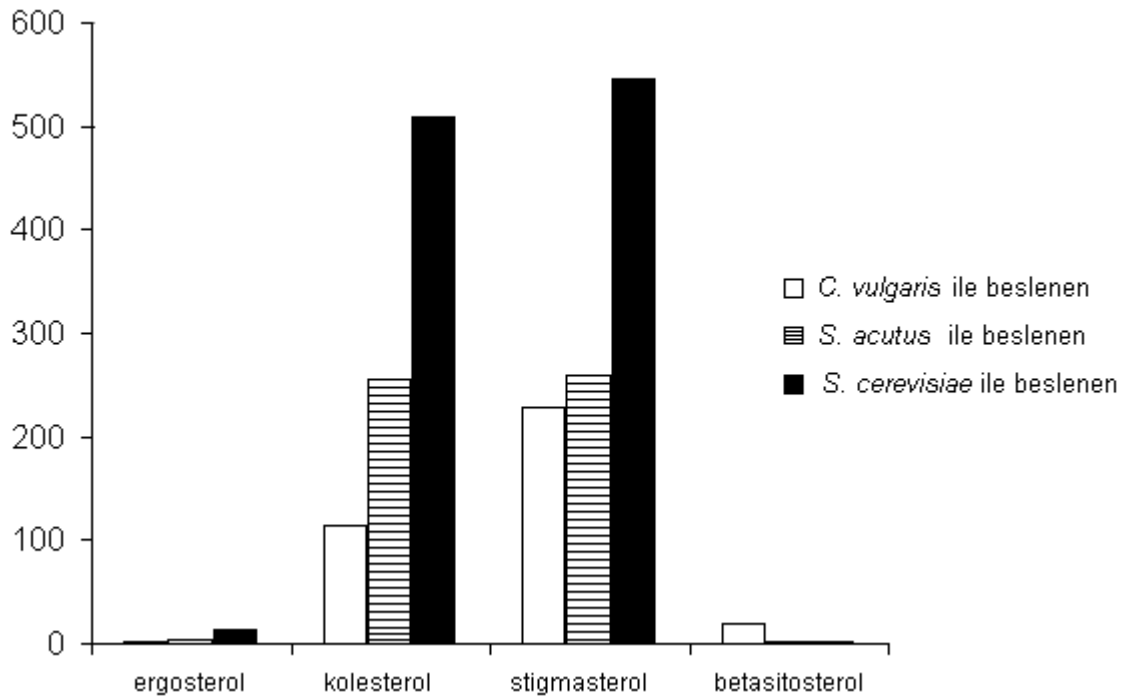
tokoferol, K₁, K₂, D₂, D₃, retinol (A vitamini) ve retinol asetat vitaminlerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Sterol analizi sonuçları incelendiğinde, *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen tüm Chironomidae larva gruplarında ergosterol, kolesterol, stigmasterol ve β -sitosterol bulunduğu görülmüştür.

Chironomus plumosus larvalarının *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunun *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen gruplara kıyasla δ tokoferol ve K₂ vitaminini daha yüksek miktarda içerdiği tespit edilmiştir ($p < 0.001$). D₃ vitamini bakımından da yine *C. vulgaris* ile beslenen *Chironomus plumosus* larvalarının daha fazla miktarda bu vitamini içerdiği saptanmıştır ($p < 0.05$). D₂ ve K₁ vitamini içeriğine göre ise, *S. acutus* ile beslenen *Chironomus plumosus* larvalarının, *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen gruplara göre daha yüksek oranda bu vitaminleri içerdiği belirlenmiştir (D₂ vit., $p < 0.001$; K₁ vit., $p < 0.05$). α tokoferol, retinol ve retinol asetat vitaminleri bakımından *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha fazla oranda bu vitaminleri içerdiği tespit edilmiştir (α tokoferol ve retinol vit., $p < 0.001$; retinol asetat vit., $p < 0.01$). *Chironomus plumosus* larvalarında en yüksek oranda tespit edilen vitaminin, α tokoferol vitamini olduğu gözlenmiştir (Şekil 56).



Şekil 56. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus plumosus* (L., 1758)'un vitamin içeriği (µg/g hücre peleti)

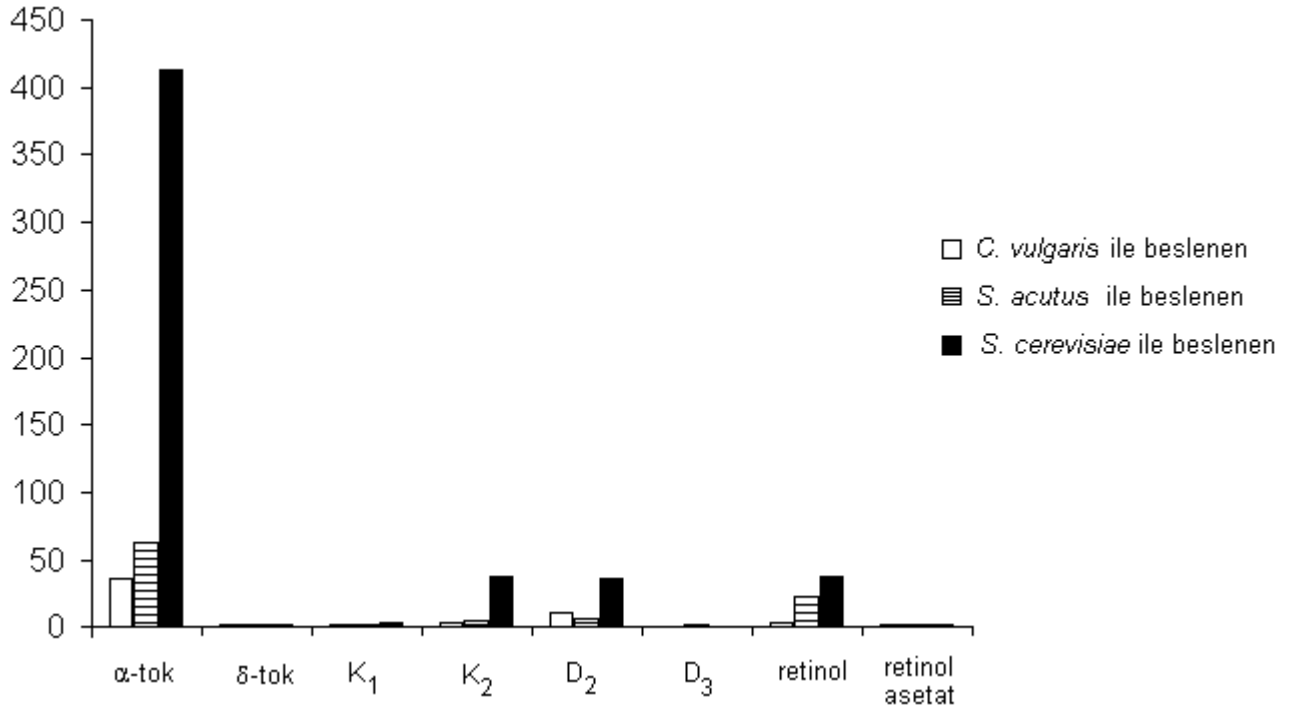
Chironomus plumosus larvalarının sterol içeriklerine bakıldığında *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunda, ergosterol, kolesterol ve stigmasterol miktarının, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). β -sitosterol içeriği bakımından *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunun, bu sterolü diğer besin gruplarından daha yüksek oranda içerdiği gözlenmiştir ($p<0.001$) *Chironomus plumosus* larvalarında en yüksek oranda tespit edilen sterollerin kolesterol ve stigmasterol olduğu görülmüştür (Şekil 57).



Şekil 57. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus plumosus* (L., 1758)'un sterol içeriği (µg/g hücre peleti)

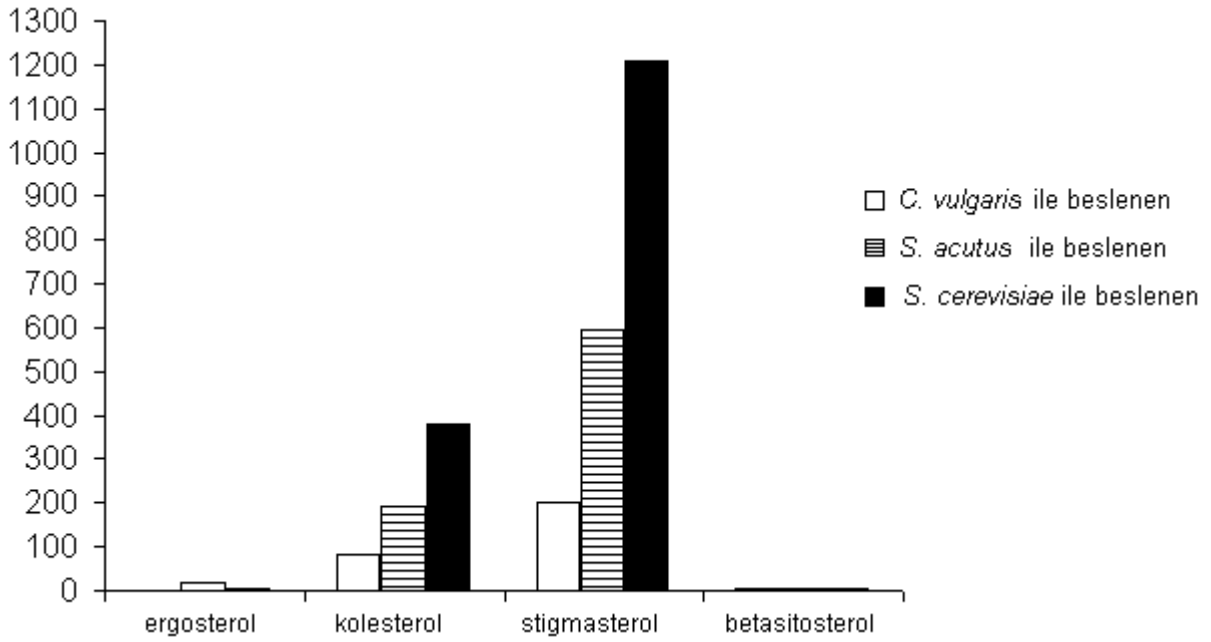
Chironomus anthracinus larvalarının *S. acutus* ile beslenen grubunun, *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla, δ tokoferol vitaminini daha yüksek oranda içerdiği belirlenmiştir ($p<0.01$). D_3 ve retinol asetat vitamin içeriği bakımından yine *S. acutus* ile beslenen larva grubunun, diğer besinlerle beslenen larva gruplarına göre belirgin oranda bu vitaminleri içerdiği saptanmıştır ($p<0.001$). Retinol vitamini bakımından *S. cerevisiae* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarının, *C. vulgaris* ile beslenen larva grubuna göre daha fazla retinol vitamini içerdikleri gözlenmiştir ($p<0.001$). α tokoferol, K_2 ve D_2 vitamin içeriği bakımından ise *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla bu vitaminleri daha

belirgin oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). K_1 vitamini içeriğine göre de yine *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, diğer besinlerle beslenen larva gruplarına göre daha yüksek oranda bu vitamini içerdiği saptanmıştır ($p<0.05$). *Chironomus anthracinus* larvalarında en yüksek düzeyde tespit edilen vitamin grubunun, *Chironomus plumosus*'ta olduğu gibi α tokoferol vitamini olduğu gözlenmiştir (Şekil 58).



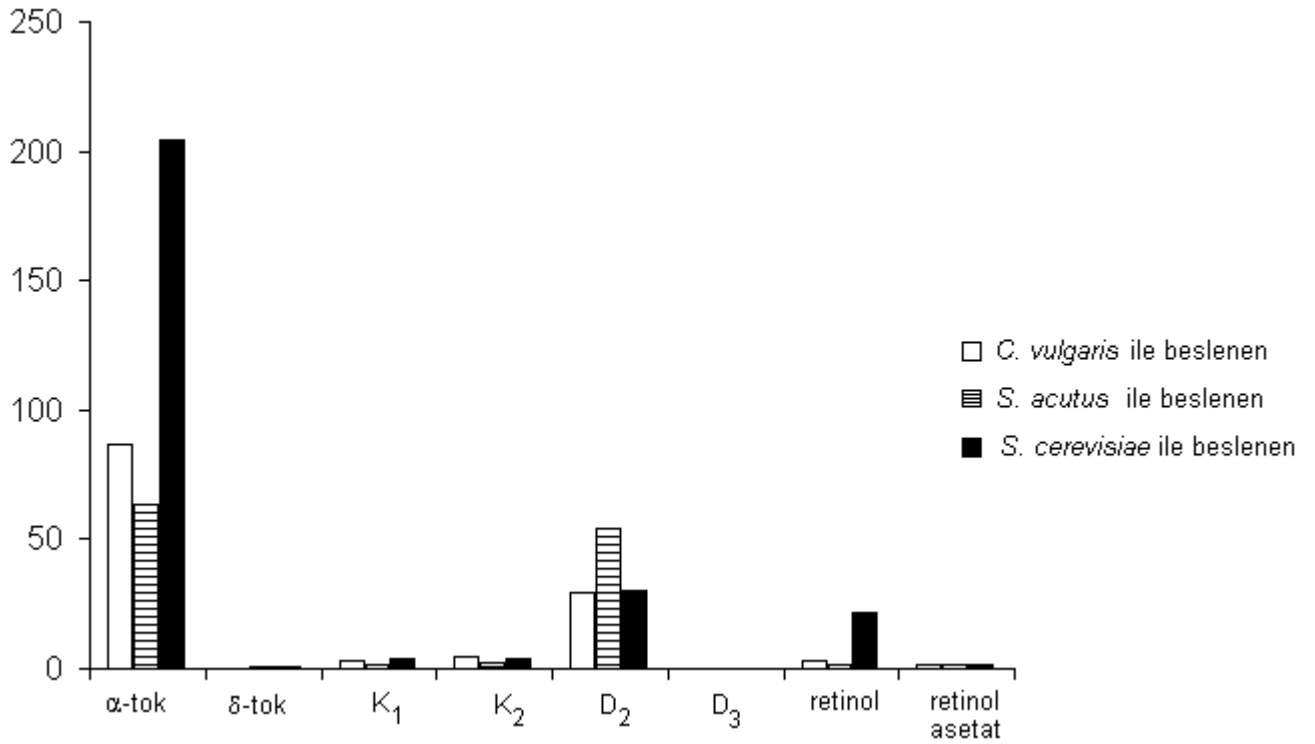
Şekil 58. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus anthracinus* Zett., 1860'un vitamin içeriği ($\mu\text{g/g}$ hücre peleti)

Chironomus anthracinus'un sterol içeriğine bakıldığında, *S. acutus* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla ergosterolü daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). Kolesterol ve stigmasterol bakımından ise, *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha belirgin oranda bu sterolleri içerdiği belirlenmiştir ($p<0.001$). β -sitosterol içeriğine göre de yine *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha yüksek oranda bu sterolü içerdiği gözlenmiştir ($p<0.05$). *Chironomus anthracinus*'un en yüksek oranda içerdiği sterol grupları, yine *Chironomus plumosus*'ta olduğu gibi, kolesterol ve stigmasterol olduğu tespit edilmiştir (Şekil 59).



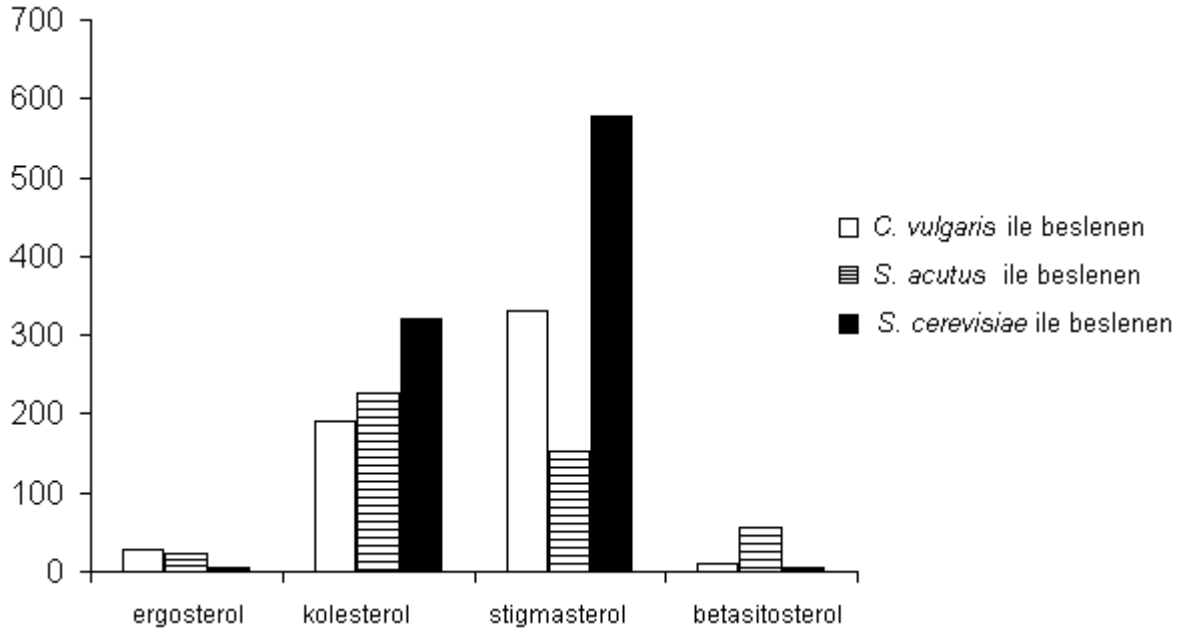
Şekil 59. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus anthracinus* Zett., 1860'un sterol içeriği (µg/g hücre peleti)

Halocladius (*H.*) *fucicola* larva grupları K_1 ve K_2 vitamini içeriği bakımından karşılaştırıldığında, *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının, *S. acutus* ile beslenen larva grubuna kıyasla bu vitaminleri daha yüksek oranda içerdikleri tespit edilmiştir (K_1 vit., $p<0.01$; K_2 vit., $p<0.05$). D_2 vitamini bakımından *S. acutus* ile beslenen *Halocladius* (*H.*) *fucicola* larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla bu vitaminleri daha belirgin oranda içerdiği saptanmıştır ($p<0.001$). δ tokoferol vitamini içeriğine göre *S. acutus* ile beslenen larva grubunun bu vitamini daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). α tokoferol ve retinol vitaminleri bakımından *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha belirgin oranda bu vitamini içerdiği gözlenmiştir ($p<0.001$). D_3 ve retinol asetat vitaminleri bakımından yine *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha yüksek oranda bu vitamini içerdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). *Halocladius* (*H.*) *fucicola*'nın en yüksek oranda içerdiği vitaminin, *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus*'ta olduğu gibi α tokoferol vitamini olduğu tespit edilmiştir (Şekil 60).



Şekil 60. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Halocladius* (*H.*) *fucicola* (Edw., 1926)'nın vitamin içeriği (µg/g hücre peleti)

Halocladius (*H.*) *fucicola*'nın sterol içeriği incelendiğinde, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarının ergosterolü daha yüksek oranda içerdikleri gözlenmiştir ($p < 0.001$). Kolesterol ve stigmasterol içeriği bakımından *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha belirgin oranda bu steroller içerdiği tespit edilmiştir ($p < 0.001$). β -sitosterol içeriği bakımından ise *S. acutus* ile beslenen *Halocladius* (*H.*) *fucicola* larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla, bu sterolü daha yüksek oranda içerdiği gözlenmiştir ($p < 0.001$). *Halocladius* (*H.*) *fucicola*'nın en yüksek düzeyde içerdiği sterol grubunun, *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus*'ta olduğu gibi kolesterol ve stigmasterol olduğu tespit edilmiştir (Şekil 61).



Şekil 61. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Halocladus* (*H.*) *fucicola* (Edw., 1926)'nın sterol içeriği (µg/g hücre peleti)

Stefanov ve ark. [198], *Musca domestica* L. (Diptera)'nın lipid ve sterol içeriğiyle ilgili yaptıkları çalışmada, larvaların besini olarak buğday kepeği ve süt kullanmışlardır. Sterol analizi sonucunda, yüksek oranda fitosterol ve düşük oranda kolesterol tespit etmişlerdir. Ayrıca, larvaların besini olan süt tozundaki sterol içeriğinin %90'ının kolesterol olduğunu ancak çok düşük düzeyde sterol değerlerine ulaştıklarını, %3-4'ten daha az oranda β -sitosterol ve kampesterol tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Böylece larvaların fitosterol içeriğindeki tek kaynağın buğday kepeği olduğunu ileri sürerek larvaların bağırsak içeriğini analiz etmişler ve buğday kepeği atıkları tespit etmişlerdir. Bu durumda larvaların beslenme şekillerinin, onların sterol içeriklerini etkilediğini öne sürmüşlerdir. Çalışmamızda, Stefanov ve ark. [198] yaptığı çalışmanın aksine, Chironomidae larvalarının kolesterol değerlerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Behmer ve Elias [199], böceklerin besin içeriğini fitosteroller oluşturmalarına karşın, kolesterol oranının daha yüksek çıktığını, fitosteroller ve kolesterolün eklembacaklılar için karakteristik olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda özellikle *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen Chironomidae türlerinde, kolesterol ve stigmasterolün belirgin olarak daha yüksek düzeyde bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 57, 59, 61). Bu durum Chironomidae larvalarının farklı organizmalarla beslenmesinin, onların sterol içeriklerini etkilediğini göstermektedir.

Fraenkel ve Blewett [200], belirli bazı böceklerin beslenmesinde (*Ephestia kuehniella*, *Ephestia elutella*, *Ephestia cautella* ve *Plodia interpunctella*) linoleik asit, E vitamini ve diğer yağda çözünen maddelerle ilgili bir çalışma yapmışlardır. E vitamininin (tokoferol), böceklerin büyümesinde pozitif etki yaptığını, ayrıca doymamış yağ asitlerini koruyucu bir antioksidan etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

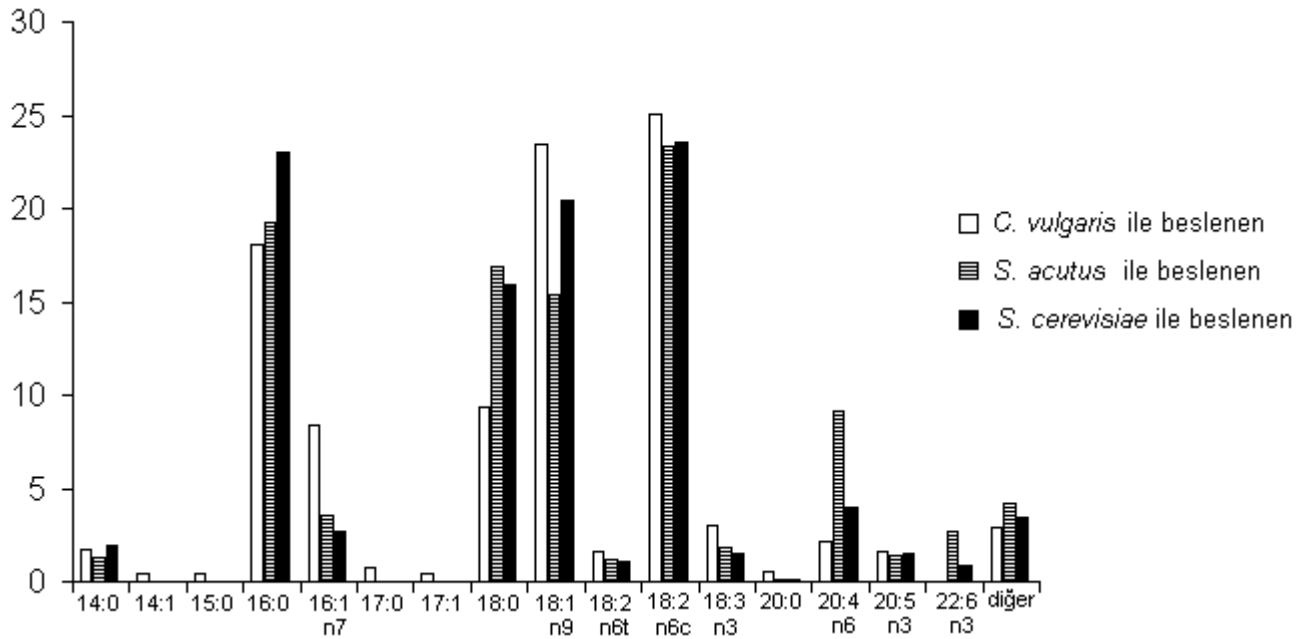
House [201]'un Diptera'dan *Agria affinis* larvasının büyüme ve gelişmesi üzerine A ve E vitaminlerinin etkisiyle ilgili yapmış olduğu çalışmada, E vitamininin üreme için gerekli olduğu ve A vitamininin ise büyümeyi hızlandığı sonucuna varmıştır. A ve E vitamininin larvaların büyüme ve pupanın gelişim oranını arttırdığı ve böylece ortaya çıkacak ergin sayısını çoğalttığı bildirilmiştir [202, 203]. Çalışmamızda en yüksek oranda tespit edilen vitaminin E vitamini (α tokoferol) olması, Chironomidae larvalarının, ileriki gelişim safhaları için bu vitamini depoladıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Böcekler bir sonraki gelişim aşamaları ve üremeleri için gerekli metabolik ihtiyaçlarını karşılamak üzere, dokularında vitamin depo etmektedir [201].

Yağ Asidi Analizi:

C. vulgaris, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen tüm Chironomidae larva gruplarında, miristik asit (14:0), palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1 n7), margarik asit (17:0), stearik asit (18:0), oleik asit (18:1 n9), linoleik asit (18:2 n6t ve 18:2 n6c), α -linolenik asit (18:3 n3), araşidonik asit (20:4 n6) ve eikosapentaenoik asit (20:5 n3) yağ asitleri tespit edilmiştir. Miristoleik asit (14:1), pentadekanoik asit (15:0) ve margaroleik asit (17:1) sadece *Chironomus plumosus* larvalarında; behenik asit (22:0) ise sadece *Halocladius (H.) fucicola* larvalarında saptanmıştır. Ayrıca araşidik asit (20:0) her iki Chironomidae türünde de tespit edilmiştir. Dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n3) ise *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larva gruplarında gözlenmiştir.

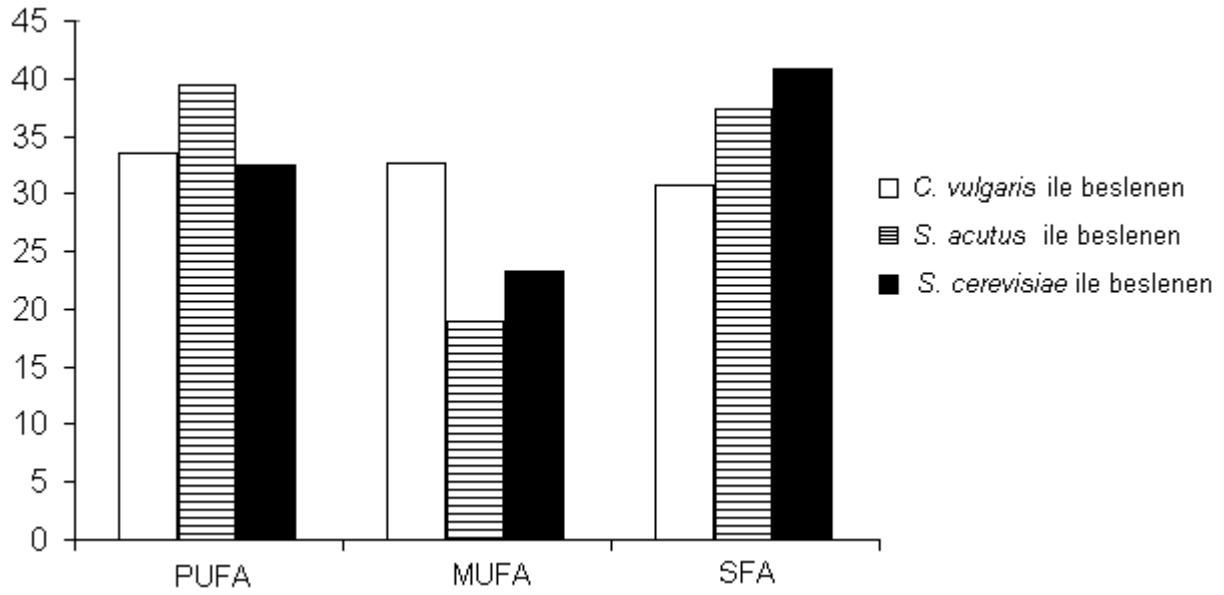
Chironomus plumosus larvalarının *C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen grupları yağ asidi içeriğine göre kıyaslandığında, *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunun miristoleik asit (14:1), pentadekanoik asit (15:0), palmitoleik asit (16:1 n7), margarik asit (17:0), margaroleik asit (17:1), linoleik asit (18:2 n6t), α -linolenik asit (18:3 n3) ve araşidik asit (20:0) yağ asitlerini, *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına göre daha yüksek içerdiği gözlenmiştir ($p < 0.001$). Yine *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunun, linoleik asit (18:2 n6c) ve eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5 n3) yağ

asitlerini daha yüksek düzeyde içerdiği saptanmıştır (linoleik asit, $p<0.01$; EPA, $p<0.05$). Oleik asit (18:1 n9) içeriği bakımından ise *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının daha yüksek oranda bu yağ asidini içerdikleri saptanmıştır ($p<0.001$). Araşidonik asit (20:4 n6) ve DHA (22:6 n3) yağ asitleri bakımından *S. acutus* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına göre daha yüksek miktarda bu yağ asitlerini içerdiği belirlenmiştir (araşidonik asit, $p<0.001$; DHA, $p<0.01$). Stearik asit (18:0) içeriğine göre *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının bu yağ asidini daha yüksek düzeyde içerdikleri gözlenmiştir ($p<0.001$). Miristik asit (14:0) ve palmitik asit (16:0) bakımından ise *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun bu yağ asitlerini daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). Ayrıca miristoleik asit (14:1), pentadekanoik asit (15:0) ve margaroleik asit (17:1) sadece *Chironomus plumosus* larvalarında tespit edilmiştir (Şekil 62).



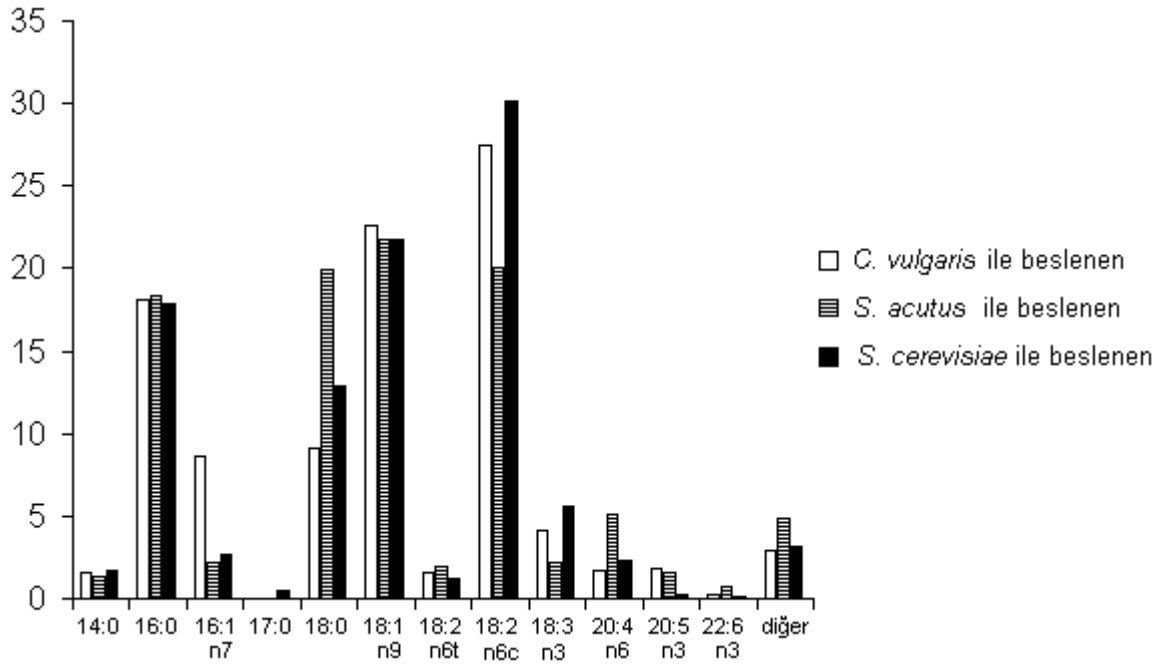
Şekil 62. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus plumosus* (L., 1758)'un yağ asidi içeriği (%)

Chironomus plumosus larvalarının toplam yağ asidi içeriğine bakıldığında, toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) oranı en yüksek *S. acutus* ile beslenen grupta tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranı ise en yüksek *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunda saptanmıştır. Toplam doymuş yağ asidi (SFA) düzeyi, *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunda daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 63).



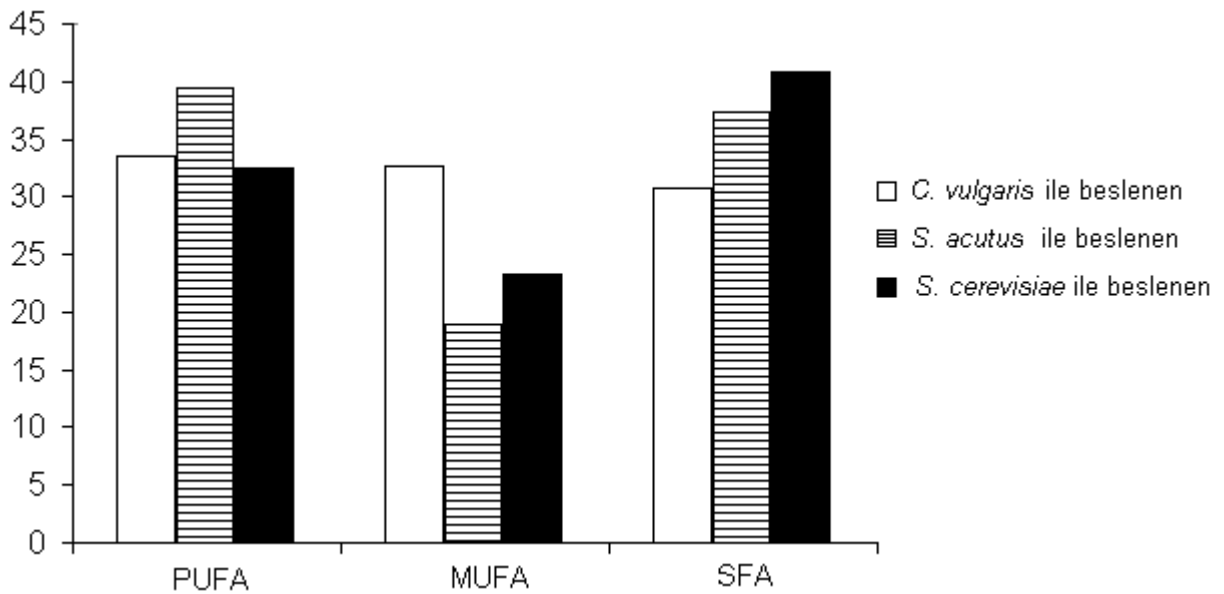
Şekil 63. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus plumosus* (L., 1758)'un toplam PUFA, MUFA ve SFA içeriği (%)

Chironomus anthracinus larvalarının yağ asidi içeriğine bakıldığında, *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunun *S. acutus* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına göre, palmitoleik asit (16:1 n7) ve oleik asidi (18:1 n9) daha yüksek düzeyde içerdikleri tespit edilmiştir (palmitoleik asit, $p<0.001$; oleik asit, $p<0.05$). Palmitik asit (16:0) ve EPA (20:5 n3) yağ asitleri *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarında, *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubuna kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir (palmitik asit, $p<0.05$; EPA, $p<0.001$). Miristik asit (14:0), linoleik asit (18:2 n6c) ve α -linolenik asit (18:3 n3) yağ asitleri içeriği bakımından *C. vulgaris* ve *S. cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının daha yüksek oranda bu yağ asitlerini içerdikleri saptanmıştır ($p<0.001$). Stearik asit (18:0), linoleik asit (18:2 n6t), araşidonik asit (20:4 n6) ve DHA (22:6 n3) yağ asitleri içeriği bakımından *S. acutus* ile beslenen larva grubunun bu yağ asitleri daha yüksek oranda içerdiği saptanmıştır ($p<0.001$). Margarik asit (17:0) içeriği bakımından *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunun, *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarına göre bu yağ asidini daha yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). Ayrıca miristoleik asit (14:1), pentadekanoik asit (15:0), margaroleik asit (17:1) ve behenik asit (22:0) *Chironomus anthracinus* larvalarında tespit edilmemiştir (Şekil 64).



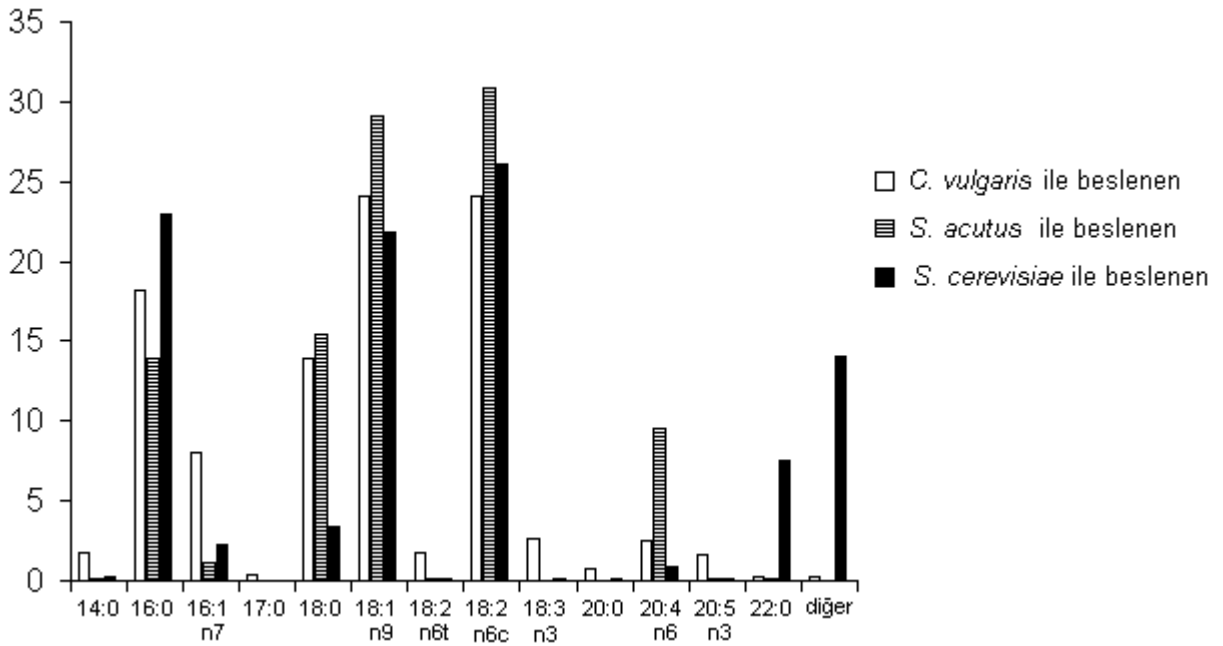
Şekil 64. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus anthracinus* Zett., 1860'un yağ asidi içeriği (%)

Chironomus anthracinus larvalarının toplam yağ asidi içeriğine bakıldığında, PUFA oranının en yüksek *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunda, SFA oranının ise *S. acutus* ile beslenen larva grubunda daha yüksek olduğu saptanmıştır. MUFA oranı *Chironomus plumosus* larvalarında olduğu gibi, *C. vulgaris* ile beslenen grupta en yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Şekil 65).



Şekil 65. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Chironomus anthracinus* Zett., 1860'un toplam PUFA, MUFA ve SFA içeriği (%)

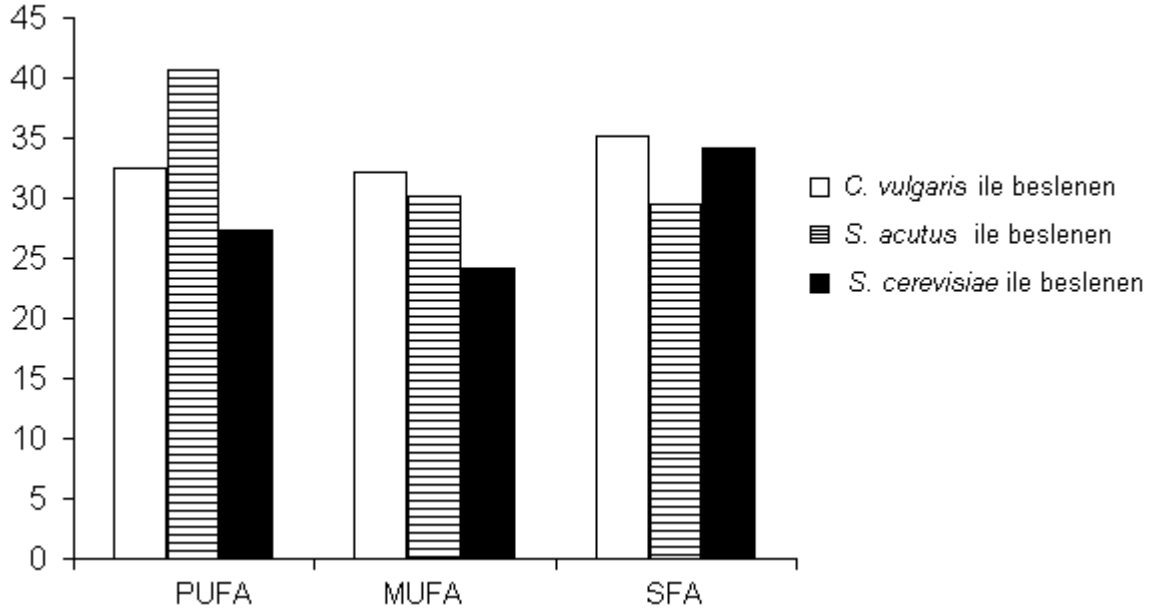
Halocladus (H.) fucicola larvalarının yağ asidi içeriği incelendiğinde, miristik asit (14:0), palmitoleik asit (16:1 n7), margarik asit (17:0), linoleik asit (18:2 n6t), α -linolenik asit (18:3 n3), araşidik asit (20:0) ve EPA (20:5 n3) yağ asitleri *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunda daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir ($p<0.001$). Stearik asit içeriği bakımından *C. vulgaris* ve *S. acutus* ile beslenen larva gruplarının, bu yağ asidini daha yüksek düzeyde içerdikleri saptanmıştır ($p<0.001$). Oleik asit (18:1 n9), linoleik asit (18:2 n6c) ve araşidonik asit (20:4 n6) yağ asitleri *S. acutus* ile beslenen larva grubunda daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir ($p<0.001$). Palmitik asit (16:0) ve behenik asit (22:0) yağ asitlerinin *S. cerevisiae* ile beslenen larva grubunda daha belirgin oranda bulunduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Ayrıca behenik asit sadece bu chironomid türünde tespit edilirken, miristoleik asit (14:1), pentadekanoik asit (15:0), margaroleik asit (17:1) ve DHA (22:6 n3) yağ asitleri saptanmamıştır (Şekil 66).



Şekil 66. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Halocladus (H.) fucicola* (Edw., 1926)'nın yağ asidi içeriği (%)

Halocladus (H.) fucicola larvalarının toplam yağ asidi içeriği incelendiğinde, PUFA, *Chironomus plumosus* larvalarında olduğu gibi, *S. acutus* ile beslenen larva grubunda en yüksek düzeyde saptanmıştır. *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larvalarında olduğu gibi toplam MUFA düzeyi en yüksek *C. vulgaris* ile

beslenen larva grubunda tespit edilmiştir. Toplam SFA oranının yine *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunda daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 67).



Şekil 67. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) *Halocladus (H.) fucicola* (Edw., 1926)'nın toplam PUFA, MUFA ve SFA içeriği (%)

Thompson [204], yedi böcek takımının (Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Orthoptera, Diptera, Hymenoptera ve Dictyoptera) yağ asidi içeriğiyle ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada Diptera takımının Chironomidae familyasına ait örneklerin yağ asidi içeriğinde, miristik asit (14:0), palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1), stearik asit (18:0), oleik asit (18:1), linoleik asit (18:2) ve α -linolenik asit (18:3) yağ asitlerini tespit etmiştir. Yağ asitlerinden oleik asidi (18:1) en yüksek düzeyde saptamıştır. Bizim çalışmamızda ise, tüm Chironomidae larva gruplarında, linoleik asit en yüksek düzeyde tespit edilen yağ asidi olurken, oleik asit ikinci sırada yer almaktadır. Bu duruma neden olarak, Chironomidae türlerinin ve besin gruplarının farklı olmasından kaynaklandığı kanaatindeyiz.

Thompson [204] miristik asit (14:0) ve α -linolenik asidi (18:3 n3) hem Diptera takımı içerisinde hem de Chironomidae familyasında oldukça düşük düzeyde saptamıştır. Benzer şekilde çalışmamızda tüm Chironomidae larva gruplarında, bu yağ asitlerin düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. Thompson [204], palmitik asidi (16:0) ise yüksek düzeyde tespit etmiştir. Yine benzer şekilde bizim çalışmamızda da yüksek düzeyde olması, Thompson [204]'ın çalışmasıyla uyum içindedir. Ancak palmitoleik asidi (16:1)

Chironomidae familyasında yüksek düzeyde tespit ederken, bizim çalışmamızda bu yağ asidi düşük düzeyde saptanmıştır.

Thompson [204], miristoleik asit (14:1) içeriğine göre böcek gruplarını kıyasladığında, tüm takımlarda bu yağ asidini oldukça düşük düzeyde saptarken, Diptera takımında nispeten daha yüksek düzeyde saptamıştır. Stearik asit (18:0) içeriğine göre karşılaştırma yapıldığında ise, bu yağ asidini Thompson [204], düşük düzeyde saptarken, çalışmamızda daha yüksek düzeylerde tespit edilmiştir. Çalışmamızda farklı Chironomidae larva türlerinin yetiştirilmesi ve larvaların yetiştirildiği ortam koşulları ve beslenme şekillerinin farklı olması bu duruma neden olarak gösterilebilir.

Thompson [204], *Chironomus* sp. larvasında toplam SFA oranını, toplam MUFA ve PUFA oranından daha yüksek düzeyde saptamıştır. Çalışmamızda Chironomidae larva gruplarındaki SFA düzeyi, Thompson [204] elde ettiği sonuçla benzerlik göstermektedir. Toplam MUFA ve PUFA oranının ise, Thompson [204]'ın elde ettiği bulgulardan daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir (Şekil 63, 65, 67).

Habib ve ark. [205], chironomid larvalarını hurma yağı fabrika atık suyuyla (POME) ve alg kültürüyle yetiştirerek çeşitli biyokimyasal analizler yapmışlardır. POME ile beslenen chironomid larva grubunda palmitik asit (16:0) ve linoleik asidi (18:2 n6) yüksek düzeyde saptamışlardır. Alg kültürüyle beslenen larva grubunda ise sırasıyla oleik asit (18:1 n9), palmitik asit (16:0) ve linoleik asidi (18:2 n6) yüksek düzeyde saptamışlardır. Bizim çalışmamızda benzer şekilde tüm Chironomidae larva gruplarında palmitik asit ve oleik asit yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Linoleik asit (18:2 n6c) çalışmamızda yine yüksek düzeyde saptanırken, diğer linoleik asit (18:2 n6t) ise düşük düzeyde gözlenmiştir (Şekil 62, 64, 66).

Habib ve ark. [205] ayrıca miristik asit (14:0), margarik asit (17:0) ve stearik asidi (18:0) alg kültürüyle beslenen grupta, POME ile beslenen gruptan daha yüksek düzeyde tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise, miristik asit ve margarik asit Habib ve ark. [205] elde ettiği sonuçlardan daha düşük düzeyde saptanmıştır. Buna karşılık stearik asit bizim çalışmamızda Habib ve ark. [205] çalışmasındaki gibi yüksek düzeyde tespit edilmiştir.

Habib ve ark. [205], pentadekanoik asidi (15:0) alg kültürüyle beslenen grupta, POME ile beslenen gruptan daha yüksek düzeyde tespit etmiş ancak yağ asitleri içerisinde pentadekanoik asidin düşük düzeyde olduğunu gözlemlemiştir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da pentadekanoik asit düzeyinin düşük olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte çalışmamızda yağ asidine sadece *Chironomus plumosus* larvalarında rastlanmış olup

Chlorella vulgaris ile beslenen grupta daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir. Böylece hem Habib ve ark. [205] çalışmasında hem de bizim çalışmamızda, pentadekanoik asidin alg kültürüyle yetişen larvalarda, diğer larva gruplarına kıyasla daha yüksek düzeyde bulunduğu görülmüştür.

Habib ve ark. [205], margaroleik asit (17:1), α -linolenik asit (18:3 n3), araşidonik asit (20:4 n6) ve EPA (20:5 n3) yağ asitlerini POME ile beslenen larva grubunda, alg kültüründen daha yüksek düzeyde saptamışlar ancak genel olarak yağ asitleri içerisinde daha düşük düzeylerde gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda margaroleik asit sadece *Chironomus plumosus* larvalarında tespit edilmiş ve Habib ve ark. [205] gibi düşük düzeyde saptanmıştır (Şekil 62). Benzer şekilde α -linolenik asit ve EPA bizim çalışmamızda tüm chironomid larva gruplarında düşük düzeyde tespit edilmiştir. Araşidonik asit bakımından karşılaştırma yapıldığında, çalışmamızda bu yağ asidi *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grupları haricinde, Habib ve ark. [205] çalışmasındaki gibi düşük düzeylerde tespit edilmiştir.

Habib ve ark. [205], PUFA oranını, POME’de alg kültüründen daha yüksek düzeyde tespit etmişlerdir (γ -linolenik asit; 18:3 n6 hariç). Toplam SFA ve MUFA oranını ise alg kültüründe daha yüksek miktarda saptamışlardır. Habib ve ark. [205] yaptıkları çalışmada chironomid larvalarında, bizim çalışmamızdan daha yüksek düzeyde SFA tespit etmişlerdir. Çalışmamızda tespit edilmeyen bazı doymuş yağ asitlerini (8:0, 10:0 ve 12:0) Habib ve ark. [205] saptamış olmaları bu duruma neden olarak gösterilebilir. Ayrıca POME ve alg kültürüyle yetiştirdikleri Chironomid larvalarının, 18 C’lu doymamış yağ asitlerini 20 C’lu doymamış yağ asitlerinden daha yüksek miktarda içerdiğini ve bu 18 C’lu yağ asitlerinin tatlı su balıkları ve karides larvaları için yararlı olduğunu belirtmişlerdir [205, 206]. Çalışmamızda benzer şekilde, tüm Chironomidae larva gruplarında 18 C’lu yağ asidi miktarının, 20 C’lu yağ asidi miktarından daha fazla olması Habib ve ark. [205] bulgularıyla uyum içindedir (Şekil 62, 64, 66).

Hanson ve ark. [207], aquatik böceklerin lipid içeriği, yağ asidi bileşimi ve diyetin yağlara etkisiyle ilgili yaptıkları çalışmada 7 böcek takımını incelemişlerdir. Diptera takımının Chironomidae familyasında *Rheotanytarsus* sp. larvasında, 14:0, 14:1, 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 18:2, 18:3, 20:0, 20:4 ve 20:5 yağ asitlerini tespit etmişlerdir. Oleik asit (18:1), palmitik asit (16:0) ve palmitoleik asidi (16:1) oldukça yüksek düzeyde saptamışlardır. Çalışmamızda benzer şekilde, oleik asit ve palmitik asit tüm Chironomidae

larva gruplarında oldukça yüksek düzeyde saptanırken, palmitoleik asit ise Hanson ve ark. [207] ulaştığı sonuçtan daha düşük düzeyde tespit edilmiştir.

Hanson ve ark. [207], diğer yağ asitlerinden miristik asit (14:0), miristoleik asit (14:1), araşidik asit (20:0) ve araşidonik asidi (20:4 n6) düşük düzeyde tespit etmişlerdir. Benzer şekilde miristik asit ve araşidonik asit tüm Chironomidae larva gruplarında düşük düzeylerde saptanmıştır. Miristoleik asit (14:1) sadece *Chironomus plumosus* larvalarında tespit edilmiş olup, yine bu yağ asidi de düşük düzeyde saptanmıştır (Şekil 62). Araşidik asit içeriğine bakıldığında, çalışmamızda bu yağ asidi sadece *Chironomus plumosus* ve *Halocladus (H.) fucicola* larva gruplarında saptanmış olup, Hanson ve ark. [207] elde ettiği sonuca benzer şekilde düşük düzeyde olduğu görülmüştür (Şekil 62, 66).

Stearik asit (18:0) bakımından kıyaslandığında, çalışmamızda bu yağ asidi tüm Chironomidae larva gruplarında, Hanson ve ark. [207]'dan daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. α -linolenik asit (18:3) ve EPA (20:5) yağ asitleri ise, Hanson ve ark. [207] ulaştığı sonuçlardan daha düşük düzeyde saptanmıştır. Linoleik asit (18:2) içeriğine göre karşılaştırma yapıldığında, Hanson ve ark. [207], bizim çalışmamızdaki linoleik asitten (18:2 n6c) daha düşük düzeyde, diğer linoleik asitten (18:2 n6t) ise daha yüksek düzeyde bu yağ asidini tespit ettikleri görülmüştür.

Hanson ve ark. [207], yaptıkları çalışmada *Rheotanytarsus* sp. larvasındaki toplam PUFA, MUFA ve SFA sonuçları incelendiğinde, toplam MUFA düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmamızda her Chironomidae türünde PUFA düzeyinin MUFA'dan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 63, 65, 67). Ancak Hanson ve ark. [207] yapmış oldukları çalışmada MUFA düzeyini, PUFA'dan daha yüksek düzeyde saptamışlardır. Ayrıca SFA düzeyi bakımından kıyaslandığında, çalışmamızda tüm Chironomidae larva gruplarında SFA düzeyinin, Hanson ve ark. [207]'dan daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 63, 65, 67). Bu durumun, yetiştirdiğimiz chironomid türlerinin ve yetiştikleri ortam koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı kanaatindeyiz.

Goedkoop ve ark. [208], *Chironomus riparius*'un büyüme ve gelişimine besin kalite (uzun zincirli çoklu doymamış yağ asit konsantrasyonu) ve kantitesinin etkisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında *Chironomus riparius* larvalarını, yulaf, mavi-yeşil alglerden *Spirulina*, yeşil alg *Scenedesmus obliquus*, bir balık yemi Tetraphyll ve çürümüş bitkilerden elde edilen kömür ile beslemişlerdir. Genel olarak palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1), stearik (18:0), oleik asit (18:1 n9) ve linoleik asit (18:2 n6) yağ asitleri tüm besin gruplarında (çürümüş bitkilerden elde edilen kömür ile yetiştirdiği

grup hariç) daha yüksek düzeylerde tespit etmişlerdir. Çalışmamızda benzer şekilde palmitik, stearik, oleik asit ve linoleik asit (18:2 n6c) yüksek düzeylerde saptanmıştır. Goedkoop ve ark. [208], palmitoleik asit düzeyini *Spirulina* ve *Tetraphyll* ile besledikleri gruplarda daha yüksek düzeyde saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva gruplarında bu yağ asidi düzeyi diğer besin gruplarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yağ asitlerinden linoleik asidi (18:2 n6) en yüksek düzeyde ve yulaf ile beslenen grupta tespit etmişlerdir. Ayrıca yulaf ile besledikleri grupta, palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0) ve oleik asit (18:1 n9) yağ asitlerini, diğer gruplardan daha yüksek düzeyde saptamışlardır [208].

Goedkoop ve ark. [208], *Spirulina* ile besledikleri grupta γ -linolenik asit (18:3 n6) ve *Tetraphyll* ile besledikleri grupta ise miristik asit (14:0), araşidik asit (20:0) ve EPA (20:5 n3) düzeylerinin daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Goedkoop ve ark. [208], *Scenedesmus obliquus* ile beslediği grupta, vaccenik asit (18:1 n7), α -linolenik asit (18:3 n3) ve araşidonik asidi (20:4 n6) diğer besin gruplarından daha yüksek düzeyde saptamıştır. Ancak *Scenedesmus obliquus* ile beslenen grupta yağ asidi içeriğini incelediklerinde, palmitik asit (16:0) ve linoleik asit (18:2 n6) düzeylerinin daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Çalışmamızda benzer şekilde *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarında palmitik asit ve linoleik asit (18:2 n6c) yüksek düzeyde bulunmuştur. Ayrıca Goedkoop ve ark. [208], çürümüş bitkilerden elde edilen kömür ile yetiştirdiği *Chironomus riparius* larvasında tespit ettiği yağ asitlerinin, diğer besin gruplardan daha düşük düzeyde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Goedkoop ve ark. [208], toplam SFA ve PUFA oranının yulaf ile besledikleri grupta, toplam MUFA oranının ise *Tetraphyll* ile besledikleri grupta daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. *Scenedesmus obliquus* ile beslenen grupta, MUFA düzeyinin SFA ve PUFA'dan daha yüksek düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda *Scenedesmus acutus* ile beslenen Chironomidae larvaları kıyaslandığında, *Chironomus plumosus* ve *Halocladius (H.) fucicola* larvalarında PUFA düzeyinin, *Chironomus anthracinus* larvalarında ise SFA düzeyinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu duruma neden olarak, çalışmamızda farklı Chironomidae türlerinin yetiştirilmiş olması ve Goedkoop ve ark. [208] yaptığı çalışmada *Scenedesmus obliquus* ile larvaları beslemiş olmaları gösterilebilir.

Kiyashko ve ark. [209], *Stictochironomus pictulus* larvasının (Diptera: Chironomidae) yağ asidi kompozisyonu ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında palmitik asidi (16:0) en yüksek düzeyde tespit etmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda

palmitik asit yüksek düzeyde saptanmıştır. Ayrıca miristik asit (14:0), margarik asit (17:0), araşidonik asit (20:4 n6) ve EPA (20:5 n3) yağ asitlerini düşük düzeyde saptamışlardır. Yine bizim çalışmamızda bu yağ asitlerinin, tüm Chironomidae larva türleri ve besin gruplarında düşük düzeylerde olduğu gözlenmiştir.

Kiyashko ve ark. [209], *Stictochironomus pictulus* larvasında pentadekanoik asidi (15:0) düşük düzeyde saptamıştır. Bizim çalışmamızda bu yağ asidi sadece *Chironomus plumosus* larvasında tespit edilmiş olup, benzer şekilde düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. DHA (22:6 n3) yağ asidini, Kiyashko ve ark. [209] çalışmalarında düşük düzeyde saptamışlardır. Çalışmamızda bu yağ asidi sadece *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larvalarında gözlenmiş olup, benzer şekilde düşük düzeylerde saptanmıştır.

Linoleik asit (18:2 n6) içeriğine bakıldığında, Kiyashko ve ark. [209] yaptıkları çalışmada bu yağ asidini düşük düzeyde saptanmışlardır. Bizim çalışmamızda ise, tüm Chironomidae larva gruplarında linoleik asit (18:2 n6t) düşük düzeyde saptanırken, diğer linoleik asidin (18:2 n6c) daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir. Kiyashko ve ark. [205], stearik asit (18:0) ve oleik asit (18:1 n9) yağ asitlerini *Stictochironomus pictulus* larvasında yüksek düzeyde tespit etmişlerdir. Çalışmamızda yine bu yağ asitlerinin yüksek düzeyde tespit edilmiş olmaları, Kiyashko ve ark. [209] yaptıkları çalışmayla uyum göstermektedir.

Kiyashko ve ark. [209], toplam MUFA ve SFA düzeyini, PUFA düzeyinden daha yüksek olarak saptamışlardır. Bizim çalışmamızda hem Chironomidae türleri hem de besin grupları arasında toplam MUFA, SFA ve PUFA oranları değişkenlik göstermektedir. Ancak genel olarak her Chironomidae türünde PUFA düzeyinin MUFA'dan daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 63, 65, 67).

Sushchik ve ark. [210], Yenisei nehrindeki dominant bentik omurgasız (Gammaridae, Chironomidae, Trichoptera ve Ephemeroptera) larvalarının, büyük lipit sınıflarındaki yağ asidi kompozisyonunun karşılaştırılması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Chironomidae larvalarında palmitik asit (16:0) düzeyini, Kiyashko ve ark. [209] çalışmasında olduğu gibi Sushchik ve ark. [210] en yüksek düzeyde tespit etmişlerdir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da palmitik asit tüm chironomid türlerinde yüksek düzeyde tespit edilmiştir.

Sushchik ve ark. [210], stearik asit (18:0) ve oleik asidi (18:1 n9) Chironomidae larvalarında yüksek düzeyde tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu yağ asitleri tüm

Chironomidae larva gruplarında yüksek düzeyde saptanmıştır. Sushchik ve ark. [210], pentadekanoik asit (15:0), margarik asit (17:0), margaroleik asidi (17:1), α -linolenik asit (18:3 n3), araşidonik asit (20:4 n6) ve EPA (20:5 n3) yağ asitlerini Chironomidae larvalarında düşük düzeyde tespit etmişlerdir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da bu yağ asitleri düşük düzeylerde gözlenmiştir. Çalışmamızda pentadekanoik asit sadece *Chironomus plumosus* larvalarında tespit edilmiş olup, bu yağ asidi de düşük düzeyde saptanmıştır. Sushchik ve ark. [210], Chironomidae larvalarında linoleik asidi (18:2 n6) düşük düzeyde tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda linoleik asit (18:2 n6t) düşük düzeyde, diğer linoleik asit (18:2 n6c) ise yüksek düzeyde saptanmıştır.

Araşidik asit (20:0) içeriği bakımından incelendiğinde, Sushchik ve ark. [210] bu yağ asidini düşük düzeyde tespit ettikleri görülmüştür. Çalışmamızda araşidik asit sadece *Chironomus plumosus* ve *Halocladus (H.) fucicola* larvalarında tespit edilmiş olup, benzer şekilde düşük düzeyde saptanmıştır. DHA (22:6 n3) yağ asidini de Sushchik ve ark. [210] düşük oranda saptamışlardır. Çalışmamızda sadece *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larvalarında DHA yağ asidi gözlenmiş olup yine Sushchik ve ark. [210] gibi düşük düzeyde belirlenmiştir. Behenik asit (22:0) içeriğine bakıldığında, Sushchik ve ark. [210] Chironomidae larvalarında bu yağ asidi yine düşük düzeyde saptamışlardır. Çalışmamızda bu yağ asidi sadece *Halocladus (H.) fucicola* larvalarında saptanmış olup benzer şekilde düşük düzeyde gözlenmiştir.

Khani ve ark. [211], *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) larvasının total lipit bileşimindeki yağ asidi içeriğinin karşılaştırılması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında oleik asit (18:1), palmitik asit (16:0) ve linoleik asit (18:2) yağ asitleri daha yüksek düzeyde tespit etmişlerdir. Palmitoleik asit (16:1), stearik asit (18:0), linolenik asit (18:3) ve miristik asit (14:0) yağ asitlerini daha düşük düzeylerde saptamışlardır. Çalışmamızda oleik asit (18:1), palmitik asit (16:0) ve linoleik asit (18:2 n6c) yağ asitlerinin chironomid larva gruplarında yüksek düzeyde tespit edilmiş olması Khani ve ark. [211], çalışmasıyla uyum göstermektedir. Yine palmitoleik asit, linolenik asit ve miristik asidin çalışmamızda düşük düzeyde saptanmış olması Khani ve ark. [211] çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Sadece stearik asit düzeyi bizim çalışmamızda daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Bu durum Lepidoptera larvaları ile Diptera larvaları arasındaki yağ asidi farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Çünkü, Khani ve ark. [211] tespit ettikleri yağ asidi dağılımının lepidopterler için tipik bir durum olduğunu belirtmişlerdir.

Üstüner ve ark. [212], besinin *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) larva ve puplarının total lipid, total yağ asidi oranlarına ve yağ asidi bileşimine etkileri ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Fındık, yerfıstığı, ceviz, badem ve polen gibi farklı besinlerle beslenen *Plodia interpunctella* larvalarında, linoleik asidi (18:2 n6) en yüksek düzeyde ceviz ve fındık ile beslenen gruplarda tespit etmişlerdir. Polen, badem ve yerfıstığıyla beslenen larva gruplarında yağ asidi bileşiminde en büyük oranın oleik asit (18:1 n9) ve ikinci olarak linoleik aside (18:2 n6) ait olduğunu belirlemişlerdir.

Üstüner ve ark. [212], larvalarda tüm besin gruplarında çok düşük oranlarda miristik asit (14:0), miristoleik asit (14:1) ve pentadekanoik asit (15:0) tespit etmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda bu yağ asitleri tüm chironomid besin gruplarında düşük düzeylerde saptanmıştır. Ayrıca Üstüner ve ark. [212], palmitik asidi (16:0) tüm besin gruplarında yüksek düzeylerde saptanmıştır. Yine bizim çalışmamızda palmitik asit düzeyinin yüksek olduğu gözlenmiştir.

Total Protein Analizi:

Chironomidae larvalarında total protein miktarı besin grupları arasında karşılaştırıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına göre daha yüksek düzeyde protein içerdikleri gözlenmiştir (Şekil 68).

Chironomus plumosus larvalarının *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen grupları total protein içeriklerine göre kıyaslandığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunda total protein miktarının daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun ise *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda total protein içerdiği saptanmıştır.

Chironomus anthracinus larvalarının, *Chironomus plumosus* larvalarında olduğu gibi *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunda proteinin daha önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). Ayrıca, *Chironomus plumosus* larva gruplarındaki gibi *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubundan daha yüksek düzeyde protein içerdiği gözlenmiştir.

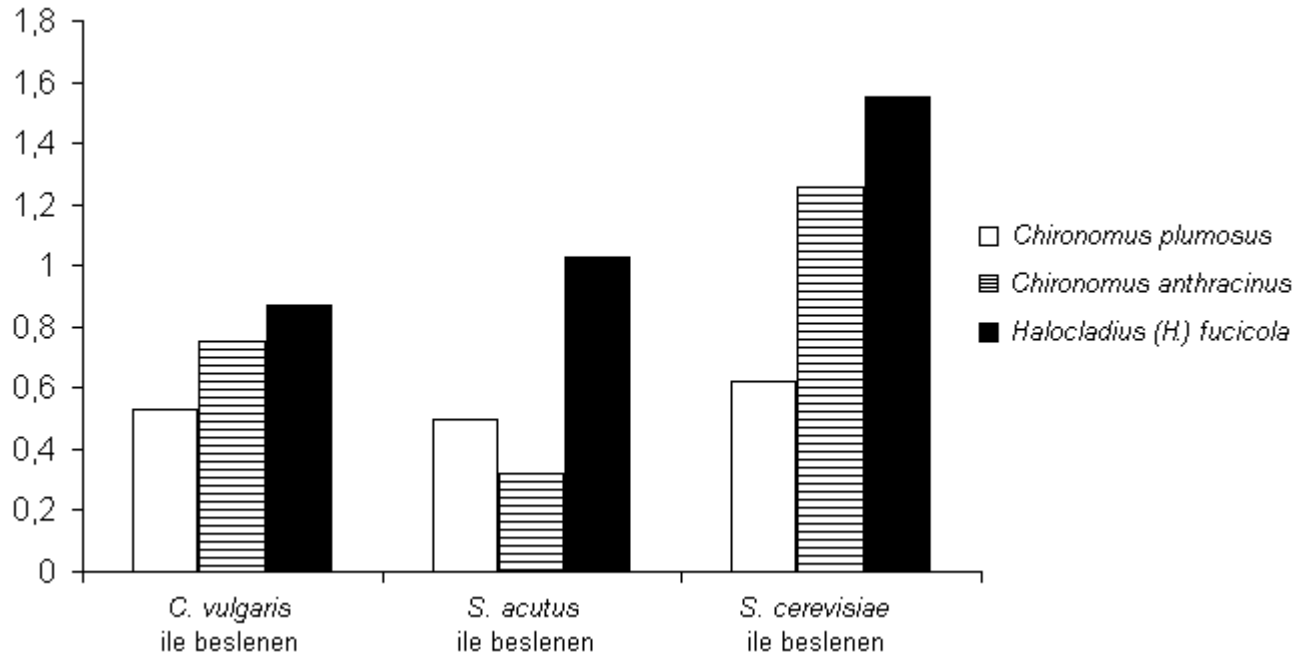
Halocladius (H.) fucicola larvalarının besin grupları incelendiğinde, *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larva gruplarında olduğu gibi *Saccharomyces*

cerevisiae ile beslenen larva grubunda total protein oranının daha belirgin düzeyde olduğu gözlenmiştir ($p<0.001$). *Halocladius* (H.) *fucicola* larvalarında, diğer iki türün larva gruplarından farklı olarak *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubundan daha yüksek oranda total protein içerdiği saptanmıştır.

Chironomidae türleri total protein miktarına göre kıyaslandığında, *Chironomus plumosus* larvalarının *Chironomus anthracinus* ve *Halocladius* (H.) *fucicola* larvalarına göre daha yüksek düzeyde protein içerdiği saptanmıştır.

Böceklerin temel bileşenleri arasında dönüşüm yapabilme yetenekleri onların sahip oldukları enzim sistemleri sayesinde gerçekleşmektedir. Bu faaliyetlerde böcekler enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda böceklerin genellikle yakıt maddesi olarak karbonhidratları kullandıkları ve karbonhidrat fazlasını lipid ve protein olarak depoladıkları sonucu ortaya konulmuştur [213, 214].

Alves ve Zucoloto [215], tarafından yapılan çalışmada böceklerin depoladıkları protein miktarının yumurta sayısı, ergin çıkışı ve ergin büyüklüğü üzerine etkili olabileceği belirtilmiştir. Aminoasitlerin diğer hayvan gruplarında olduğu gibi böceklerin büyüme ve gelişimlerinde önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda aminoasitlerin besindeki nicel ve nitel miktarına göre birçok böcek türünün üreme ve gelişimini doğrudan etkilediği belirtilmiştir [216, 217]. Çalışmamızda Chironomidae larvalarında yüksek düzeyde protein tespit edilmiş, hem besin hem de tür çeşidinin farklı olması protein düzeyleri arasında farklılığa neden olmuştur.



Şekil 68. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) Chironomidae larvalarının total protein miktarı (mg/g)

Habashy [218] farklı besin sistemleri altında Chironomidae larva kültürüyle ilgili yapmış olduğu çalışmada, Chironomidae larvalarını laboratuvar şartları altında yetiştirmiştir. Chironomidae larvalarını ticari balık yemi Tetramin Flaked, bir alg türü *Scenedesmus* sp. ve ekmek mayası olmak üzere üç tip besin ile besleyerek, besin gruplarının larvaların biyokimyasal değerlerine etkisini araştırmıştır. En yüksek protein değerini, Tetramin Flaked ile beslenenlerde (%51.15) tespit ederken, bunu sırasıyla maya (%49.45) ve *Scenedesmus* sp. (%26.45) ile beslenen larva grupları takip etmiştir. Habashy [218], maya ile beslenen chironomid larvalarında protein değerini, alg ile beslenen (*Scenedesmus* sp.) larvalardan daha yüksek düzeyde saptamıştır. Benzer şekilde çalışmamızda, tüm Chironomidae larva gruplarında, maya ile (*Saccharomyces cerevisiae*) ile beslenen larva gruplarında protein değerinin, alg ile beslenen larva gruplarından (*Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*) daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir (Şekil 68).

Habib ve ark. [205], chironomid larvalarını hurma yağı fabrika atık suyuyla (POME) ve alg kültürüyle yetiştirerek çeşitli biyokimyasal analizler yapmışlardır. Bu analizlerden biri de protein analizidir. POME ile beslenen chironomid larvalarında %51,15 oranında protein, alg kültürüyle beslenen chironomid larvalarında % 49,45 oranında protein değerine ulaşmışlardır. Chironomid larvalarının besin grupları arasında protein

değerlerini kıyasladıklarında, önemli bir farklılık gözlenmediğini belirtmişlerdir. Ayrıca larvaların organik madde içeriğinde, protein oranının en yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir [205].

Barry ve ark. [219], *Ceratitis cappitata* (Tephritidae: Diptera) diyetlerinin protein miktarına etkisiyle ilgili bir çalışma yapmışlardır. Hidrolize edilmiş maya+sükroz ile beslenenlerde çok düşük düzeyde protein saptamışlardır. Ancak çok sayıda çalışmada mayanın yüksek bir protein kaynağı olduğu belirtilmiştir [220-223]. Bizim çalışmamızda da *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen chironomid larvalarında protein miktarının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Glutasyon Analizi:

Chironomidae larvalarının glutasyon içeriğine bakıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının glutasyon miktarının daha yüksek olduğu görülmüştür. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarında ise glutasyon miktarının türler ve besin grupları arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır (Şekil 69).

Chironomus plumosus'un *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarının glutasyon miktarları karşılaştırıldığında, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha fazla glutasyon içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.01$). *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun ise *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek düzeyde glutasyon içerdiği gözlenmiştir.

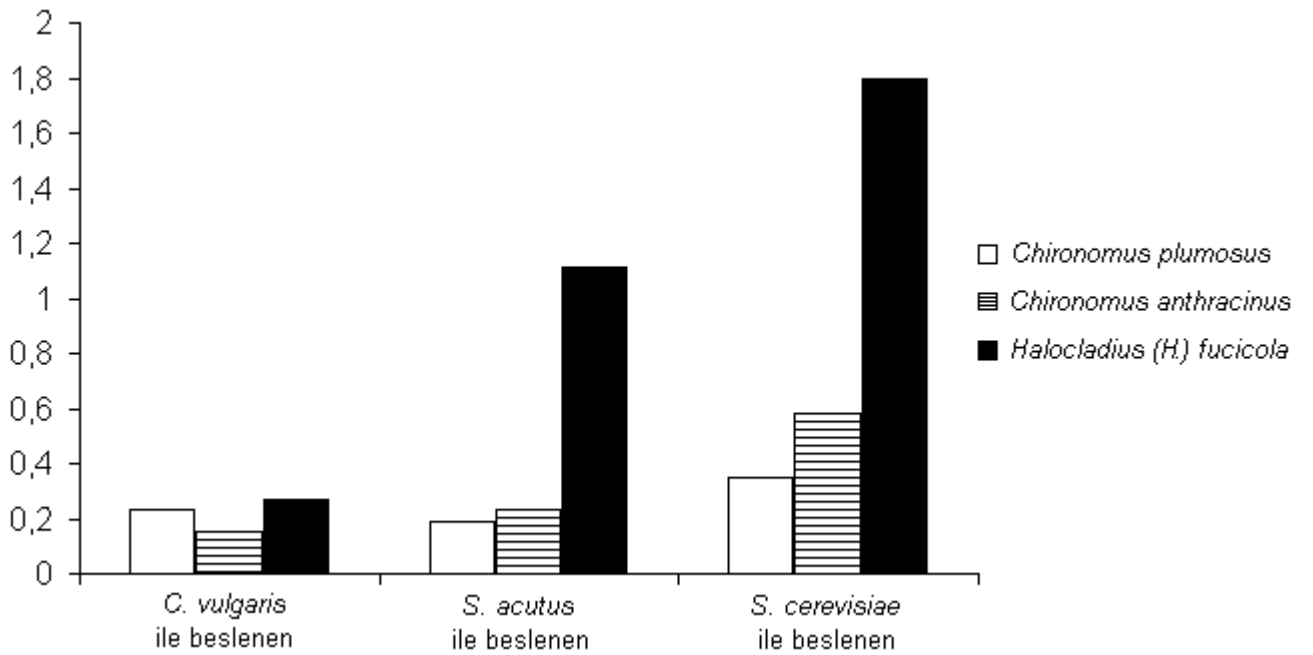
Chironomus anthracinus'un, *Chironomus plumosus* larva grubunda olduğu gibi *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha belirgin oranda glutasyon içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). Ayrıca, *Scenedesmus acutus* ile beslenen *Chironomus anthracinus* larva grubunda, *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda glutasyon bulunduğu görülmüştür.

Halocladius (H.) fucicola'nın *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grupları glutasyon miktarları bakımından kıyaslandığında, yine *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larva gruplarında olduğu gibi *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larvaların daha fazla glutasyon içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.01$). *Chironomus anthracinus* larva gruplarındaki gibi, *Scenedesmus*

acutus ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda glutatyon içerdiği belirlenmiştir (Şekil 69).

Chironomidae türleri glutatyon miktarlarına göre kıyaslandığında, *Halocladus* (H.) *fucicola* larvalarında glutatyon miktarının, *Chironomus plumosus* ve *Chironomus anthracinus* larvalarına göre daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir (Şekil 69).

Chironomidae larvalarıyla ilgili glutatyon analizleri genellikle toksikoloji alanında yapılmakta ve larvaların farklı besinlerle beslenerek glutatyon miktarının incelendiği herhangi bir çalışma yapılmadığı için, çalışmamızla karşılaştırma yapılamamıştır.



Şekil 69. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) Chironomidae larvalarının glutatyon miktarı (mg/g)

Lipit Peroksidasyon Analizi:

Chlorella vulgaris, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen Chironomidae larva gruplarının lipit peroksidasyon miktarları incelendiğinde, hem türlere ve hem de besin gruplarına göre LPO düzeyinin değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 70).

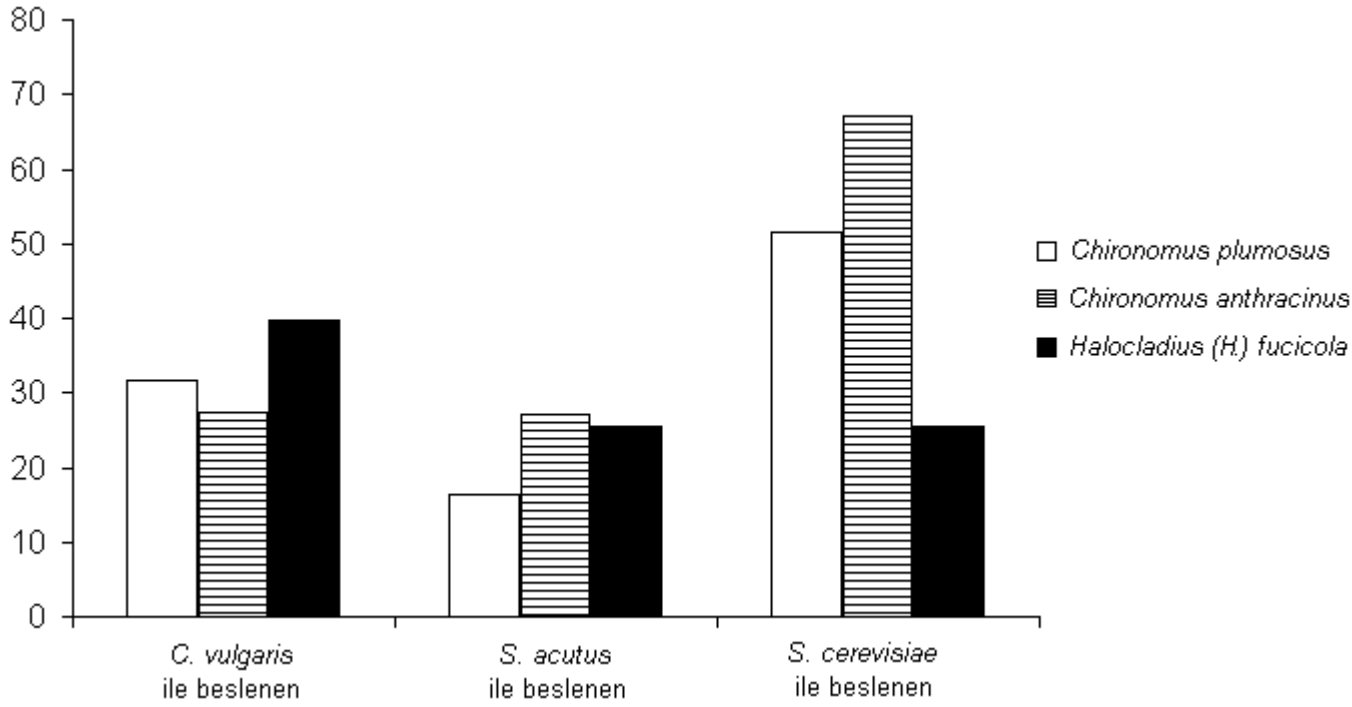
Chironomus plumosus'un *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva gruplarına kıyasla daha belirgin oranda lipit peroksidasyon (LPO) içerdiği gözlenmiştir ($p < 0.001$). *Chlorella*

vulgaris ile beslenen larva grubunun *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek düzeyde LPO içerdiği saptanmıştır.

Chironomus anthracinus'un *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grupları LPO miktarları bakımından kıyaslandığında, *Chironomus plumosus* larvalarına benzer şekilde, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubunun daha yüksek miktarda LPO içerdiği tespit edilmiştir ($p<0.001$). Yine *Chironomus plumosus* larvalarında olduğu gibi, *Chironomus anthracinus*'un *Chlorella vulgaris* ile beslenen larva grubunun ise *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek miktarda LPO içerdiği gözlenmiştir (Şekil 70).

Halocladus (H.) fucicola larvalarının ise diğer larva türlerinden farklı olarak, *Chlorella vulgaris* ile beslenen grubunda LPO düzeyinin *Scenedesmus acutus* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva gruplarına kıyasla önemli düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.001$). *Scenedesmus acutus* ile beslenen larva grubunun ise *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen larva grubuna göre daha yüksek oranda LPO içerdiği belirlenmiştir (Şekil 70).

Chironomidae larvalarıyla ilgili toksik alanda yapılan çalışmalarda lipit peroksidasyon düzeyleri saptandığından ve çalışmamızda olduğu gibi farklı besinlerle beslenerek lipit peroksidasyon miktarının incelendiği herhangi bir çalışma yapılmadığı için kıyaslama yapılamamıştır.



Şekil 70. Farklı besinlerle beslenen (*C. vulgaris*, *S. acutus* ve *S. cerevisiae*) Chironomidae larvalarının lipit peroksidasyon miktarı (nmol/ml)

Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, alg kültürüyle yetiştirilen chironomidlerin gelişimlerini daha kısa sürede tamamladıkları gözlenmiştir. Biyokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen chironomidlerin vitamin, sterol, yağ asidi ve protein değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre, kısa sürede çok sayıda Chironomidae türü elde edilmek isteniyorsa, alg kültürüyle beslenerek yetiştirilmesi; eğer vitamin, sterol, yağ asidi ve protein değerleri bakımından yüksek Chironomidae türleri yetiştirilmek isteniyorsa maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ile beslenerek yetiştirilmesi önerilmektedir. Sonuç olarak yapılan bu çalışma, bu konuyla ilgili ileriki çalışmalara yol gösterici olması bakımından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Sözen, M. ve Yiğit, S.,** 1999. Akşehir (Konya) Gölü Bentik Faunası ve Bazı Limnolojik Özellikler, *Tr. J. of Zoology*, **23** (3), 829-847.
- [2] **Brundin, L.,** 1949. Chironomidae und Andere Bodentiers Der Südschwedischen Urgebirgseen. *Inst. Freshw. Res., Drottningholm, Rep.*, **30**, 1-914.
- [3] **Thienemann, A.,** 1954. *Chironomus*, Leben, Verbreitung und Wirtschaftliche Bedeutung Der Chironomiden, *Binnengewasser*, **2**, 1-834.
- [4] **Wilhm, J.J.,** 1975. Biological Indicators of Pollutions, in *River Ecology*, pp. 375-402, Ed. Witton, B.A., Blackwell Scientific Publ., Osney Mead., Oxford.
- [5] **James, A.,** 1979. The Value of Biological Indicators in Relation to Other Parameters of Water Quality, in *Biological Indicators of Water Quality*, pp. 1-16, Eds. James, A and Evison, L., John Willey and Sons, Chichester.
- [6] **Şahin, Y.,** 1984. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri Akarsu ve Göllerindeki Chironomidae (Diptera) Larvalarının Tesbiti ve Dağılımları. Anadolu Üniv. Yayını. No: 57. Fen Ed. Fak. Yay., 2.
- [7] **Fittkau, E. and Reiss, F.,** 1986. *Chironomus*. Mitteilungen Aus der Chironomidenkunde-Plön. München.
- [8] **Kırgız, T.,** 1988. Seyhan Baraj Gölü Bentik Hayvansal Organizmaları ve Bunların Nitel ve Nicel Dağılımları, *Doğa Türk Zooloji Derg.*, **12** (3), 231-245.

- [9] **Ahıska, S.**, 1999. Kesikköprü (Ankara) Baraj Gölündeki Bentik Organizma Türleri ve Mevsimsel Değişimleri, *Doktora Tezi*, A.Ü. Fen Bil. Enst. Biyoloji ABD, Ankara.
- [10] **Bolognesi, M., Birdo, D., Rizzi, M., Tarricone, C. and Ascenzi, P.**, 1997. Nonvertebrate Hemoglobin: structural bases for reactivity, *Prog. Biophys. Molec. Biol.*, **68** (1), 29-68.
- [11] **Aller, R.C. and Aller, J.K.**, 1998. The effect of biogenic irrigation intensity and solute exchange on diagenetic reaction rates in marine sediments, *Journal of Marine Research*, **56**, 905-936.
- [12] **Lewandowski J. and Hupfer, M.**, 2005. Effect of macrobenthos on two-dimensional small-scale heterogeneity of pore water phosphorus concentrations in lake sediments: a laboratory study, *Limnology and Oceanography*, **50**, 1106-1118.
- [13] **Walshe, B.M.**, 1947. Feeding mechanism of *Chironomus* larvae, *Nature*, **160**, 474-476.
- [14] **De La Noue, J. and G. Choubert.**, 1985. Apparent digestibility of invertebrate biomass by rainbow trout, *Aquaculture*, **50**, 103-112.
- [15] **Mclarney, W.O., Henderson, S. and Sherman, M.M.**, 1974. A new method for culturing *Chironomus tentans* Fabricius larvae using burlap substrate in fertilized pools, *Aquaculture*, **4**, 267-276.
- [16] **Merritt, R.W., Dadd, R.H. and Walker, E.D.**, 1992. Feeding behaviour, natural food, and nutritional relationships of larval mosquitoes, *Annual Review of Entomology*, **37**, 349-376.
- [17] **Brook, A.J.**, 1954. The bottom living algal flora of slow sand filter beds of water Works, *Hydrobiologia*, **6**, 333-351.

- [18] **Elango, A., Jameson, J.D. and Ramadhas, V.,** 1996. Production of *Chironomus* larvae for use as live food in aquaculture systems. In: Water Quality Issues in Aquaculture, pp. 91-101, Eds. Santhanam, R., Ramadhas, V. and Gopalakrishnan, P., Proceedings of the National Seminar Water Quality, *Issues on Aquaculture Systems*, Tuticorin, India.

- [19] **Shim, K.F.,** 1986. By-product utilization in live food culture for tropical aquarium fish. In: Finfish Nutrition Research in Asia, pp. 42-47, Ed. De Silva, S.S., Proceedings of the Second Asian Fish Nutrition Network Meeting. *Asian Fisheries Society*, Manila, Philippines.

- [20] **Yashouv, A.,** 1956. Problems in carp nutrition, *Bamidgeh*, **8**, 79-87 (in Shim, 1986).

- [21] **Houde, E.D. and Scheker R.C.,** 1980. Feeding by marine fish larvae development and functional responses, *Env. Biol. Fish.*, **5**, 315-334.

- [22] **Sugden, L.G.,** 1973. Feeding ecology of Pintail, Gadwall, American Wigeon and Lesser Scaup ducklings, Canadian Wildlife Services Report 24.

- [23] **Tidwell, J.H., Schulmeister, C.M. and Coyle, S.,** 1997. Growth, Survival, and Biochemical Composition of freshwater prawns *Macrobracium rosenbergii* fed Natural food organisms under controlled conditions, *Journal of the World Aquaculture Society*, **28** (2), 123-132.

- [24] **Rasmussen, J.B.,** 1985. Effects of density and micro detritus enrichment on the growth of chironomid larvae in a small pond, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **42**, 1418-1422.

- [25] **Tokeshi, M.,** 1995. Life cycles and population dynamics, in *The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges*, pp. 224-268, Eds. Armitage, P., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V., Chapman & Hall, London, United Kingdom.

- [26] **Ball, S.L. and Baker, R.L.,** 1995. The non-lethal effects of predators and the influence of food availability on life history of adult *Chironomus tentans* (Diptera: Chironomidae), *Freshwater Biology*, **34**, 1-12.
- [27] **Kajak, Z.,** 1963. The effect of experimentally induced variations in the abundance of *Tendipes plumosus* L. larvae on intraspecific and interspecific relations, *Ekologin Polska (Series A)*, **11**, 355-367.
- [28] **Ward, G.M. and Cummins, K.W.,** 1979. Effects of food quality on growth of a stream detritivore, *Paratendipes albimanus* (Meigen) (Diptera: Chironomidae), *Ecology*, **60**, 57-64.
- [29] **Mattingly, R.L., Cummins, K.W. and King, R.H.,** 1981. The influence of substrate organic content on the growth of a stream chironomid, *Hydrobiologia*, **77**, 161-165.
- [30] **Ladle, M., Welton, J.S. and Bass, J.A.B.,** 1984. Larval growth and production of three species of chironomidae from an experimental recirculating stream. *Archive Fur Hydrobiologia*, **102**, 201-214.
- [31] **Iwakuma, T.,** 1986. Ecology and production of *Tokunagaysurika akamusi* (Tokunaga) and *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera: Chironomidae) in a shallow eutrophic lake, *PhD Thesis*, Kyushu University, Japan.
- [32] **Hodkinson, I.D. and Williams, K.A.,** 1980. Tube formation and distribution of *Chironomus plumosus* L. (Diptera: Chironomidae) in a eutrophic woodland pond, in *Chironomidae: Ecology, Systematics, Cytology and Physiology*, pp. 331-337, Ed. Murray, D.A., Pergamon Press, Oxford.
- [33] **Johnson, R.K.,** 1985. Feeding efficiencies of *Chironomus plumosus* (L.) and *Chironomus anthracinus* Zett. (Diptera: Chironomidae) in mesotrophic Lake Erken, *Freshwater Biology*, **15** (5), 605-612.

- [34] **Johnson, R.K.**, 1987. Seasonal variation in diet of *Chironomus plumosus* (L.) and *Chironomus anthracinus* Zett. (Diptera: Chironomidae) in mesotrophic Lake Erken, *Freshwater Biology*, **17**, 525-532.
- [35] **Michailova, P.**, 1984. Cytotaxonomic features of species of the subfamily Orthoclaadiinae (Diptera, Chironomidae) from Bulgaria, *Genetica*, **52-53** (1), 263-266.
- [36] **Habib, M.A.B., Yusoff, F.M., Phang, S.M., Ang, K.J. and Mohamed, S.**, 1997. Nutritional values of chironomid larvae grown in palm oil mill effluent and algal culture, *Aquaculture*, **158**, 95-105.
- [37] **Lundstedt, L. and Brett, M.T.**, 1991. Differential growth rates of three Cladoceran species in response to mono-algal and mixed-algal cultures, *Limnology and Oceanography*, **36**, 159-165.
- [38] **Naylor, C., Bradley, M.C. and Calow, P.**, 1992. Effect of algal ration–quality and method of quantification–on growth and reproduction of *Daphnia magna*, *Archiv für Hydrobiologie*, **125** (3), 311-321.
- [39] **Nandini, S. and Sarma, S.S.S.**, 2003. Population growth of some genera of Cladocerans (Cladocera) in relation to algal food (*Chlorella vulgaris vulgaris*) levels, *Hydrobiologia*, **491**, 211-219.
- [40] **Alva-Martinez, A.F., Sarma, S.S.S. and Nandini, S.**, 2004. Population growth of *Daphnia pulex* (Cladocera) on a mixed diet (*Microcystis aeruginosa* with *Chlorella vulgaris* or *Scenedesmus acutus*), *Crustaceana*, **77** (8), 973-988.
- [41] **Habashy, M.M.**, 2005. Culture of Chironomidae larvae (Insecta-Diptera Chironomidae) under different feeding systems, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, **31** (2), 403-418.

- [42] **Frouz, J., Ali, A. and Lobinske, R.J.,** 2004. Laboratory evaluation of six algal species for larval nutritional suitability of the pestiferous midge *Glyptotendipes paripes* (Diptera: Chironomidae), *Journal of Economic Entomology*, **97** (6), 1884-1890.

- [43] **Nath, B.B., Thorat, L., Babrekar, A.A., Datkhile, K.D, Ghadge, A., Gaikwad, R. and Meshram, D.C.,** 2009. Development of a New Design of an Insectary Model Rearing and Environmental Assessment Studies on Chironomid Midges. *Chironomus Newsletter on Chironomidae Research. XVII. International Symposium on Chironomidae*, Tianjin, China, 5-10 July 2009, pp. 11-13.

- [44] **Evangelista, A.D., Fortes, N.R and Santiago, C.B.,** 2005. Comparison of some live organisms and artificial diet as feed for Asian catfish *Clarias macrocephalus* (Günther) larvae, *J. Appl. Ichtyol.*, **21**, 437-443.

- [45] **De la Noüe, J. and Choubert, G.,** 1985. Apperent digestibility of invertebrate biomass by rainbow trout, *Aquaculture*, **50**, 103-112.

- [46] **Elango, A., Jameson, J.D. and Ramadhas, V.,** 1996. Production of *Chironomus* larvae for use as live food in aquaculture systems, in *Water Quality Issues in Aquaculture*, pp. 91-101, Eds. Santhanam, R., Ramadhas, V. and Gopalakrishnan, P., Proceedings of the National Seminar Water Quality, *Issues on Aquaculture Systems*, Tuticorin, India.

- [47] **Chappie, D.J. and Burton Jr., G.A.,** 1997. Optimization of in situ bioassays with *Hyalella azteca* and *Chironomus tentans*, *Environ. Toxicol. Chem.*, **16**, 559-564.

- [48] **Crane, M., Higman, M., Olsen, T., Simpson, P., Callaghan, A., Fisher, T. and Kheir, R.,** 2000. An in situ system for exposing aquatic invertebrates to contaminated sediments, *Environ. Toxicol. Chem.*, **19**, 2715-2719.

- [49] **Sibley, P.K., Benoit, D.A., Balcer, M.D., Phipps, G.L., West, C.W., Hoke, R.A. and Ankley, G.T.,** 1999. In situ bioassay chamber for assessment of sediment toxicity and bioaccumulation using benthic invertebrates, *Environ. Toxicol. Chem.*, **18**, 2325-2336.

- [50] **De Haas, E.M., Van Haaren, R., Koelmans, A.A., Kraak, M.H.S. and Admiraal, W.,** 2005. Analyzing the causes for the persistence of chironomids in floodplain lake sediments, *Arch. Hydrobiol.*, **162**, 211-228.

- [51] **Benoit, D.A., Sibley, P.K., Juenemann, J.L. and Ankley, G.T.,** 1997. *Chironomus tentans* life cycle test: design and evaluation for use in assessing toxicity of contaminated sediments, *Environ. Toxicol. Chem.*, **16**, 1165-1176.

- [52] **Postma, J.F. and Davids, C.,** 1995. Tolerance induction and life-cycle changes in cadmium exposed *Chironomus riparius* (Diptera) during consecutive generations, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **30**, 195-202.

- [53] **Postma, J.F., Van Kleunen, A. and Admiraal, W.,** 1995. Alterations in life history traits of *Chironomus riparius* (Diptera) obtained from metal contaminated rivers, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **29**, 469-475.

- [54] **Ristola, T., Parker, P. and Kukkonen, J.V.K.,** 2001. Life-cycle effects of sediment-associated 2,4,5-trichlorophenol on two groups of the midge *Chironomus riparius* with different exposure histories, *Environ. Toxicol. Chem.*, **20**, 1772-1777.

- [55] **Apperson, C., Waldvogel, M. and Bambara, S.,** 2010. Extension Entomology: Biology and Control of Non-Biting Aquatic Midges. Department of Entomology, North Carolina State University, Insect Note-ENT/ rsc-15.

- [56] **Ali, A. and Morris, C.D.**, 1992. Management of non-biting aquatic midges. IFAS, Univ. of Florida Medical Entomology Laboratory Technical Bulletin, no:4.
- [57] **Koehler, P.**, 1980. Extension Entomology Report 62. IFAS, Florida Cooperative Extension Service Plant Protection Pointers, University of Florida.
- [58] **Demirsoy, A.**, 2003. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar, Entomoloji Cilt II/Kısım II. pp. 734-736. Ankara.
- [59] **Özyalın, S.**, 2007. Kemer Baraj Gölü (Aydın) Fitoplanktonunun İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [60] **Ilmavirta, V.**, 1982. Dynamics of phytoplankton in Finish lakes, *Hydrobiologia*, **86**, 11-20.
- [61] **Taş, B. ve Gönülol, A.**, 2007. Derbent Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'nün Planktonik Algleri, *Journal of Fisheries Science*, **1** (3), 111-123.
- [62] **Şanal, M.**, 2000. Farklı besin ortamlarının *Daphnia* sp. üretimi üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Ankara.
- [63] **Bamsedt, U., Gifford, D.J., Irigoien, X., Atkinson, A. and Roman, M.**, 2000. Feeding, in *ICES Zooplankton Methodology Manual*, pp. 297-399, Eds. Haris, R., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R. and Huntley, M., Academic Pres, London.
- [64] **Ötük, G. and Johansson, C.**, 1980. Alglerden tek hücre proteini eldesi, Sempozyum 3, Kükem.

- [65] **Pala, G.**, 2007. Keban Baraj Gölü Güllüşkür Kesimindeki Planktonik Algler ve Mevsimsel Değişimleri II-Bacillariophyta, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19** (1), 23-32.
- [66] **Stephenson, R.R. and Watts, S.A.**, 1984. Chronic Toxicity test with *Daphnia magna*: The effects of different food and temperature regimes on survival, reproduction and growth, *Environmental Pollution* (Series A) **36**, 95-107.
- [67] **Cowgill, U.M., Emmel, H.W., Hopkins, D.L., Appelegath, S.L. and Takahashi, I.T.**, 1986. The influence of water on reproductive success and chemical composition of laboratory reared populations of *Daphnia magna*, *Water Research*, **20** (3), 317-323.
- [68] **Şanal, M. and Köksal, G.**, 2005. The Effect of Different Nutritional Media on the Reproductive Efficiency of *Daphnia pulex*, (in Turkish), *A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, **11** (2), 173-177.
- [69] <http://illumin.usc.edu/article.php?articleID=178&page=1> Scheffler, J., Underwater habitats. Illumin online magazine 9 (4) Fall, 2008. 14 Haziran 2011.
- [70] **Akbaba, G.**, 2003. Biyoteknolojide Mikroalgler, *Bilim Teknik Dergisi*, **429**, 28-35.
- [71] **Bulut, Y.**, 2009. *Chlorella vulgaris*'da (Chlorophyceae) Yağ Miktarını Artırma Olanaklarının Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üni. Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana.
- [72] **Timur, G.**, 1992. Plankton Bilgisi ve Plankton Kültürü. Akdeniz Üniv. Yay. No:40, Ankara.
- [73] **Hata, M. and Hata M.**, 1973. Studies on astaxanthin formation in some fresh-water fishes, *Tohoku J. of Agricultural Research*, **24** (4), 192-196.

- [74] **Cabaroğlu, T. ve Yılmaztekin, M.**, 2010. Aroma Biyoteknolojisi, İç: Gıda Biyoteknoloji, Ed. Aran, N., Nobel Yayıncılık, Ankara.
- [75] **Yağmur, G.**, 2006. Mitokondriyal Mutantların Bira Fermantasyonu Üzerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Ens., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- [76] **Rose, A.H.**, 1979. Microbial Biomass, In: *Economic Microbiology*, pp. 1-29, Ed. Rose, A.H., Academic Press, London.
- [77] **Köksal, O.**, 1980. Tek hücre proteininin insan beslenmesinde kullanılması, *Gıda Dergisi*, **4**, 89-94.
- [78] **Yanıkoglu, A.**, 1985. *Schistocerca gregaria* Forskal (Orthoptera: Acrididae) Nimflerinin Doğal ve Sentetik Besinde Gelişimi Sırasında Glikojen Miktarı Tayini, *Doğa Bilim Dergisi*, A2, **9** (3), 582-592.
- [79] **Özalp, P. ve Emre, İ.**, 1998. Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. Ergin Dişilerinde Total Glikojen ve Protein Miktarına Etkileri, *Tr. J. of Biol.*, **22**, 15-19.
- [80] **Dursun, O.**, 2009. DDVP'nin (Dichlorvos) Sublethal Dozlarının *Galleria mellonella* L.'nin Protein, Lipit ve Karbonhidrat Düzeyine Etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üni, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [81] **Aktümsek, A.**, 1996. Parazitoid, *Itoplectis maculator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'un yağ asiti bileşimine konak ve eşey farklılığının etkisi, *Turkish Journal of Zoology*, **20**, 7-10.
- [82] **Ito, K. and Nakata, T.**, 1998. Diapause and survival in winter in two species of predatory bugs, *Orius sauteri* and *Orius minutus*, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **89** (3), 271-276.

- [83] **Jacome, I., Aluja, M., Liedo, P. and Netsel, D.,** 1995. The Influence o Adult Diet and Age on Lipid Reserves in the Tropical Fruit Fly *Anastrepha serpentina* (Diptera: Tephritidae), *Journal of Insect Physiology*, **41** (12), 1079-1086.
- [84] **Şeker, D.A. ve Yanıkoğlu, A.,** 1999. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nın Açlık, Beslenme, Parazitlenme ve Yaşlılık Durumlarında Glikojen Seviyesindeki Değişmeler, *Tr. J. of. Zool.*, **23**, 289-296.
- [85] **Akman, E.,** 2004. İki Konak Türünün, Parazitoid *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) Erginlerinde, Yaşa Bağlı Olarak Total Lipit, Protein ve Glikojen Miktarına ve Parazitoidin Bazı Özelliklerine Etkileri, *Doktora Tezi*, O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- [86] **Bozkurt, K.,** 2003. Phospholipid and Triacylglycerol Fatty Acid Compositions from Varius Development Stages of *Melanogryluss desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae), *Turkish Journal of Biology*, **27**, 73-78.
- [87] **Meats, A. and Leighton, S. M.,** 2004. Protein consumption by mated, unmated, sterile and fertile adults the Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni* and its relation to egg production, *Physiological Entomology*, **29**, 176-182.
- [88] **Pullin, A.,** 1992. Diapause metabolism and changes in carbohydrates related to cryoprotection in *Pieris brassicae*, *J. Insect. Physiol.*, **38** (5), 319-327.
- [89] **Socha, R., Sula, J. and Zemek, R.,** 1998. Feeding behaviour, digestive physiology and lipid content in macropterous females of *Pyrrhocoris apterus* (L.) (Heteroptera: Pyrrhocoridae), *Physiological Entomology*, **23**, 91-96.

- [90] **Olson, D.M., Fadamiro, H., Lundgren, J.G. and Heimpel, G.E.,** 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp, *Physiological Entomology*, **25**, 17-25.
- [91] **George, P.J.E., Kannag, J. and Ambrose, D.P.,** 2002. Nutritional influence of prey on the biology and biochemistry in *Rhynocoris marginatus* (Heteroptera: Reduviidae), *J. Biol. Cont.*, **16** (1), 1-4.
- [92] **Ito, K.,** 1989. Studies on the Life History of *Cletus punctiger* Dallas (Heteroptera: Coreidae) with Special Reference to the Seasonal Interhabitat Movements and Mechanism of Migration into Rice Fields, *Bull. National. Agri. Res. Cen.*, **14**, 39-103.
- [93] **Izumi, Y., Anniwaer, K., Yoshida, H., Sanoda, S., Fujisaki, K. and Tsumuki, H.,** 2005. Comparison of cold hardiness and sugar between diapausing and nondiapausing pupae of the Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), *Physiol. Entomol.*, **30**, 36-41.
- [94] **Varer, Ö.,** 2005. Sabit ve periyodik olarak değişen sıcaklık derecelerinin, parazitoid *Bracon hebetor* (say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinde total protein ve lipid miktarı ile ergin yaşam süresine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- [95] **El-Aw, M.A.,** 2003. Effect of host plant, photoperiod, day time, developmental stage and sex on protein patterns and esterase inhibition heads of the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), *J. Agric. Res.*, **48** (1), 89-92.
- [96] **Warburg, M.S. and Yuval, B.,** 1996. Effects of diet and activity on lipid levels of adult Mediterranean fruit flies, *Physiol. Entomol.*, **21**, 151-158.

- [97] **Sak, O.**, 2004. Cypermethrinin *Pimpla turionellae* L. toplam protein, lipid ve karbonhidrat miktarı ile hemositlerine etkisi, *Doktora Tezi*, Balıkesir Üni. F.B.E., Balıkesir.
- [98] **Lorenz, M.W.**, 2003. Adipokinetic hormone inhibits the formation of energy stores and egg production in the cricket *Gryllus bimaculatus*, *Comp. Biochem. Physiol. B*, **136** (2), 197-206.
- [99] **Giron, D. and Casas, J.**, 2003. Lipogenesis in adult parasitic wasp, *J. Insect. Physiol.*, **49**, 141-147.
- [100] **Kumar, D., Misiura A. and Singn A.K.**, 2004. Stage and sex dependent changes in the lipid profile of *Psyderrous koenigii* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) during development, *International J. Trop. Insect Sci.*, **24** (3), 236-241.
- [101] **Demirsoy, A.**, 2003. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar, Entomoloji Cilt II/Kısım II. pp. 111-112, Ankara.
- [102] **Anfinsen, C.B.**, 1973. Principles that govern the folding of protein chains, *Science*, **181** (96), 223-230.
- [103] **Bailey, J.L.**, 1967. Techniques in protein chemistry. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, 2nd Ed., 23.
- [104] **Dickerson, R.E. and Geis, I.**, 1983. Proteins: structure, function and evaluation 2d (Ed). Benjamin/Cummings, Menlo Park, California.
- [105] **Demirsoy, A.**, 2003. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar, Entomoloji Cilt II/Kısım II. pp. 18-21, Ankara.
- [106] **Maton A., Hopkins, J., McLaughlin, C.W., Johnson, S., Warner, M.Q., LaHart, D. and Wright, J.D.**, 1993. *Human Biology and Health*. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, Prentice Hall.

- [107] **Travacio, M., Polo, J.M. and Llesuy, S.,** 2000. Chromium (VI) induces oxidative stress in the mouse brain, *Toxicol.*, **150**, 137-146.
- [108] **Sen, C.K.,** 1997. Nutritional biochemistry of cellular glutathione, *Nut. Biochem.*, **8**, 660-662.
- [109] **Di Mascio, P., Murphy, M.E. and Sies, H.,** 1991. Antioxidan defense system: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols, *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 194-200.
- [110] **Larson, R.A.,** 1988. The antioxidants of higher plants, *Phytochemistry*, **27** (4), 969-978.
- [111] **Adams, H.,** 1963. Adenosine 5'-triphosphate determination with phosphoglycerate kinase, in *Methods of Enzymatic Analysis*, pp. 539-543, Ed. Bergmeyer, H.U., New York, Academic Press.
- [112] **Menguy, R., Desbaillets, L., Masters, Y.F.,** 1974. Mechanism of stress ulcer: influence of hypovolemic shock on energy metabolism in the gastric mucosa, *Gastroenterology*, **66**, 46-55.
- [113] www.mustafaaltinisik.org.uk/56-1-4-04.ppt Protein ve Aminoasit Metabolizması. Prof. Dr. Mustafa Altınışik ADÜTF Biyokimya A.D., 22 Nisan 2011.
- [114] **Meister, A.,** 1983. Selective modification of glutathione metabolism, *Science*, **220**, 472-477.
- [115] **Meister, A. and Anderson M.E.,** 1983. Glutathione, *Annual Review of Biochemistry*; **52**, 711-760.

- [116] **Deneke, S.M and Fanburg, B.L.,** 1989. Regulation of cellular glutathione, *American Journal of Physiology*, **257**, L163-L173.
- [117] **Loguercio, C., Taranto, D., Beneduce, F., del Vecchio Blanco, C., de Vincentiis, A., Nardi, G. and Romano, M.,** 1993. Glutathione prevents ethanol induced gastric mucosal damage and depletion of sulfhydryl compounds in humans, *Gut*, **34**, 161-165.
- [118] **Goldin, E., Ardite, E., Elizalde, J.I., Odriozola, A., Panés, J., Piqué, J.M., Fernández-Checa, J.C.,** 1997. Gastric mucosal damage in experimental diabetes in rats: role of endogenous glutathione, *Gastroenterology*, **112**, 855-863.
- [119] **Kuchel, W.P. and Ralston, G.B.,** (eds.) 1997. Theory and Problems of Biochemistry (2nd ed). Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, Department of Biology, The University of Sydney, Australia.
- [120] **McKee, T. and McKee, J.R.,** 2003. Biochemistry: The molecular basis of life (Third edition). The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- [121] **Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P.,** 2005. Food Chemistry, Third Edition, Springer Verlag, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **382** (1), 10-11.
- [122] www.mustafaaltinisik.org.uk/67-1-2-01.ppt Prof. Dr. Mustafa Altınışık, Lipidlerin Yapısal ve İşlevsel Özellikleri (I-II-III). ADÜTF Biyokimya AD. 14 Haziran 2011.
- [123] **Nas, S., Gökalp, Y.H. ve Ünsal, M.,** 2001. Bitkisel yağ teknolojisi. Pamukkale Üni. Mimarlık Fak. Matbaası, Denizli.

- [124] **Karaca, E. ve Aytaç, S.**, 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler, *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **22** (1), 123-131.
- [125] **Kayahan, M.**, 2003. Yağ Kimyası, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
- [126] **Tvrzicka, E., Vecka, M., Stankova, B., Zak, A.**, 2002. Analysis of fatty acids in plasma lipoproteins by gas chromatography flame ionisation detection Quantative aspects, *Anal. Chimica. Acta*, **465**, 337-350.
- [127] **Atueno, R.J., Kinckle, L.C., Smith, H., Eliot, M.L., Allen, S.J., Nwaka, S. and Winther, M.D.**, 2001. Activity human of $\Delta 5$ and $\Delta 6$ desaturases on multiple n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids, *FEBS Letters*, **509**, 77-80.
- [128] **Duplus, E. and Forest, C.**, 2002. Is there single mechanism for fatty acid regulation of gene transcription, *Biochem. Pharma.*, **64**, 893-901.
- [129] www.2.aku.edu.tr/~mkonuk/lipidler.pdf Prof. Dr. Muhsin Konuk Lipidler. Afyon Kocatepe Üni., 18 Haziran 2011.
- [130] **Murray, R.K., Granner D.K., Mayes P.A. and Rodwell, V.W.**, 1996. Harper'in Biyokimyası. (Çevirenler: Nurten Dikmeli ve Tuncay Özgönen, Ankara Barış Kitabevi (24. baskı).
- [131] **Horrobin, D.F.**, 1989. Essential fatty acids and complications of diabetes mellitus, *Wiener Klinische Wochenschrift*, **101**, 289-293.
- [132] **Wakayama E.J., Dillwith J.W. and Blomquist G.**, 1986. Characterization of prostaglandin synthesis in the housefly, *Musca domestica* (L.), *Insect Biochemistry*, **16**, 903-909.

- [133] **Thompson, S.N.**, 1979. The Effect of Dietary Carbohydrate on Larval Development and Lipogenesis in The Parasite, *Exeristes roborator* (Fabricius) (Hymenoptera:Ichneumonidae), *Journal of Parasitology*, **65** (6), 849-854.
- [134] **Cohen, A.C.**, 1990. Fatty Acid Distributions as Related to Adult Age, Sex and Diet in The Phytophagous Heteropteran, *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae), *Journal of Entomological Science*, **25** (1), 75-84.
- [135] **Stanley-Samuelson D.W., Jurenka, R.A., Cripps, C., Blomquist G.J. and Renobales M.**, 1988. Fatty Acid in Insect Composition Metabolism and Biological Significance, *Archives Insect Biochemical Physiology*, **9**, 1-33.
- [136] **Stanley-Samuelson, D.W.**, 1984. 9-eicosanoic acid: a predominantly male triacylglycerol fatty acid in the waxmoth, *Galleria mellonella*, *Comp. Biochem. Physiol.*, B, **77**, 443-445.
- [137] **Gutteridge, J.M.**, 1995. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage, *Clin. Chem.*, **41**, 1819-1828.
- [138] **Thompson S.N.**, 1973. A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of seven insect orders, *Comp. Biochem. Physiol.*, **45B**, 467-482.
- [139] **Rice-Evans, C.A., Diplock, A.T. and Symons, M.C.R.**, 1991. Techniques in free radicals research, *Elsevier*, Amsterdam, **22**, 185–194.
- [140] **Dikici, İ.**, 1999. Akut viral hepatitlerle interferon tedavisi görmüş kronik viral hepatitlerde oksidatif stresin araştırılması, *Uzmanlık Tezi*, S.Ü. Tıp Fak. Biyokimya Anabilim Dalı, Konya.
- [141] **Bellenger, J., Comte, C., Bellenger, S., Merlin, J.F.O., Tessir, C., Poisson, J.P. and Narca, M.**, 2003. Regulation of PUFA biosynthesis during

hypertension associated with type I and II diabetes, *Ocl-Oleagineux Corps Gras Lipides*, **104**, 321-327.

- [142] **Porter, N.A.**, 1985. Mechanism of fatty acid and phospholipid autoxidation, in *Chemical Changes in Food During Processing*, pp. 73-105, Eds. Richardson, T. and Finley, J.W., Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- [143] <http://kimyaevi.org> Lipid oksidasyonu. 20 Eylül 2011.
- [144] **Moreau, R.A., Whitaker, B.D. and Hicks, K.B.**, 2002. Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in food: structural diversity, quantitative analysis, and healthpromoting uses, *Lipid Res.*, **41**, 457-500.
- [145] **Liu, R.H.**, 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals, *Am. J. Clin. Nutr.*, **78** (3 Suppl), 517- 520.
- [146] **Aparicio, R. and Aparicio-Ruiz, R.**, 2000. Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques, *Journal of Chromatography A*, **881**, 93-104.
- [147] **Quilez, J. Garcia-Lorda, P. and Salas-Salvado, J.**, 2003. Potential uses and benefits of phytosterols in diet: present situation and future directions. *Clin. Nutr.*, **22**, 343-351.
- [148] **Kritchevsky, D. and Chen, S.C.**, 2005. Phytosterols-health benefits and potential concerns a review, *Nutr. Res.*, **25**, 413-428.
- [149] **Ateş, J.**, 2005. Türk fındıklarının fitosterol içerikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üni. Fen Bilimleri Ens., Ankara.
- [150] **Salt, T.A., Xu, S., Patterson, G.W. and Lusby, W.R.**, 1991. Diversity of sterol biosynthetic capacity in Caryophyllidae, *Lipids*, **26**, 604-613.

- [151] www.ctf.edu.tr/anabilimdallari/pdf/167/Lipidler.pdf Lipidler. Doç. Dr. Remisa Gelişgen. 16 Haziran 2011.
- [152] www.mustafaaltinisik.org.uk/67-1-2-12.ppt Lipidlerin Yapısal ve İşlevsel Özellikleri XII (Lipoproteinler), Prof. Dr. Mustafa Altınışik ADÜTF Biyokimya AD. 18 Haziran 2011.
- [153] **Adam, B.**, 2000. Temel Biyokimya, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [154] **İlbilge, S.**, 2005. Gıda Kimyası, Hacettepe Üni. Yayınları, Ankara.
- [155] <http://tv.ztb.gov.tr/media/document/606.pdf> Doç. Dr. Güner Karatekin, D Vitamin- Hormonu ve Osteomalasi, 22 Haziran 2011.
- [156] **Keskin, H.**, 1987. Besin Kimyası (I-II), İ.Ü. Yayınları, İstanbul.
- [157] **Akkuş, İ.**, 2005. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri, pp. 68-73, Mimoza Yayınları, Konya.
- [158] **Podda, M., Weber, C., Traber, G.M., Packer, L.**, 1996. Simultaneous determination of tissue tocopherols, tocotrienols, ubiquinols, and ubiquinones, *J. Lipid Research*, **37**, 893-901.
- [159] **Halliwell, B. and Chirico, S.**, 1993. Lipid peroxidation: Its mechanism, measurement and significance, *Am. J. Clin. Nutr.*, **57** (5), 715–724.
- [160] **Yılmaz, Ö., Çelik, S., Çay, M. and Nazıroğlu M.**, 1997. Protective role of intraperitoneally administered vitamin E and selenium on the levels of total lipid, total cholesterol and fatty acid composition of muscle and liver tissues in rats, *J. Cell Biochem.* **64**, 233-234.

- [161] **Yılmaz, Ö., Çelik, S. and Dilsiz, N.,** 1997. Influence of intraperitoneally and dietary administered vitamin E and selenium on the lipid composition in reproductive organs of male in reproductive organs of male animals, *Biol. Chem.*, **378**, 425 –430.
- [162] **Yılmaz, Ö., Çelik, S., Çay, M., Nazıroğlu, M. and Dilsiz, N.,** 1997. The effects of dietary vitamin E and selenium and their combination on the fatty acids of erythrocytes, bone marrow, and spleen tissue lipids of lambs, *Cell Biochem. and Funct.*, **15** (1), 1-7.
- [163] **Machlin, L.J. and Bendich, A.,** 1987. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients, *FASEB J.*, **1**, 441-445.
- [164] <http://www.msxlabs.org/forum/saglikli-yasam/109816-vitaminler-k-vitamini.html>
K vitamini. 22 Haziran 2011.
- [165] **Şahin, Y.,** 1984. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Akarsu ve Göllerindeki Chironomidae (Diptera) Larvalarının Teşhisi ve Dağılımları. Anadolu Üniv. Yay. No: 57, Eskişehir.
- [166] **Klüttgen, B., Dülmer, U., Engels, M. and Rate, H.T.,** 1994. Rapid Communication, ADAM and artificial freshwater for the culture of zooplankton, *Water Research*, **28** (3), 743-746.
- [167] **Thompson, A.S., Rhodes, J.C. and Pettman, I.,** 1988. Culture Collection of Algae and Protozoa. Catalogue of Strains. 5th edit., Natural Environment Research Council, Freshwater Biological Association, Ambleside, England.
- [168] **Laing, I. and Ayala, F.,** 1990. Commercial mass culture techniques for producing microalgae, in *Introduction to Applied Phycology*, pp. 444-477, Ed. Akatsuka, I, SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands.

- [169] **Collins, C.M. and Lyne, P.M.**, 1987. Microbiological Methods, Butterworths and Co. Ltd., London.
- [170] **Hara, A. and Radin, N.S.**, 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent, *Anal. Biochem.*, **90** (1), 420-426.
- [171] **Ellman, G.I.**, 1959. Tissue Sulfhydryl Groups, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **82** (1), 70-77.
- [172] **Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J.**, 1951. Protein measurement with the Folin-phenol reagent, *The J. of Biochem.*, **193**, 265-277.
- [173] **Jiang, Z.Y., Hunt, J.V. and Wolff, S.P.**, 1992. Detection of lipid hydroperoxides using the 'Fox method', *Anal. Biochem.*, **202**, 384-389.
- [174] **Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yaği, K.**, 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction, *Anal. Biochem.*, **95**, 351-358.
- [175] **Katsanidis, E. and Addis, P.B.**, 1999. Novel HPLC analysis of tocopherols and cholesterol in tissue, *Free Radic. Biol. Med.*, **27** (11-12), 1137-1140.
- [176] **Christie, W.W.**, 1990. Gas chromatography and lipids. The Oil Pres, Glaskow.
- [177] **Armitage, P., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V.**, 1994. Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges. Chapman and Hall, London.
- [178] **Apperson, C., Waldvogel, M. and Bambara, S.**, 2006. Biology and control of non-biting aquatic midges, Department of Entomology, North Carolina State University, Insct-Note-ENT/rsc-15.

- [179] **Johnson, R.K. and Pejler, B.,** 1987. Life histories and coexistence of the two profundal *Chironomus* species in Lake Erken, *Entomol. Scand. Suppl.*, **29**, 233-238.
- [180] **Provost, M.W. and Branch, N.,** 1959. Food of chironomid larvae in Polk County lakes, *Fla. Ent.*, **42** (2), 49-62.
- [181] <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc92.htm>. Prof. Dr. Ertuğrul Erdin, Lagünler ve işlevleri. 19 Mart 2012.
- [182] **Jonasson, P.M.,** 1972. Ecology and production of the profundal benthos in relation to phytoplankton in Lake Esrom, *Oikos Supplement*, **14**, 1-148.
- [183] **Petersen, C., Woods, H.A. and Kingsolver, J.G.,** 2000. Stage-specific effects of temperature and dietary protein on growth and survival of *Manduca sexta* caterpillars, *Physiol. Entomol.*, **25**, 35-40.
- [184] **Levesque, K.R., Fortin, M. and Mauffette, Y.,** 2002. Temperature and food quality effects on growth, consumption and post-ingestive utilization efficiencies of the forest tent caterpillar *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae), *Bulletin of Entomological Research*, **92** (2), 127-136.
- [185] **Branch, H.E. and Wichita, K.,** 1923. The life history of *Chironomus cristatus* Fabr. with descriptions of the species, *J.N.Y. Ent. Soc.*, **31**, 15-30.
- [186] **Ölmez, M., Savaş, S., Güçlü, Z., Demir, O. ve Gümüş, E.,** 2009. Farklı ortamlarda üretilmiş *Scenedesmus acutus acuminatus* alginin ve ekmek mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*) *Daphnia magna*'nın populasyon artışına etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **26** (1), 49-53.
- [187] **Şanal, M. ve Köksal, G.,** 2005. Farklı besin ortamlarının *Daphnia pulex*'in üreme randımanı üzerine etkisi, *A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **11** (2), 173-177.

- [188] **Naylor, C., Bradley, M.C. and Calow, P.,** 1992. Effect of algal ration-quality and method of quantification on growth and reproduction of *Daphnia magna*, *Arch. Hydrobiol.*, **125** (3), 311-321.
- [189] **Özbaş, B., Göksan, T. and Ak, İ.,** 2006. *Branchionus plicatilis* (Rotifer)'in farklı besin ortamlarında büyümesi, *Ege Üni. Su Ürünleri Dergisi*, **23** (1-2), 279-282.
- [190] **McLachlan, A.J.,** 1977b. Some effects of tube shape on the feeding of *Chironomus plumosus* L. (Diptera: Chironomidae), *Journal of Animal Ecology*, **46**, 139-146.
- [191] **Johnson, R.K.,** 1985. Feeding efficiencies of *Chironomus plumosus* (L.) and *C. anthracinus* Zett. (Diptera: Chironomidae) in mesotrophic Lake Erken, *Freshwater Biology*, **15**, 605-612.
- [192] **Loden, M.S.,** 1974. Predation by chironomid (Diptera) larvae on Oligochaetes, *Limnology and Oceanography*, **19**, 156-159.
- [193] **Coffman, W.P. and Ferrington, L.C. Jr.,** 1984. Chironomidae, in *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, pp. 551-652, Eds. Merritt, R.W. and Cummins, K.W., Chapter 22, Kendall/Hunt, Dubuque.
- [194] **Kajak, Z. and Warda, J.,** 1968. Feeding of benthic nonpredatory Chironomidae in lakes. *Annales Zoologici Fennici*, **5**, 57-64.
- [195] **Lindegaard, C. and Jonasson, P.M.,** 1979. Abundance, population dynamics and production of zoobenthos in Lake Myvatn, *Iceland. Oikos*, **32**, 202-207.
- [196] **Berg, M.B.,** 1995. Larval food and feeding behaviour, in *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges*, pp. 136-168, Eds. Armitage,

P.D., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V., Published by Chapman and Hall, London.

- [197] **Johnson, R.K., Bostrom, B. and van de Bund, W.,** 1989. Interactions between *Chironomus plumosus* (L.) and the microbial community in surficial sediments of a shallow, eutrophic lake. *Limnology and Oceanography*, **34**, 992-1003.
- [198] **Stefanov, K., Nechev, J., Lavchieva-Nacheva, G., Nikolova, N., Seizova, K., Kwartirnikov, M., Lavchiev, V. and Popov, S.,** 2002. Lipids and sterols in *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae): changes after treatment with sucrose and lead, *Comp. Biochem. Physiol. B*, **131**, 543-550.
- [199] **Behmer, S.T. and Elias, D.O.,** 2000. Sterol metabolic constraints as a factor contributing to the maintainance of diet mixing in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae), *Physiol. Biochem. Zool.*, **73**, 219-230.
- [200] **Fraenkel, G. and Blewett, M.,** 1946. Linoleic acid, vitamin E and other fat-soluble substances in the nutrition of certain insects (*Ephestia kuehniella*, *E. elutella*, *E. cantella* and *Plodia interpunctella* (Lep.)), *J. Exp. Biol.*, **22**, 172-190.
- [201] **House, H.L.,** 1966. Effects of vitamins E and a on growth and development, and the necessity of vitamin E for reproduction in the parasitoid *Agria affinis* (Fallén) (Diptera, Sarcophagidae), *J. Insect Physiol.*, **12**, 409-417.
- [202] **House, H.L.,** 1951. Notes on the laboratory propagation of *Pseudosarcophaga affinis* (Fall.), a sarcophaged parasite of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.), *Rep. Queb. Soc. Prot. Pl.*, **31**, 134-137 (1948-1949).
- [203] **Coppel, H. C., House, H.L. and Maw M. G.,** 1959. Studies on dipterous parasites of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.)

(Lepidoptera: Tortricidae): VII. *Agria affinis* (Fall.) (Diptera: Sarcophagidae), *Can. J. Zool.*, **37**, 817-830.

- [204] **Thompson, S.N.**, 1973. A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of seven insect orders, *Comp. Biochem. Physiol.*, **45B**, 467-482.
- [205] **Habib, M.A.B., Yusoff, F.M., Phang, S.M., Ang, K.J. and Mohamed, S.**, 1997. Nutritional values of chironomid larvae grown in palm oil mill effluent and algal culture, *Aquaculture*. **158**, 95-105.
- [206] **Oka, A., Suzuki, N. and Watanabe, T.**, 1982. Effects of fatty acids in *Moina* on the fatty acid composition of larvae Ayu, *Plecoglossus altivelis*, *Bull. Jpn. Sci. Soc. Fish.*, **48**, 1159-1162.
- [207] **Hanson, B.J., Cummins, K.W., Cargill, A.S. and Lowry, R.R.**, 1985. Lipid content, fatty acid composition, and the effect of diet on fats of aquatic insects, *Comp. Biochem. Physiol.*, **80B**, 257-276.
- [208] **Goedkoop, W., Demandt, M. and Ahlgren, G.**, 2007. Interactions between food quantity and quality (long-chain polyunsaturated fatty acid concentrations) effects on growth and development of *Chironomus riparius*, *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.*, **64**, 425-436.
- [209] **Kiyashko, S.I., Imbs, A.B., Narita, T., Svetashev, V.I and Wada, E.**, 2004. Fatty acid composition of aquatic insect larvae *Stictochironomus pictulus* (Diptera: Chironomidae): evidence of feeding upon methanotrophic bacteria, *Comp. Biochem. and Physiol. B*, **139**, 705-711.
- [210] **Sushchik, N.N., Gladyshev, M.I., Moskvichova, A.V., Makhutova, O.N. and Kalachova, G.S.**, 2003. Comparison of fatty acid composition in major lipid classes of the dominant benthic invertebrates of the Yenisei river, *Comp. Biochem. and Physiol. B*, **134**, 111-122.

- [211] **Khani, A., Moharramipour, S., Bargezar, M and Naderi-Manesh, H.,** 2007. Comparison of fatty acid composition in total lipid of diapause and non-diapause larvae of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), *Insect Science*, **14**, 125-131.
- [212] **Üstüner, P., Kalyoncu, L. ve Aktümsek, A.,** 2010. Besinin *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) larva ve pupunun toplam lipid, yağ asidi oranlarına ve yağ asidi bileşimine etkileri, *S.D.Ü. Fen Dergisi*, **5** (1), 29-37.
- [213] **Chapman, R.F.,** 1969. The Insect: Structure and Function, pp. 636-652, Ed. Chapman, R.F., Chapter 31, American Elsevier, New York.
- [214] **Bailey, E.,** 1974. Biochemistry of Insect Flight, in *Insect Biochemistry and Function*, pp. 89-282, Eds. Candy, D.J. and Kilby, B.A., Chapman and Hall, London.
- [215] **Alves, C.J. and Zucoloto, S.F.,** 1997. Effect of protein sources on fecundity, food acceptance and sexual choice by *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), *Rev. Brasil. Biol.*, **57**, 611-618.
- [216] **Chang, C.L., Albrecht, C., El-Shall, S.S.A. and Kurashima, R.,** 2001. Adult reproductive capacity of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on a chemically defined diet, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **94**, 702-706.
- [217] **Chang, C.L.,** 2004. Effect of aminoacids on larvae and adult of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **9** (3), 529-535.
- [218] **Habashy, M.M.,** 2005. Culture of Chironomidae larvae (Insecta-Diptera Chironomidae) under different feeding systems, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, **31** (2), 403-418.

- [219] **Barry, J.D., Opp, S.B., Dragolovich, J. and Morse, J.G.,** 2007. Effect of adult diet on longevity of sterile Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae), *Florida Entomologist*, **90** (4), 650-655.
- [220] **Jocome, I., Aluja, M., Liedo, P. and Netsel, D.,** 1995. The influence of adult diet and age on lipid reserves in the tropical fruit fly *Anastrepha serpentina* (Diptera: Tephritidae), *J. Insect Physiol.*, **41**, 1079-1086.
- [221] **Muller, H.G., Wang, J.L., Capra, W.B., Liedo, P. and Carey, J.R.,** 1997. Early mortality surge in protein-deprived females causes reversal of sex differential of life expectancy in Mediterranean fruit flies, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **94**, 2762-2765.
- [222] **Shelly, T.E. and Kennelly, S.,** 2002. Influence of male diet on male mating success and longevity and female remating in the Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions, *Florida Entomol.*, **85**, 572-579.
- [223] **Yuval, B., Kaspi, R., Field, S.A., Blay, S. and Taylor, P.,** 2002. Effects of post-teneral nutrition on reproductive success of male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae), *Florida Entomol.*, **85**, 165-170.

ÖZGEÇMİŞ

05.01.1982 yılında Elazığ'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladım. 2000 yılında başladığım Fırat Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünde lisans eğitimimi 2004 yılında tamamladım. 2005 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Zooloji Bilim Dalında yüksek lisansla başladım. 2008 yılında yüksek lisansımı tamamlayarak doktora başladım.