

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

**FARKLI İKİ FİTOPLANKTON (*Chlorella vulgaris*,
Scenedesmus acuminatus) TÜRÜ İLE BESLENEN, KARAYAYIN
(*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) LARVALARININ
YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU**

MEHMET NAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

120724

ANTAKYA
HAZİRAN-2002

Mustafa Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Doç.Dr.Mustafa TÜRKMEN danışmanlığında, Mehmet NAZ tarafından hazırlanan bu çalışma 23/07/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç.Dr.Mustafa TÜRKMEN

İmza:

Üye : Prof.Dr.İhsan AKYURT

İmza:

Üye : Doç.Dr.Oya IŞIK

İmza:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Kod No: 94

120724

İmza:

23/07/2002

Prof.Dr.Mustafa KARLANKIRAN

Enstitü Müdürü

Bu çalışma M.K.Ü Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 01 M 1401

Not:Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	II
ABSTRACT	III
ÖNSÖZ	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3.MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1.Materyal.....	11
3.2.Yöntem.....	11
3.2.1.Üretim.....	11
3.2.2.Hasat.....	13
3.2.3.Analizler.....	14
3.2.3.1.Kuru Madde ve Kül Analizleri.....	14
3.2.3.2.Lipid Analizleri.....	14
3.2.3.3.Yağ Asidi Analizleri.....	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	17
4.1.Kuru Madde ve Ham Kül.....	17
4.2.Lipid.....	18
4.3.Yağ Asitleri.....	20
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	32
EKLER	

ÖZET

**FARKLI İKİ FİTOPLANKTON TÜRÜ İLE BESLENEN (*Chlorella vulgaris*,
Scenedesmus acuminatus), KARAYAYIN (*Clarias gariepinus* Burchell 1822)
LARVALARININ YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU**

Bu çalışmada, iki farklı fitoplankton (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acuminatus*) türü ile beslenen, karayayın (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) larvalarının yağ asitleri ve total lipid kompozisyonu araştırılmıştır. Fitoplanktonların yoğun kültürü için Jaworski ortamı kullanılmış olup, çalışma iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada keseyi absorbe etmiş larvalar 6 gün boyunca, iki farklı fitoplankton türü ile beslenmiştir. İkinci aşamada, fitoplanktonlar'ın ve larvaların toplam lipid içeriği ve yağ asitleri analiz edilmiştir.

Larvaların beslenmesinde kullanılan fitoplankton türlerinden *C. vulgaris*'in toplam lipid içeriği, *S. acuminatus*'dan daha yüksek bulunmuş olup, gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

C. vulgaris ile beslenen *Clarias gariepinus* larvalarının lipid içeriği, *S. acuminatus* ile beslenenlerden daha yüksek olup, gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Palmitoleik (16:1), hexadecadienoik (16:2), hexadecatrienoik (16:3) ve linoleik (18:2) asitlerin yüzde oranları *C. vulgaris*'de, *S. acuminatus*'dan daha yüksek bulunmuştur. Fitoplankton ve larva örneklerinde eicosapentaenoik (20:5n-3) ve docosahexaenoik (22:6n-3) asitlere rastlanmamıştır.

C. vulgaris ve *S. acuminatus*, linoleik (18:2), linolenik (18:3) ve palmitik asit bakımından oldukça zengin olmasına rağmen larvalarda linoleik (18:2) ve linolenik (18:3) asitlere rastlanmamıştır. Bununla birlikte, stearik asit miktarı *C. vulgaris* ile beslenen larvalarda, *S. acuminatus*'dan daha yüksekti.

Diğer taraftan *S. acuminatus* ile beslenen larvaların palmitik(16:0), oleik(18:1) ve araşhidonik(20:4) asit içerikleri, *C. vulgaris* ile beslenen larvalardan daha yüksek bulunmuştur.

2002, 38 sayfa

Anahtar Kelimeler: Karayayın, larva, fitoplanktonlar, lipid, yağ asitleri

ABSTRACT

**THE FATTY ACID COMPOSITION OF THE AFRICAN CATFISH
(*Clarias gariepinus* Burchell 1822) LARVAE, FED WITH TWO DIFFERENT
PHYTOPLANKTON SPECIES (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus acuminatus*)**

In this study, the composition of fatty acids and total lipid of the African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) larvae fed with two different phytoplankton species (*Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acuminatus*) were investigated. Jaworski medium was used for mass culture of phytoplankton and the study was carried out at the two stages. In the first stage after yolk sac absorption, larvae were fed with two different phytoplankton species during six days. Secondly, the total lipid and fatty acid content of larvae and phytoplankton were analyzed.

The total lipid content of *C. vulgaris* was found higher than that of *S. acuminatus* and the difference between groups was significant ($p < 0,05$).

The lipid content of the larvae fed on *C. vulgaris* was higher than that of those fed on *S. acuminatus* and the difference between groups was significant ($p < 0,05$).

The percentage of palmitoleik(16:1), hexadecadienoik(16:2), hexadecatrienoik (16:3) and linoleik (18:2) acids of *C. vulgaris* were higher than that of *S. acuminatus*. However, Eicosapentaenoik acid (20:5n-3) and Docosahexaenoik acid (22-6n-3) were not found both larvae and phytoplankton.

Although, *C. Vulgaris* and *S. acuminatus* were quite rich from the point of view of linoleik (18:2), linolenik (18:3) and palmitik (16:0) acids, Linoleik (18:2) and linolenik acids were not found in the larvae.

However, the stearic acid content of the larvae fed on *C. vulgaris* was higher than that of those *S. acuminatus*.

On the other hand, the palmitic (16:0), oleic (18:1) and arachidonic acid (20:4) contents of the larvae fed on *Scenedesmus acuminatus* were higher than that of the larvae fed on *C. vulgaris*.

2002, 38 pages

Key words: *Clarias gariepinus*, larvae, phytoplankton, total lipid , fatty acid

ÖNSÖZ

Karayayın (*Clarias gariepinus* Burchell 1822), dünyada yetiştiriciliği her gün biraz daha yaygınlaşan önemli bir türdür. Larval dönemdeki problemleri çözüldüğünde, hızlı büyüme özelliğinden dolayı, yetiştiricilikte alternatif bir tür olabilir. Üreticilerin, sağlıklı ve yeterli sayıda larva temini gibi önemli problemleri, bu tür çalışmalarla çözüme kavuşturulabilecektir. Türkiye’de bu türün yetiştiriciliğinin yaygınlaşması, işletmelere yeterli sayıda keseyi henüz yeni bitirmiş larva temini ile mümkün olabilecektir. Bu türün yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasının, ekonomiye büyük katkı sağlayacağı inancındayız. Bu çalışmada, karabalıklar (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822)’ın larval dönemdeki esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının yalnız mikroalglerle karşılanıp karşılanamayacağı araştırılmıştır.

Yüksek Lisans tez konumun belirlenmesinde ve çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın danışman hocam Doç.Dr. Mustafa TÜRKMEN’e, bilgi ve deneyimlerini bizden esirgemeyen Sayın hocam Prof.Dr. İhsan AKYURT’a, tecrübelerini her zaman bizlerle paylaşan Doç.Dr. Oya IŞIK’a, desteğini her zaman gördüğüm Sayın Arş. Gör. Erdal YILMAZ’a ve değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bir İnce Tabaka Ünitesinde Yetiştirilen <i>C.capsulata</i> ve Bölgesel Hat <i>Chlorella sp.</i> 'nin Yağ Asidi Kompozisyonları(JAMES ve ABUREZEQ, 1987).....	5
Çizelge 2.2. Farklı sıcaklıklarda Yetiştirilen <i>Chlorella</i> Hattının Yağ asidi Kompozisyonu (JAMES ve ark.,1988).....	7
Çizelge 3.1. Jaworski Ortamı Kimyasalları.....	12
Çizelge 4.1.Araştırmada Kullanılan Alg Türlerine Ait Kuru Madde ve Kül Miktarları.....	17
Çizelge 4.2. <i>Clarias gariepinus</i> larvalarına Ait Kuru Madde ve Kül Miktarları.....	18
Çizelge 4.3. Araştırmada Kullanılan Alg Türlerine Ait Lipid Miktarları.....	18
Çizelge 4.4. <i>Clarias gariepinus</i> Larvalarına Ait Lipid Miktarları.....	19
Çizelge 4.5. Deneme sonunda Tespit Edilen Larva Sayısı ve Ortalama Ağırlıkları(g).....	19
Çizelge 4.6. Araştırmada Kullanılan Alg Türlerine Ait Yağ Asitleri Değerleri (Toplam Yağ Asitleri İçindeki Yüzde Oranları).....	20
Çizelge 4.7. <i>Clarias gariepinus</i> Larvalarına Ait Yağ Asitleri Değerleri (Toplam Yağ Asitleri İçindeki Yüzde Oranları).....	26

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Karabalık(<i>Clarias gariepinus</i>)'un Açlık Dönemi Boyunca Tüketilen Toplam Yağ Asidi İçinde En yüksek Orana Sahip İlk 10 Yağ Asidi ve Sahip Oldukları Yüzdeler.....	8
Şekil 3.1. Fitoplankton Üretim Sistemi.....	13
Şekil 4.1. <i>Chlorella vulgaris</i> Türünde Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları.....	21
Şekil 4.2. <i>Scenedesmus acuminatus</i> Türünde Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları.....	21
Şekil 4.3. <i>Chlorella vulgaris</i> Türüyle Beslenen <i>Clarias gariepinus</i> Larvalarında Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları.....	26
Şekil4.4. <i>Scenedesmus acuminatus</i> Türüyle Beslenen <i>Clarias gariepinus</i> Larvalarında Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları.....	27

1.GİRİŞ

Hem tatlısu hem de deniz balıkları yetiştiriciliğinin en önemli basamağını bu canlıların larva dönemi oluşturmaktadır. Bu dönemde karşılaşılan en büyük problemlerden biri ise larvanın yumurta kesesi çekildikten hemen sonra ortamda ağız büyüklüğüne uygun yemin hazır bulundurulamamasıdır. Bu ihtiyaca cevap verebilecek yem kaynaklarından en önemlileri fitoplanktonik organizmalar ve bunlarla beslenen rotiferler olup, üretimi bütün işletmelerde gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Tabii ki rotiferlerin daha zengin bir yağ asidi ve aminoasit kompozisyonuna sahip olabilmesi için, bunların üretiminde ilk basamağı oluşturan fitoplanktonik alglerin de önemli olduğu bilinmektedir. Zira ağız yapısı rotifer alamayacak kadar küçük olan ilk beslemesi yapılacak larvalara, ilk besin olarak fitoplankton verilecektir. Dolayısıyla balık yetiştiriciliğinde başarı sağlayabilmek için bu zincirin iyi kurulması gerekmektedir.

Deniz balıklarında keseli dönemin sonuna doğru görülen yoğun ölümlerin nedeni, ilk larva yeminin besinsel açıdan yetersiz oluşuna bağlanmıştır(JONES ve HOUDE, 1986: POLAT, 1992'den).

Deniz balıklarının larval gelişimi üzerine yapılmış olan önceki çalışmalar, fitoplankton kültürlerinin yaşama oranını arttırdığını göstermiştir (MAY 1971: AL-ABDUL-ELAH1984: HERNANDEZ-CRUZ, SALHI, FERNANDEZ-PALACIOS&IZQUIERDO 1994:MARLIAVE 1994:AL-ABDUL-ELAHve ark., 2001'den).

Morina'da raporlandığı gibi, bazı balık larvaları, çıkıştan sonraki başlangıç günlerinde mikroalgler'i doyurucu miktarlarda alırlar (MEEREN 1991: AL-ABDUL-ELAH ve ark., 2001'den).

Larvaların dışarıdan beslenmeye başladıkları dönemde, hücresel gelişme ve enerji sağlanması için uygun bir yemin olmaması, vücut dokularının kullanılmasına ve sonuçta ölüme neden olduğu bildirilmektedir (THEILACKER, 1981 : BAGARINAO, 1986: POLAT, 1992'den).

PUFA'ların (Çoklu doymamış yağ asitleri) genelde biomembranların sentezinde aktif olarak rol aldıkları bildirilmiştir (BELL ve ark., 1986 : POLAT, 1992'den).

Tatlısu balığı larvaları için besin olarak özellikle rotiferler önemli bir yer tutar. Bu nedenle, yetiştirilen balık larvalarının besin gereksinimi için yoğun rotifer kültür yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler geliştirilirken de rotiferlerin beslenmesinde kullanılan fitoplanktonik organizmaların iyi bir besin içeriğine sahip olması, larvaların besin ihtiyaçlarını tamamen sağlaması açısından büyük önem taşıdığı belirtilmiştir (SIEFERT, 1972 : HALE ve CARLSON, 1972 : MARTINEZ ve DODSON, 1992'den).

Deniz organizmalarına verilen yemlerin besin kalitesi larval yaşamın ilk birkaç haftasında büyük önem taşımaktadır (BEN-AMOTZ ve ark., 1987).

Birçok raporda belirtildiği gibi lipidlerdeki genel ve özel n-3 (öncelikle w3 serisi) yüksek doymamış yağ asitlerinin (HUFA), larva dietlerinde önemli bir role sahip olduğu bildirilmiştir (FUJITA, 1979 : SCOTT ve MIDDLETON, 1979 : WATANABE, 1979 : WATANABE et.al., 1983 : BEN-AMOTZ ve ark., 1987'den).

Balık larvası yetiştiriciliğinde çok kullanılan *B.plicatilis*'in besin değerinin, fitoplanktonik organizmalardan, rotiferlere geçen, besin değeri yüksek bileşiklere bağlı olduğunu belirlemişlerdir (WATANABE ve ark., 1983 : WHYTE ve NAGATA, 1990'dan).

Rotiferlerin yağ asidi kompozisyonu n-3 uzun zincirli doymamış yağ asitleri nedeniyle çok önemlidir. Bunlardan özellikle, 20:5n-3 ve 22:6n-3 asitleri, birçok balık türünün erken larva döneminde büyüme için hayati olduğu bildirilmiştir (WATANABE ve ark., 1983 : WHYTE ve NAGATA, 1990'dan).

Rotiferlerin n-3 uzun zincirli doymamış yağ asitlerini sentezleme yeteneğine sahip olduklarını, ancak dokulardaki bulunma düzeylerinin, balık larvalarının normal büyüme ve gelişmesi için ihtiyacı karşılamada yetersiz kaldığı bildirilmiştir (LUBZENS ve ark., 1985 : WHYTE ve NAGATA, 1990'dan)

Genel olarak diğer hayvanlar gibi, balıklar da lipidlere bir metabolik enerji kaynağı olarak gereksinim gösterirler (COWEY ve SARGENT, 1979). Uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin, hücre zarı geçirgenliği ve esnekliği, enzim aktivasyonu, prostoglandin üretimi ve diğer fonksiyonlar için gerekli olduğu saptanmıştır (STICKNEY ve HARDY, 1989).

Deniz balığı türlerinin birçoğunun ve gökkuşacağı alabalığı gibi soğuk su balık türlerinin n-3 yağ asitlerine gereksinimi olduğu bilinmektedir. Ancak bu gereksinim

bütün sıcak su balık türleri için aynı değildir. Sazan n-3 ve n-6 yağ asitlerinin her ikisine de gereksinim duyduğu halde, *Tilapia*'lar hiç olmazsa n-6 yağ asitlerine gereksinim duymaktadırlar. Yapılan çalışmalar, n-3 yağ asitlerinin gerekliliğinin genel olarak bütün sıcak su balıkları için geçerli olduğu hipotezini tam olarak onaylamamış olmasına rağmen, uygun bir zar yapısı için, besin içerisinde çok az bir miktarda olsa n-3 yağ asitlerine bir gereksinim olduğu bilinmektedir (IŞIK ve ark. 1999).

Tatlısu ve deniz balıkları biyokimyasının aynı, fakat yağ asidi kompozisyonlarında farklılıklar olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. (ACKMAN, 1967 : AGGELOUSIS ve LAZOS, 1991'den)..

Tilapia'lar genellikle besinlerinde linoleik (n-6) grubu yağ asitlerine gereksinim duydukları ve besinlerine 18:n-6 içeriği bakımından zengin bitkisel yağlar(soya veya mısır) ilave edildiğinde, 20:5n-3 bakımından zengin balık yağlarına göre daha iyi performans verdikleri bildirilmektedir (TAKEUCHI ve ark., 1983a).

Tilapia zillii için optimum n-6 yağ asidi seviyesi diette yaklaşık olarak %1 olduğu bildirilmiştir (KNAZAWA ve ark., 1980 : STICKNEY ve HARDY, 1989'dan).

Mayayla kültürlenmiş rotiferlerde 20:5w3 gibi (w3 HUFA) yüksek doymamış yağ asitleri ve 16:1 ile 18:1 gibi yüksek monoenoik yağ asitlerinin tamamen azaldığını belirtilirken, deniz *Chlorella*'sı ile kültürlenmiş rotiferlerin ise deniz larvaları için esansiyel yağ asitlerinden biri olan 20:5w3'ü yüksek miktarlarda içerdiği bildirilmiştir (YONE ve FUJII, 1975 a,b : JAMES ve ark., 1983'den).

Deniz ve tatlısu *Chlorella*'sı arasında yağ asitleri içeriği bakımından bir farklılık olduğu belirtilmiştir (WATANABE ve KITAJIMA, 1979 : JAMES ve ark., 1983'den).

Larvaların ilk yeme alıştırılması aşamasında büyük bir rolü olan ve yine ilk yemlemesi rotiferlerle gerçekleştirilen tatlı su ve deniz balıklarının canlı yem kaynaklarının ilk halkasını oluşturan fitoplanktonun önemi yapılan birçok araştırma sonucunda gösterilmiştir. Fitoplanktonla beslenen *Clarias gariepinus* larvalarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarını bu besinlerden karşılayıp karşılayamadıklarını belirlemek amacıyla yürütülen ve aynı zamanda bir Yüksek Lisans Tezi olarak planlanan bu çalışma ile ileride yetiştiriciliğinin yaygınlaşabileceği düşünülen *Clarias gariepinus* türünün, postlarva döneminde fitoplanktonla beslenmesi sonucunda, larvaların esansiyel yağ asidi içeriklerinin ne ölçüde etkilendiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde daha çok konuyla ilgili olduğunu düşündüğümüz araştırmalar özetlenmiştir.

JAMES ve ABU-REZEQ (1988), deniz *Chlorella sp.*'sının yerel bir hattı ve *C.capsulata*'nın farklı hücre yoğunluklarının, *Brachionus plicatilis*'in yağ asidi içeriği ve üretim dinamiği üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmalarda, rotifer üretiminin, yetiştirme sisteminde kullandıkları alg türlerinin kalitesi ve hücre yoğunluğuna bağlı olarak etkilendiğini göstermişlerdir. Aynı çalışmada bir ince tabaka ünitesinde yetiştirilen yerel bir hat *Chlorella sp.* ve *C.capsulata*'nın yağ asidi kompozisyonları Çizelge 2.1'de verilmiştir. *C.capsulata*'nın total n-3 PUFA içeriği *Chlorella sp.*'ye göre önemli düzeyde daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). Bunun yanında *Chlorella sp.* örneklerinin analizlerinde esansiyel yağ asidi, eicosapentaenoik asite (20:5n-3) rastlanmamakla beraber, *C.capsulata*'da bulunduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, *Chlorella sp.*'nin farklı yoğunlukları ile beslenen rotiferlerin yağ asidi kompozisyonunu incelediklerinde, artan *Chlorella* hücre yoğunluğu ile birlikte total n-3 uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin de arttığını gözlemişlerdir. Esansiyel yağ asidi 20:5n-3 için de benzer bir sonuç elde edilmiş ve araştırmanın en yüksek hücre yoğunluğu olan 15×10^6 hücre/ml⁻¹'de en yüksek miktarda 20:5n-3 saptanmıştır. 5 ve 10×10^6 hücre/ml⁻¹ de *Chlorella sp.* yoğunluğunda bu yağ asidine rastlanmamıştır. Yine aynı araştırmada, farklı yoğunluklarda *C.capsulata* ile beslenen rotiferler, başlangıçta *C.capsulata* hücre yoğunluğunun artışı ile beraber total n-3 PUFA miktarında önemli bir artış göstermişlerdir ($p<0.05$). Ancak, farklı yoğunluklardaki *C.capsulata* ile beslenen rotiferlerde 20:5n-3 yağ asidi miktarında önemli bir değişiklik gözlenmemiş, uzun zincirli yağ asidine, örneğin docosapentaenoic asit (22:5n-3) ve docosahexaenoik asite (22:6n-3) rastlanmamıştır.

Çizelge 2.1. Bir İnce Tabaka Ünitesinde Yetiştirilen *C.capsulata* ve Bölgesel Hat *Chlorella sp.* 'nin Yağ Asidi Kompozisyonları (JAMES ve ABU-REZEQ, 1987).

Yağ Asidi	<i>Chlorella sp.</i> (% alan)		<i>Chlorella capsulata</i> (% alan)	
	Sınırlar	Ort ±SD	Sınırlar	Ort ±SD
14:0	2,20-2,40	2,31±0,07	1,10-2,70	1,90±0,75
14:1w9	0,43-0,77	0,60±0,12	-	
15:0	0,00-0,20	0,10±0,10	-	
16:0	11,40-13,54	12,49±0,84	11,21-13,80	12,48±1,18
16:1w9	0,76-1,70	1,07±0,38	1,00-2,10	1,48±0,49
17:0	0,00-0,20	0,10±0,10	0,00-0,65	0,29±0,29
18:0	0,23-1,06	0,47±0,34	0,00-0,55	0,26±0,28
18:1w9	2,21-4,35	3,00±0,83	1,80-3,80	2,81±0,96
18:2w6	17,00-18,90	17,99±0,83	10,00-14,40	12,20±2,20
18:3w6	-	-	-	
18:3w3	16,40-17,93	17,03±0,58	17,20-26,10	21,53±4,28
19:0	-	-	-	
20:0	-	-	-	
20:2w6	-	-	-	
20:3w3	-	-	0,70-1,20	0,92±0,22
20:4w3	-	-	-	
20:5w3	-	-	2,53-3,40	3,09±0,42
22:1w9	-	-	-	
22:5w3	-	-	-	
22:6w3	-	-	-	
24:0	-	-	0,00-1,50	0,68±0,68
w3 PUFA	16,40-17,93	17,03±0,58	20,93-30,20	25,53±4,38
Total Lipid(%)	24,00-29,80	27,10±2,63	17,50-22,60	19,60±1,95

JAMES ve ark. (1989), Kuveyt'de bölge deniz suyundan elde ettikleri iki mikroalg cinsi üzerinde, 15,20,25,30,35 °C'lerde büyüme, yağ asidi ve aminoasit kompozisyonlarını değerlendirmişlerdir. Araştırmalar alglerde büyüme oranı, yağ asidi ve amino asit yapılarının, kültür sistemindeki sıcaklığa ve aynı zamanda kullanılan farklı mikroalg türlerine bağlı olarak değişimler gösterdiğini ortaya koymuştur. Yine bu çalışmada *Chlorella* hattında w3 HUFA içeriğinin sıcaklığın azalması ile artma eğiliminde olduğu görülmüş, toplam w3 HUFA' nın %27.55'lik maksimum değeri 15°C'de elde edilmiştir. Bu değer, 25°C'de elde edilen (ortalama%20.45) değerden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Total w3 HUFA içeriğinde ise, 15 ve 20°C'ler arasında (ort.%19.5) önemli bir farklılık gözlenmemiştir. *Chlorella* hattında, denenen

değişik sıcaklıklarda w3 yüksek uzun zincirli yağ asitlerinden biri olan linolenik asidin (18:3n-3) önemli miktarda yer aldığı gözlenmiştir. Diğer sıcaklıklarla karşılaştırıldığında, (18:3n-3) asidinin, 15°C'de önemli bir artış gösterdiği (p<0.05) saptanmıştır. Eicosapentaenoik asit (20:5n-3) sadece 25°C'de, %1.1'lik bir oranla gözlenmiş, test edilen diğer sıcaklıklarda bulunamamıştır. Uzun zincirli docosahexaenoik asit (22:6n-3) sadece 20°C ve 25°C'lerde gözlenmiştir (Çizelge 2.2.). Maksimum lipid içeriği ise 15°C'de gözlemlendi.

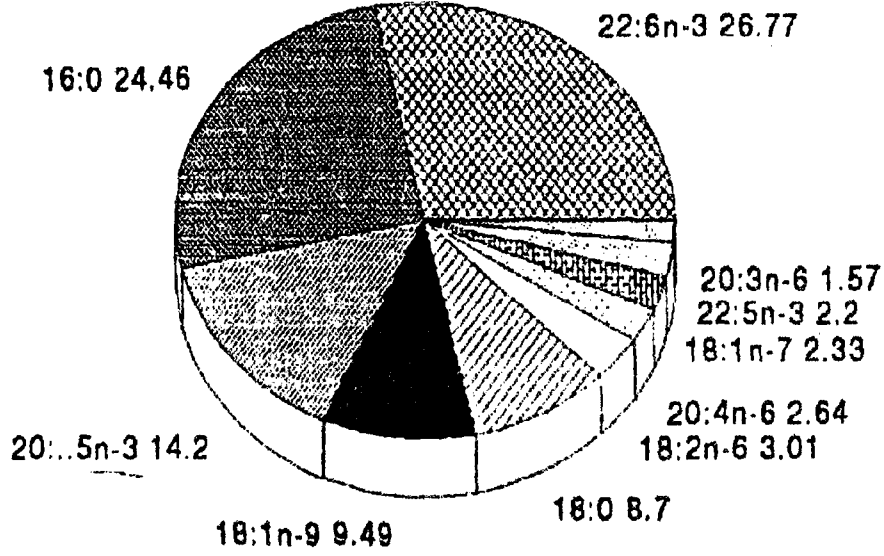
STICKNEY ve HARDY (1989), sıcak su balık türlerinin lipid gereksinimleri üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, tilapia'nın n-6 yağ asitlerine gereksinimleri olduğunu ve yüksek düzeylerde linolenik asit içeren diet ile çok iyi gelişmedikleri gösterilmiştir. Kedibalığı ve tilapiaların n-3 yağ asitleri gereksinimleri olabildiği ve bunun da en iyi şekilde, 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitleri gibi yüksek molekül ağırlıklı yağ asitlerinden karşılanabildiği kaydedilmiştir.

Tilapia zillii'nin besin içerisinde yaklaşık %1 oranında n-6 yağ asitlerine gereksinim duydukları ve bu gereksinim 18:2n-6 veya 20:4n-6 yağ asitleri ile karşılanabileceği bildirilmiştir. *T.aurea* türünün ise n-3 yağ asitleri bulunduğu zaman, gereksinimlerini azaltabilmelerine rağmen, nisbeten yüksek düzeylerde n-6 yağ asitlerine gereksinim duydukları, sadece Stearik asit bulunduğu, Linolenik asitin zayıf büyümeye neden olduğunu, bunun nedeni olarak da Linolenik asidin esansiyel yağ asidi temininde yeterli düzeyde doymamış ve uzun zincirli olmadığı gösterilmiştir (KANAZAWA ve ark., 1980 : STICKNEY ve HARDY, 1989'dan)

POLAT (1992), Karayayın (*Clarias gariepinus*) ile yürüttüğü bir çalışmada, açlık döneminde, başka bir deyişle postlarva aşamasında (keseli dönemin bitiminden hemen sonraki dönemde), öncelikli olarak n-3 serisinin kullanıldığını saptamış ve bu dönemde en fazla tüketilen yağ asitlerinin 22:6n-3, 16:0 ve 20:5n-3 olduğunu belirtmiştir. Bunların kullanım oranlarını ise %26,77, %24,46 ve %14,42 olarak belirlemiştir (Şekil 2.1.). Yine aynı çalışmada her bir yağ asidinin, kesedeki azalma ve embriyo dokusunda birikimi incelenmiş ve 20:4, 20:5n-3 ve 22:6n-3'ün, keseli dönem süresince sentezlendiği bulunmuştur.

Çizelge 2.2. Farklı sıcaklıklarda Yetiştirilen *Chlorella* Hattının Yağ asidi Kompozisyonu (JAMES ve ark.,1988)

Yağ asitleri	Sıcaklık(°C)				
	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
14:0	0,40	0,40	0,60	0,65	0,70
14:1W9					
15:0			0,60	0,21	0,20
16:0	25,20	23,25	19,10	24,33	15,80
16:1W9	0,50	0,50	0,20	4,55	0,30
17:0	0,15		0,20		0,10
18:0	0,7	0,50	0,70	0,35	0,40
18:1W9	0,15	3,70	8,65	9,75	8,45
18:2n-6	18,55	27,90	23,05	24,60	26,85
18:3W6					
18:3W3	27,45	21,60	14,60	18,05	18,70
19:0			1,60		
20:0		0,30			
20:1W9	0,30		0,40		0,35
20:2W6	0,05				0,20
20:3W3		0,65	3,50		0,20
20:4W3	0,10		0,60	0,40	0,45
20:5W3			1,10		
22:1W9					
22:3W3			0,35		
22:4W3					
22:4W3					
22:5W3			0,30		
22:6W3		0,15			
24:0			0,30		
24:1W9					
W3 HUFA	27,55	22,40	20,45	18,45	19,35
Total Lipid%	25,50	19,10	21,00	18,35	22,10



Şekil 2.1. Karabalık (*Clarias gariepinus*)'un Açlık Dönemi Boyunca Tüketilen Toplam Yağ Asidi İçinde En yüksek Orana Sahip İlk 10 Yağ Asidi ve Sahip Oldukları Yüzdeler (POLAT, 1992)

DUNSTAN ve ark. (1992), çalışmalarında, Chlorophyceae sınıfından yeşil mikroalglerin 4 türünün yağ asidi kompozisyonu ile Prasinophyceae sınıfından 6 türün yağ asidi kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Chlorophyceae sınıfının başlıca yağ asitleri 16:0, 16:2(n-13)t, 16:2(n-6),16:3(n-3), 18:2(n-6) ve 18:3(n-3) olarak saptanmıştır. İncelenen Chlorophyceae sınıfına ait türlerde 4 veya daha fazla çift bağlı yağ asitleri bulunamamış, ayrıca 20 ve 22 karbonlu yağ asitleri de saptanmamıştır. Prasinophyceae sınıfının başlıca yağ asitleri ise 16:0, 16:1(n-13)t, 18:1(n-7), 16:4(n-3), 18:4(n-3) olarak belirlenmiş ve değişken oranlarda 18:3(n-3),18:5(n-3), 20:5(n-3) ve 22:6(n-3) saptanmıştır. Bu çalışmada yeşil mikroalglerde bulunan ve şimdiye kadar incelenmemiş bir yağ asidi olan 18:5(n-3)'ün varlığı ilk olarak yayınlanmıştır. Çalışmada ayrıca Chlorophyceae sınıfından bir çok türün, bir çok deniz canlısı için gerekli olan 20:5(n-3) ve 22:6(n-3) esansiyel uzun zincirli yağ asitlerini üretemedikleri ve bu nedenle genellikle kuluçkalıklarda bu türlerin tek başlarına yetiştirilmesinin uygun olmadığı görüşüne varılmıştır. Ancak Prasinophyceae sınıfına ait türlerin deniz omurgasızları için kullanılan besinlerde, bu yağ asitlerini yeterli miktarda sağlayacakları görüşüne varılmıştır.

VERRETH ve ark. (1994), Karayayın *Clarias gariepinus* larvalarının yumurta, keseli ve açlık dönemindeki yağ asitlerinin değişimlerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, daha sonraki yapılacak çalışmalarla daha iyi bir şekilde karşılaştırmalar yapılabilmesi için PD° (fizyolojik gün/derece) kavramını kullanmışlardır. Bu çalışmada, *Clarias gariepinus* larvalarının ilk dış besleme periyodu süresince yağ asidi gereksinimlerini belirleyebilmek için, yumurta sarısından, vücut dokusuna yağ asidi geçişi de araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, farklı yağ asitlerinin keseli dönem boyunca yumurta sarısından vücut dokusuna geçiş randımanı, araşhidonik, eicosapentaenoik ve docosahexaenoik yağ asidinde %100 olduğu halde, diğer yağ asitlerinin çoğunda %60'ın aşağısında olduğu bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlardan bir diğeri ise, deneme süresi boyunca, daha önce bahsedilmiş olan yumurta-keseli larva-aç larva zinciri ile döllenmemiş yumurta arasında kuvvetli bir korelasyon gözlenmesidir. Araştırma süresince tüm organizmalarda (n-3)PUFA'nın miktarı, diğer doymuş, tekli doymamış ve (n-6)PUFA'lardan daha düşük bir oranda azalmıştır. Yine bu çalışmada yumurta-keseli larva-aç larva zincirinde en fazla tüketilen yağ asitleri 16:0, 18:1n-9 ve 22:6n-3 olup, bunların tüketim miktarları sırasıyla 23,6ng/ PD° , 13,8ng/ PD° , 11,8ng/ PD°'dir. Bu çalışmada en fazla tüketilen yağ asitlerinin, başlangıç değeri en yüksek yağ asitlerinin olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, açlık döneminde lipidlerin esas rolünün enerji kaynağı olduğunu ve tüm yağ asitlerinin (doymuş, tekli doymamış ve PUFA'lar) elde edilen sonuçlar doğrultusunda, bu amaç için kullanıldığını bildirmelerine rağmen, çeşitli yağ asitlerinin rolünün, balığın metabolik durumuna göre de değişebileceğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, keseli dönemde olduğu gibi büyüme periyodunda, yağ asitlerinin enerji kaynağı olarak kullanımının yanında, doku oluşumu amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir.

IŞIK ve ark. (1999), bir tatlı su rotiferi olan *B.calyciflorus*'un besin değerini arttırmak için, üç yeşil alg türü, *Scenedesmus abundans*, *Monoraphidium minutum* ve *Chlorella vulgaris* kullanmışlardır. Araştırmada önce bu mikroalg türlerinin lipid miktarları ve yağ asidi kompozisyonları belirlenmiş, daha sonra bu mikroalglerle beslenen *B.calyciflorus*'un yağ asidi kompozisyonu belirlenerek, beslendiği mikroalg türünden ne kadar etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise bu rotiferlerle beslenen *Tilapia zillii* larvalarının yağ asitlerinde miktarsal ve oransal olarak bir değişiklik olup olmadığı incelenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara

göre, mikroalg türleri arasında palmitik (16:0), stearik+oleik (18:0+1), linoleik (18:2n-6), linolenik (18:3n-3) yağ asitleri bakımından en zengin tür *C.vulgaris* bulunmuştur. Aynı zamanda eicosapentaenoik asit(20:5n-3) ve docosaheptaenoik asit (22:6n-3) diğer iki türde bulunmaz iken *C.vulgaris*'te bulunduğu saptanmıştır. Ancak alg türleri arasında saptanan bu farklılık bunlarla beslenen rotiferleri etkileyecek düzeyde olmamış, dolayısı ile *C.vulgaris*'in, incelenen yağ asitleri bakımından diğer türlere olan üstünlüğünün, rotiferler aracılığı ile *Tilapia* larvalarına geçişi, önemli düzeyde olmamıştır.

AL-ABDUL-ELAH ve ark. (2001), *Pampus argenteus* larvaları için mikroalg türlerinin larval yaşam üzerine etkilerini incelemek için yaptıkları çalışmada, çeşitli mikroalglerin yalnız yada karışık olarak *Pampus argenteus*'un postlarva döneminde etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada kullanılan mikroalgler sırasıyla *Chlorella sp.*, *Isochrysis sp.*, *Nannochloropsis sp.* olup, bu mikroalgler 1×10^6 hücre/ml konsantrasyonunda larval beslemede kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ilk 2 günde larvalarda keseden dolayı az da olsa bir büyüme elde edilmiş, 4. günde ise larva büyüklüklerinde bir azalma meydana gelmiş ve 6. günde tüm larvalar ki bu gruba kontrol grubu da dahil (Sadece deniz suyuna bırakılan, fakat alg ilavesi yapılmayan grup), ölmüştür. Deniz suyunda bırakılan larvalarda yaşama oranı çıkıştan sonraki ikinci günden itibaren, mikroalg ilavesi yapılan gruplarda ise 4. günden itibaren azalmaya başladı. Larval yaşama sadece deniz suyuna bırakılan larva grubuyla karşılaştırıldığında mikroalg ilavesi yapılmış grupta daha yüksek olup istatistik olarak oldukça önemliydi. Larva gruplarında dördüncü günde en yüksek yaşama *Chlorella vulgaris* ($83,5 \pm 6,36\%$) grubunda görülmüş olup, bunu sırasıyla *Nannochloropsis* ($76,5 \pm 14,85 \%$) ve *Isochrysis* ($67,5 \pm 3,54 \%$) takip etmiştir. Yalnızca tek tür kullanılan çalışmanın bu aşamasında gözlenen sonuçlara göre, kültür sisteminde kullanılan bu türlerin çıkıştan sonraki ilk haftada larval yaşam için uygun olmadığı gözlenmiştir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

İki aşamalı olarak yürütülen araştırmanın, fitoplankton üretimini içeren birinci kısmında, yeşil algler grubuna ait iki tür kullanılmıştır. Bunlardan *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acuminatus* Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Plankton Üretim Ünitesinden sağlanmıştır.

Chlorella vulgaris, Chlorophyta Filumunun, Chlorophyceae Sınıfının, Oocystaceae Familyasının, *Chlorella* cinsinin bir tatlı su türü olup, hücreleri küreseldir. Hücreler genellikle 5-8.5 (10) µ çapındadır (PRESCOTT, 1962).

Scenedesmus acuminatus, yine Chlorophyta Filumunun, Chlorophyceae Sınıfının, Scenedesmaceae familyasının, *Scenedesmus* cinsinin bir türü olup, dikdörtgenimsi oval şekilli, iki veya daha çok (4-8) sayıda hücrenin doğrusal konumda dizilişinden oluşur. Hücreler 4-7 µ çaplı ve 7-12 µ uzunluktadır. Tatlı sularda, özellikle göllerde bulunurlar (PRESCOTT, 1962).

İkinci aşamada kullanılan ve fitoplanktonun besin olarak verildiği balık larvaları ise, M.K.Ü Su Ürünleri Fakültesinin Gölbaşı Üretim tesislerinde, bu gölde doğal olarak bulunan *Clarias gariepinus*'un suni döllmesi sonucu elde edilen döllmüş yumurtaların doğal suda kuluçkalanması sonucunda elde edilmiştir. Çıkan keseli larvalar yine M.K.Ü Su Ürünleri Fakültesinin Akvaryum ünitesine getirilerek ilk besleme dönemine kadar adaptasyonu sağlanmıştır. Kesesini çeken larvalar, tesadüf parselleri deneme planına göre, 2 farklı fitoplankton muamelesi ve her bir muamele için 3 tekerrür olacak şekilde 3*2=6 adet akvaryuma yerleştirilmiştir. Akvaryumlara yerleştirilen balık larvalarının ortalama ağırlıkları 3,005±0,83 mg olarak belirlenmiştir. Her bir akvaryuma 150 adet kesesini yeni bitirmiş balık larvası konmuştur.

3.2.Yöntem

3.2.1.Üretim

Yarı sürekli kültür yöntemiyle 3 tekerrürlü olarak (RICHMOND,1986) mikroalgler üretim aşamasında, iki litrelik cam balonlarda üretilmişlerdir (Şekil 3.1.). Kültürlerin bulunduğu ortam sıcaklığı 23±1 °C olarak ayarlanmış ve 40W'lık 3 floresan

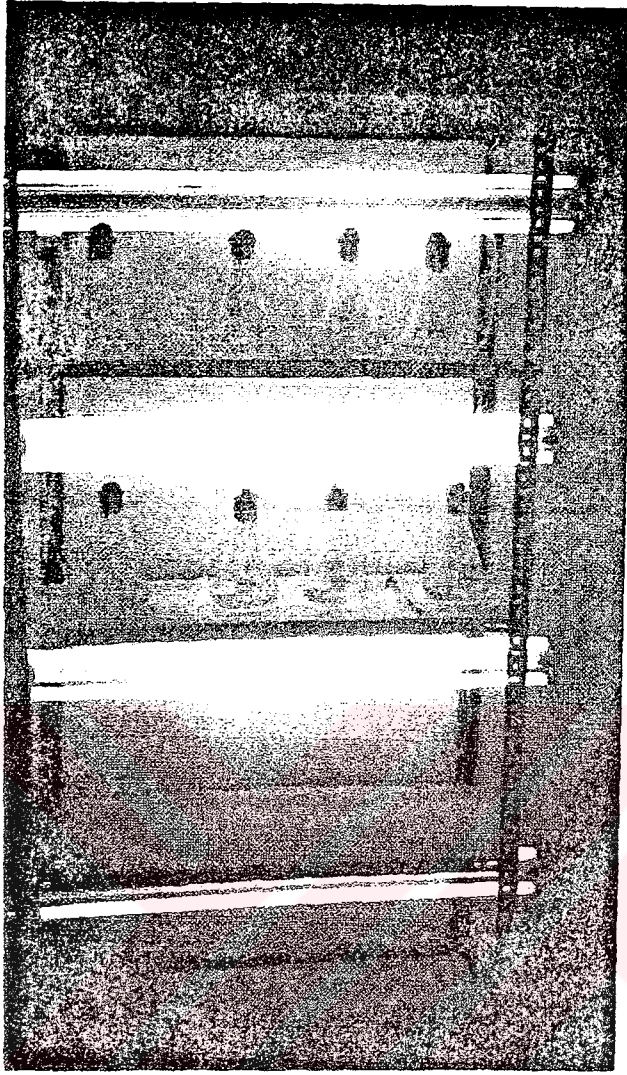
lambanın sağladığı ışık yoğunluğu ile sürekli aydınlatma yapılmıştır. Yoğun kültürlerin CO₂ ihtiyacı bir kompresör aracılığı ile sağlanmıştır. Kullanılan besi ortamı Jaworski ortamı olup (THOMPSON ve ark., 1988) içeriği aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Jaworski Ortamı Kimyasalları

Stok Solusyonlar	200ml için (g)
1. Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	4.0
2. KH ₂ PO ₄	2.48
3. MgSO ₄ .7H ₂ O	10.0
4. NaHCO ₃	3.18
5. EDTA FeNa	0.45
EDTA Na ₂	0.45
6. H ₃ BO ₃	0.496
MnCl ₂ .4H ₂ O	0.278
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	0.2
7. Cyanocobalamin (Vit. B ₁₂)	0.008
Thiamine HCL (Vit. B ₁)	0.008
Biotin	0.008
8. NaNO ₃	16.0
9. Na ₂ HPO ₄ .12H ₂ O	7.2
Son Solusyon; Stok solusyonlar 1-9 Her birinden 1 ml Cam distile su 1.0 l.	

Larva besleme aşamasında, alg üretim miktarları artırılmıştır. Alg üretilen 5 litrelik kavanozların her biri ile iki adet 5 litrelik kavanoz aşılansmıştır (CİRİK, S., GÖKPINAR, Ş., 1993).

Daha önce belirtildiği gibi, anaç tanklarından alınan, ortalama ağırlıkları 3,005±0,83 mg olan 1000 üzerindeki *Clarias gariepinus* larvalarından, her muamele grubu için 3 tekerrür oluşturmak üzere, 30 litrelik toplam 6 akvaryuma 150'er adet larva yerleştirilmiştir. Larvalar 6 gün süreyle 2 farklı fitoplankton ile beslenmiştir. Her bir akvaryuma sürekli olarak 1x10⁶ hücre/ml konsantrasyonunu sağlayacak şekilde besin girilmiştir. Denemede ml'deki hücre sayıları her yemleme öncesinde belirlenerek farklı fitoplankton türlerinden kaynaklanabilecek besin azlığı veya çokluğu gibi durumlar ortadan kaldırılmıştır. Deneme boyunca larvaların bulunduğu akvaryumların her birinde ortalama su sıcaklığı 23±1°C olmuştur.



Şekil 3.1. Fitoplankton Üretim Sistemi

3.2.2. Hasat

Analizler için mikroalglerin hasadında, büyük hacimler için uygun olan bir santrifüj kullanılmıştır. Hasat edilen bu örnekler lipid ve yağ asidi içeriklerinde herhangi bir değişiklik olmaması için örneklemeden hemen sonra analiz edilmişlerdir.

Algler hasat edilmeden önce, sayımları yapılarak günlük spesifik büyüme hızı tespit edilerek katılacak taze besin ortamları belirlenmiştir (CİRİK,S.,GÖKPINAR,Ş., 1993).

Clarias gariepinus larvalarının akvaryumlardan hasadı, sifonlama yöntemi ile yapılmıştır. Hasat yapıldıktan hemen sonra lipid ve yağ asidi kompozisyonlarında herhangi bir değişiklik olmaması için analizler örnekler bekletilmeden yapılmıştır.

3.2.3. Analizler

3.2.3.1. Kuru Madde ve Kül Analizleri

Hasat edilen mikroalgler yoğun hale getirildikten sonra, 105°C'de 1 saat tutulup desikatörde soğutulduktan sonra, 0,001g duyarlı terazide ağırlıkları alınmış alüminyum kaplarda belirli miktarlarda tartılarak, etüvde 103°C'de 4 saat tutulmuşlardır. Bu süre sonunda alüminyum kaplar bir desikatöre konularak, oda sıcaklığına kadar soğumaları sağlanmış ve daha sonra 0,001g duyarlı bir terazide tartımları yapılmıştır. Örnekler yaş iken elde edilen rakamdan, kurutulduktan sonraki tartım değeri çıkarılarak kuru madde miktarı hesaplanmış ve daha sonra % değerler hesaplanmıştır.

Kül tayini için aynı örnekler (kurutulmuş örnekler) bu kez yakma fırınına yerleştirilmiş ve 550°C'de 4 saat süreyle yakılmışlardır (VOLLENWEIDER, 1974). Daha sonra yine 0,001g duyarlı bir terazide tartımları yapılmıştır.

Clarias gariepinus larvalarında kuru madde ve kül analizleri aynı şekilde yapılmış, ancak larvalar etüve konmadan önce bir cam çubuk ile iyice ezilmişlerdir (IŞIK ve ark., 1999).

Kuru madde ve kül analizlerinde, her bir tür ve her bir grup için en az dört kez yapılmış ve elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır (IŞIK ve ark., 1999).

3.2.3.2. Lipid Analizleri

Alglerin ve larvaların total lipid miktarları, BLIGH ve DYER (1959)'ın ekstraksiyon yöntemine göre yapılmıştır. Ancak yöntemde, örneklerimizin yapısına ve su içeriklerine bağlı olarak bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu yöntemde, kloroform ve metanol yaygın olarak kullanılan lipid çözücülerdir. İdeal bir lipid ekstraksiyonu, dokunun, kloroform ve metanol ile karışımı ile homojenize edilmesi sonucu yapılmıştır. BLIGH ve DYER'in lipid ekstraksiyon metodundaki işlemler sırasıyla şöyle uygulanmıştır;

-Alglerin su içeriklerine bağlı olarak, örnekler için gerekli olan Kloroform:Methanol:Su oranı belirlendi. Bu oran analizi yapılacak örneğin içerdiği su miktarına göre tespit edildi. Bu miktarı belirlemek için mikroalg ve *Clarias gariepinus* larvalarının içerdiği su miktarları önceden belirlendi. Bu su içeriklerine göre yukarıda belirtilen oranlar sırasıyla 1:1:0,9 oranlarında sabit tutulmaya çalışıldı.

-Bu kimyasallar ilave edildikten sonra, solüsyon homojenizatör ile homojen hale getirildi. Ondan sonra test tüpü 15 dakika için oda sıcaklığında ultrasonik bir banyoya yerleştirildi. Daha sonra test tüpü santrifüjlendi. Yüzeydeki (methanol+su tabaka bir pastör pipet kullanılarak çekildi. Alt tabakadaki kloroform ile birleşik olarak bulunan lipid kültür tüplerine alındı. Ekstraksiyon tüpünün dibinden ayrılan katı materyal kloroform fazıyla karıştığı için iki kere daha aynı prosedür ile ekstrakte edildi. Kloroform ve lipid tabakası tamamen alındıktan sonra kloroform azot gazıyla uçuruldu. Geriye kalan lipid 0,001g duyarlı terazi ile tartılarak, daha önce tespit edilmiş olan bu örneklerin kuru madde miktarlarından yararlanılarak kuru madde içersindeki yüzdesi hesaplandı.

3.2.3.3.Yağ Asidi Analizleri

Araştırmada kullanılan mikroalglerin ve balık larvalarının yağ asidi analizlerinde GARCES ve MANCHA (1993)'nın geliştirdiği yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu yöntemde, taze dokunun ezilmesi, yumuşatılması, lipidin transmetilasyonu ve yağ asidi metil esterlerinin (FAMES) ekstraksiyonu bir adımda tanımlanmaktadır. Yaş doku veya izole edilmiş lipid, methanol:heptan:Benzen:2,2-dimethoxypropan:H₂SO₄ (37:36:20:5:2 hacimlerinde), methanol:heptan:toluen: 2,2-dimethoxypropan:H₂SO₄ (39:34:20:5:2 hacimlerinde) veya methanol:heptan:tetrahydrofuran:2,2-dimethoxypropan: H₂SO₄ (31:42:20:5:2 hacimlerinde) içeren ayırıcı çözeltilerle 80°C'de ısıtılarak, dokunun parçalanması ve lipid transmetilasyonu aynı anda ve tek aşamada gerçekleşmektedir. Oda sıcaklığında soğuduktan sonra iki tabaka oluşmaktadır. Üstteki tabaka GC analizleri için hazır durumdaki yağ asidi metil esterlerini içermektedir. Dokudan lipidin tümüyle ekstrakte edilmesi nedeniyle,örneğe bir internal standart karışım ilave ederek içerikleri saptanabilmektedir. GARCES ve MANCHA (1993) yöntemine göre yağ asidi analizlerinde aşağıdaki işlem sırası izlenmiştir.

Reaksiyon karışımı aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

-Methanol:Benzen:2,2-DMP:H₂SO₄(37:20:5:2)(Reaksiyon Karışımı)

-Heptane

-İnternal standart solüsyonu hazırlanmıştır. Bunun için, 0,1g(100mg) C17 (Margaric asit) 100ml metanol içersinde eritilmiştir. Henüz yeni hasat edilmiş alg örneklerinden daha önce lipid analizlerinde hesaplanan miktarda alınmış, yaş olarak bulunan larvalardan yaklaşık 0.3g örnek alınmıştır.

-Üzerlerine, her örnekte 2 mg Heptadecanoic asit(Margaric asit) bulunmasını sağlamak için, önce hazırlanmış internal standart solusyonundan 2 ml katılmıştır.

-Hazırlanan reaksiyon karışımından 3 ml ve 2 ml heptan eklenmiştir.

-Tüpler azot gazından geçirilerek ağızları sıkıca kapatılmıştır.

-Tüpler 80°C sıcaklığa ayarlanan su banyosuna yerleştirilmiş ve 2 saat süreyle tutulmuşlardır. Ancak su banyosuna yerleştirildikten 3 dakika sonra tüpler çıkarılıp çalkalanmış ve bu arada kapaklarının sıkılığı denetlenmiştir.

-2 saatlik süre sonunda tüpler çıkarılıp oda sıcaklığında soğutulmuştur.

-Üst tabaka bir pastör pipeti yardımıyla Gaz kromatografina enjekte edilmek üzere alınmıştır.

Belirlenen yağ asitleri, GC-MS Hewlett Packard 6890, MSD(Mass Selective Dedektör) kullanılarak tanımlanmıştır. Kullanılan kolon (HP-INNOWAX'dan satın alınmıştır.), Crosslinked Polyethylene Glycol yapısında, 30m x 0,25mm x 0,25ç çapındadır. Taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmıştır. Burada başlangıç sıcaklığı 120°C tutulmuş, enjeksiyon sıcaklığı 250 °C ve dedektör sıcaklığı 220°C olarak ayarlanmıştır. Her bir enjeksiyon 33 dakika sürmüştür. Sıcaklık programı ise aşağıdaki şekilde ayarlanmıştır.

120°C- ----- =5 dak.

120°C- 180°C=10°C/dak =6 dak.

180°C- 220°C=20°C/dak =2 dak.

220°C- ----- =20 dak.

Toplam=33 dak.

Deneme sonunda gruplar arasında farklılığın olup olmadığına, t testi kullanılarak bakılmıştır. Hesaplamalarda ise SPSS paket programı kullanılmıştır (DÜZGÜNEŞ ve ark., 1983).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1.Kuru Madde ve Ham Kül

Yapılan analizlere göre fitoplankton gruplarına ait kuru madde ve kül miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Kuru madde miktarlarının değerlendirilmesinde homojenlik testi sonucu varyanslar homojen bulunmuş ve t testi ile ortalamaların birbirinden farklı olmadığı sonucuna varılmıştır ($p>0.05$). *Scenedesmus acuminatus*'un %18,12 ve *Chlorella vulgaris*'in %17,90 oranında kuru madde içerdiği belirlenmiştir.

Kül miktarlarının değerlendirilmesinde, yine varyansların homojenliği testi sonucu varyanslar homojen bulunmuş ve t testi sonuçlarına göre ortalamalar birbirinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0.05$). *Chlorella vulgaris*'in %0,45 ve *Scenedesmus acuminatus*'un %0,23 oranında kül içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1.). Bu sonuçlara göre, her ne kadar kuru madde miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmasa da, kül miktarları arasındaki farklılıktan hareket ederek bu türler arasındaki istatistik olarak ortaya çıkan farklılığın tür faktöründen kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Araştırmada Kullanılan Alg Türlerine Ait Kuru Madde ve Kül Miktarları

Kullanılan Algler	Kuru Madde (%)	Kül (yaş örnekte) (%)
<i>Chlorella vulgaris</i>	17,90±0,87 ^a	0,45±0,20 ^a
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	18,12±0,71 ^a	0,23±0,16 ^b

-a ve b harfleri farklı ortalamaları ifade etmektedir.

Clarias gariepinus larvalarına ait kuru madde ve kül miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Kuru madde belirlenmesinde yapılan varyansların homojenliği testi sonucunda varyanslar homojen bulunmuş ve t testi sonucunda ortalamaların birbirinden farklı olmadığı sonucuna varılmıştır ($p>0,05$). *S. acuminatus* türü ile beslenen *Clarias gariepinus* larvalarına ait grup % 17,32 ve *C. vulgaris* ile beslenen gruba ait kuru madde miktarı % 16,60 olarak belirlenmiştir.

Kül miktarlarının değerlendirilmesinde, yine varyansların homojenliği testi sonucu varyanslar homojen bulunmuş ve t testi sonuçlarına göre ortalamaların birbirinden farklı olmadığı sonucuna varılmıştır ($p>0,05$). *Scenedesmus acuminatus* ile beslenen *Clarias gariepinus* larvalarına ait kül miktarı % 3,54 ve *Chlorella vulgaris* ile

beslenen *Clarias gariepinus* larvalarının bulunduğu gruba ait kül miktarı ise %3,29 olarak belirlenmiştir. *Clarias gariepinus* larvaları arasında ortaya çıkan bu farklılığın, beslenmelerinin farklı mikroalglerle yapılmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.2. *Clarias gariepinus* Larvalarına Ait Kuru Madde ve Kül Miktarları

Gruplar	Kuru Madde (%)	Kül (yaş örnekte) (%)
<i>Clarias gariepinus</i> (<i>Chlorella vulgaris</i>)	16,60±0,35 ^a	3,29±0,24 ^a
<i>Clarias gariepinus</i> (<i>Scenedesmus acuminatus</i>)	17,32±0,11 ^a	3,54±0,29 ^a

-a ve b harfleri farklı ortalamaları ifade etmektedir.

4.2.Lipid

Mikroalg türlerine ait lipid miktarları Çizelge 4.3'de verilmiştir. *Clarias gariepinus* beslenmesinde kullanılan iki alg türüne ait ortalamalar birbirlerinden önemli derece farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre en fazla lipid içeren tür, *Chlorella vulgaris* olup, % 17,06 lipid içermektedir. *Chlorella vulgaris*'i % 10,25 ile *Scenedesmus acuminatus* izlemiştir. Araştırmada kullanılan fitoplanktonik alg türleri arasında lipid içeriği bakımından en zengin türün *Chlorella vulgaris* olduğu belirlenmiş ve bunu *Scenedesmus acuminatus* türü azalan bir değerle izlemiştir. Lipid içeriğinin, ışık yoğunluğu, büyüme evrelerine, sıcaklık, pH ve tuzluluk gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceği bilinse de (COHEN ve ark., 1988), bu faktörlerin iki mikroalg türü için aynı olduğu göz önüne alınırsa, farklılığı yaratan etkenin türsel olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. Araştırmada Kullanılan Alg Türlerine Ait Lipid Miktarları

Kullanılan Algler	% Lipid(kuru maddede)
<i>Chlorella vulgaris</i>	17,06±0,60 ^a
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	10,25±0,15 ^b

-a ve b harfleri farklı ortalamaları ifade etmektedir.

Clarias gariepinus larvalarına ait lipid miktarları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Farklı iki mikroalg ile beslenen *Clarias gariepinus* larvalarına ait lipid miktarları arasında yapılan t testi sonucunda ortalamalar arasındaki fark, birbirlerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre % 15,86 oranı ile en fazla lipid

içeren grup, *Chlorella vulgaris* ile beslenen *Clarias gariepinus* larva grubu olmuştur. Bunu %11,11'lik oranla *Scenedesmus acuminatus* ile beslenen *Clarias gariepinus* larvalarının bulunduğu grup takip etmektedir. Ortaya çıkan bu farklılığın, farklı lipid içeriklerine sahip mikroalg türleriyle beslenmeleri sonucunda, *Clarias gariepinus* larvalarına yansıdığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. *Clarias gariepinus* Larvalarına Ait Lipid Miktarları

Gruplar	% Lipid(kuru maddede)
<i>Clarias gariepinus</i> (<i>Chlorella vulgaris</i>)	15,86±0,40 ^a
<i>Clarias gariepinus</i> (<i>Scenedesmus acuminatus</i>)	11,11±0,31 ^b

-a ve b harfleri farklı ortalamaları ifade etmektedir.

Clarias gariepinus larvalarında meydana gelen kanibalizm sebebiyle deneme 6. günde sonuçlandırılmıştır. Larvalar sayı ve ağırlık olarak değerlendirilmeye alındıktan hemen sonra yağ asidi kompozisyonlarında herhangi bir değişim olmaması için hemen analizlere başlanmıştır. Larvalara ait sayı ve ağırlık değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Larva sayılarının ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla yapılan t testi sonucu ortalamalar birbirlerinden önemli derecede farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Her iki besleme grubunda da yaklaşık 144 adet larva sayılmıştır. Başka bir ifade ile her bir besleme grubuna ait larvalardaki yaşama oranları arasında da istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Çizelge 4.5. Deneme sonunda Tespit Edilen Larva Sayısı ve Ortalama Ağırlıkları(g)

Larva Grupları	Akvaryum No	Larva Sayısı	Ort.Larva Sayısı	Larva ağırlığı (g)	Ortalama Larva Ağırlığı(g)
<i>Chlorella vulgaris</i>	1	144	144,333±1,52 ^a	0,0027 ^a	0,0027 ^a
	2	146		0,0027 ^a	
	3	143		0,0026 ^a	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	4	145	144,666±2,51 ^a	0,0025 ^a	0,0025 ^a
	5	147		0,0027 ^a	
	6	142		0,0022 ^a	

-a ve b harfleri farklı ortalamaları ifade etmektedir.

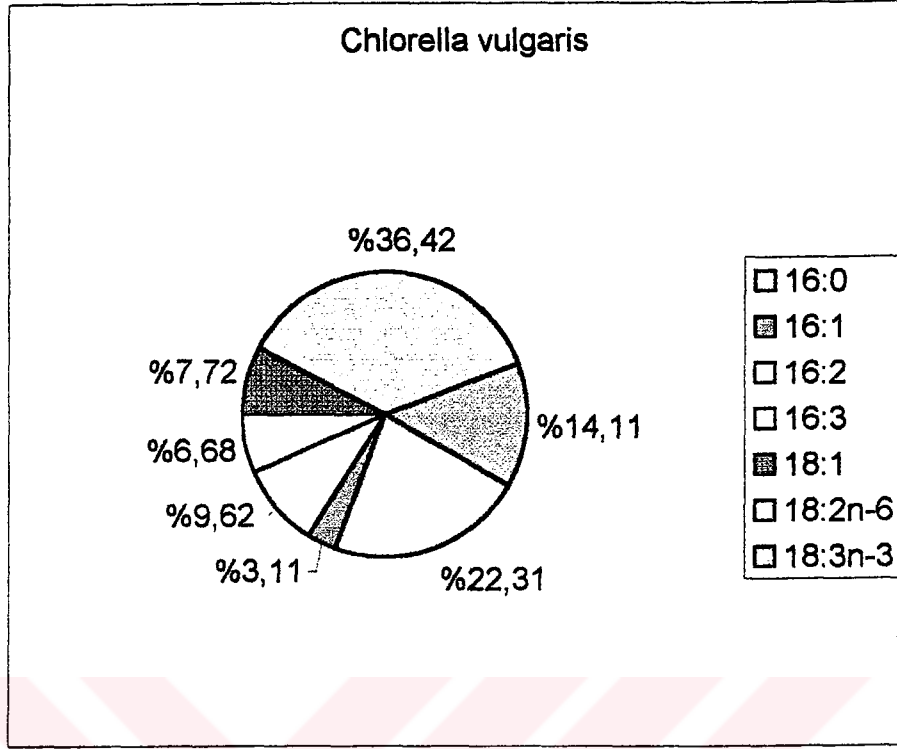
4.3.Yağ Asitleri

Araştırmada kullanılan mikroalg türlerine ait % yağ asidi (Toplam yağ asitleri içindeki yüzdeleri) oranları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

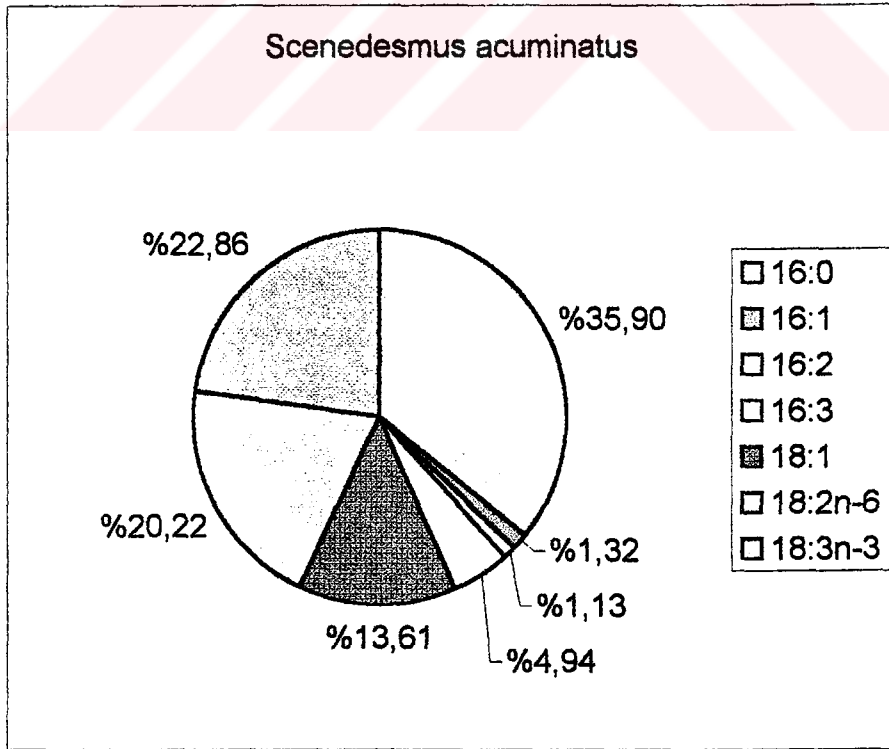
Çizelge 4.6'da belirtildiği gibi, palmitik (16:0), oleik (18:1) ve linolenik asit (18:3) dışındaki, palmitoleik (16:1), hexadecadienoik (16:2), hexadecatrienoik (16:3) ve linoleik (18:2) asitlerin bulunma miktarları en yüksek türün *C. vulgaris* olduğu görülmektedir. *Chlorella vulgaris*'de palmitoleik (16:1), hexadecadienoik (16:2), hexadecatrienoik (16:3) ve linoleik (18:2) asitlerin bulunma miktarları sırasıyla, % 3,11 , % 9,62 , %6,68 ve % 36,42 ile en yüksek düzeyde olmuş ve bu oranları daha az değerlerle *Scenedesmus acuminatus* izlemiştir. Buna karşılık palmitik (16:0), oleik (18:1) ve linolenik (18:3) asit en fazla *S. acuminatus* türünde bulunmuştur. Yine bu yağ asitlerinin bu türde bulunma miktarları sırasıyla, %35,90 , %13,61 ve %22,86 ile en yüksek düzeyde olmuş ve bu oranları daha az değerlerle *Chlorella vulgaris* izlemiştir. Buna rağmen çizelgede görüldüğü gibi eicosapentaenoik asit (20:5n-3) ve docosahexaenoik asit (22:6n-3)'e her iki türde de rastlanmamıştır. Mikroalg türlerinde yağ asitlerinin bulunma yüzdeleri Şekil 4.1'de ve Şekil 4.2'de verilmektedir. Bu şekillere göre *Chlorella vulgaris* türünde en fazla bulunan yağ asidinin, linoleik asit (18:2n-6), *Scenedesmus acuminatus* türünde ise en fazla bulunan yağ asidinin palmitik asit (16:0) olduğu görülmektedir. Bunların bulunduğu alg türünde bulunma oranları sırasıyla, % 36,42 ve % 35,90'dır.

Çizelge 4.6. Araştırmada Kullanılan Alg Türlerine Ait Yağ Asitleri Değerleri(Toplam Yağ Asitleri İçindeki Yüzde Oranları)

Yağ asitleri/Gruplar(yaş örnekte)	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
16:0	22,31	35,90
16:1	3,11	1,32
16:2	9,62	1,13
16:3	6,68	4,94
18:1	7,72	13,61
18:2n-6	36,42	20,22
18:3n-3	14,11	22,86



Şekil 4.1. *Chlorella vulgaris* Türünde Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları



Şekil 4.2. *Scenedesmus acuminatus* Türünde Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları

JAMES ve ark., (1988), yürüttükleri çalışmada, farklı sıcaklık değerlerinde büyüme, yağ asidi ve aminoasit kompozisyonlarını değerlendirmişlerdir. *Chlorella* hattında denenen değişik sıcaklıklarda n-3 uzun zincirli yağ asitlerinden biri olan linolenik asidin (18:3n-3) önemli bir miktarda yer aldığı gözlenmiştir. Bu çalışmada linolenik asit (18:3n-3) miktarının, sıcaklığın düşmesiyle arttığı belirlenmiştir. Sıcaklığın düşük olmaması ve tür faktörü dikkate alınarak Çizelge 4.6'da, linolenik asit (18:3n-3) yağ asidinin türlere göre miktarlarına bakıldığında, yukarıdaki sonuçları destekleyen bir durum gözlenmektedir.

Yine James ve ark., (1988), eicosapentaenoik asit (20:5n-3) sadece 25°C'de gözlenmiş, ancak diğer sıcaklıklarda bulunamamıştır. Uzun zincirli docosaheptaenoik asit (22:6n-3) sadece 20 ve 25°C'lerde gözlenmiştir. Metot kısmında belirtildiği üzere denemenin 23±1°C'de yürütüldüğü hatırlanırsa yukarıdaki sonuçları destekleyen sonuçlar elde edildiği söylenebilir.

IŞIK ve ark.(1999), yürüttükleri çalışmada, beslemesi üç farklı fitoplanktonla yapılmış, rotifer *Brachionus calyciflorus* ile tatlı su çipurası olarak bilinen *Tilapia zillii* larvalarını beslemiş ve bu besleme zinciri arasındaki yağ asidi kompozisyonundaki değişimi incelemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında, n-3 uzun zincirli yağ asitlerinden biri olan linolenik asidin (18:3n-3) önemli bir miktarda yer aldığı gözlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlardan biride eicosapentaenoik asit(20:5n-3) ve docosaheptaenoik asit (22:6n-3) sadece *Chlorella vulgaris* türünde gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar tür faktörü ve denemede kullanılan sıcaklıklar dikkate alındığında, yukarıdaki sonuçları destekleyici yöndedir.

Bu çalışmada larvalar için esansiyel olduğu düşünülen eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosaheptaenoik (22:6n-3) asite rastlanmamıştır. Yapılan bir çalışmada Chlorophyceae sınıfından birçok alg türünün 20 ve 22 karbonlu yağ asitlerini içermediği saptanmıştır (DUNSTAN ve ark. 1992). Yapılan diğer bir çalışmada ise, n-3 uzun zincirli yağ asitlerinden biri olan linolenik asidin, sıcaklığın azalmasıyla arttığı tespit edilmiş olup, bunun yanında eicosapentaenoik (20:5n-3) aside sadece 25°C'de %1,1'lik bir oranda rastlanmıştır. Test edilen diğer sıcaklıklarda bu asite rastlanmamıştır. Uzun zincirli bir yağ asidi olan docosaheptaenoik asit ise sadece 20 ile 25°C'de gözlenmiştir (JAMES ve ark. 1988). Yukarıdaki sonuçlarda dikkate alındığında, bu çalışmada *Chlorella vulgaris*'in, sözü edilen uzun zincirli tüm yağ

asitlerini içerdiği tespit edilmiştir. Ancak bu türün söz konusu yağ asitlerince zengin bir tür olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi, stearik asit dışındaki, palmitik (16:0), oleik (18:1) ve araşhidonik (20:4) asidi en fazla bulunduran tür *S. acuminatus* ile beslenen larva grubu olup, bulunma miktarları sırasıyla %30,26, %16,67 ve %10,20'dir. Stearik asidi ise en fazla bulunduran türün ise *C. vulgaris* ile beslenen larva grubu olduğu görülmektedir. *C. vulgaris* ile beslenen larva grubunda hiç bulunmayan, buna karşılık *S. acuminatus* ile beslenen larva grubunda bulunan yağ asidi ise eicosanoik(20:0) asit olup, bulunma miktarı % 2,15 olarak tespit edilmiştir. Larvalardaki yağ asitlerinin bulunma yüzdeleri Şekil 4.3'de ve Şekil 4.4'de verilmektedir.

POLAT (1992), Karayayın (*Clarias gariepinus*) ile yürüttüğü bir çalışmasında ,açlık döneminde, başka bir deyişle postlarva aşamasında (keseli dönemin bitiminden hemen sonraki dönemde), öncelikli olarak n-3 serisinin kullanıldığını saptamış ve bu dönemde en fazla tüketilen yağ asitlerinin 22:6n-3, 16:0 ve 20:5n-3 olduğunu belirtmiştir. Yine bu çalışmada her bir yağ asidinin, kesedeki azalma ve embriyo dokusunda birikimi incelenmiş ve 20:4, 20:5n-3 ve 22:6n-3'ün, keseli dönem süresince sentezlendiği bulunmuştur. Araştırmacı aynı zamanda rezervler yeterli olmadığı takdirde, dietlerde kaynak olduğu müddetçe, larvaların kendileri için gerekli esansiyel yağ asitlerini sentezleme yeteneğinin olduğunu göstermiştir.

VERRETH ve ark. (1994), Karayayın *Clarias gariepinus* larvalarının yumurta, keseli ve açlık dönemindeki yağ asitlerinin değişimlerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, açlık döneminde lipitlerin esas rolünün enerji kaynağı olduğunu ve tüm yağ asitlerinin (doymuş, tekli doymamış ve PUFA'lar) elde edilen sonuçlar doğrultusunda, bu amaç için kullanıldığını bildirmelerine rağmen, çeşitli yağ asitlerinin rolünün, balığın metabolik durumuna göre de değişebileceğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, keseli dönemde olduğu gibi büyüme periyodunda, yağ asitlerinin enerji kaynağı olarak kullanımının yanında, doku oluşumu amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir.

Balıklarda uzun zincirli doymamış yağ asitlerinde en önemli grup linolenik veya n-3 serisi olduğu, halbuki memeliler için linolenik veya w6 serisinin önemli olduğunu bildirmiştir (SINNHUBER, 1969 : IŞIK ve ark. 1999'dan). Yine bu çalışmada konu yağ asitlerinin biotransformasyonu açısından ele alındığında, bu organizmaların yağ asidi

metabolizması açısından memelilerden çok farklı olmadığını belirten araştırmacı, linolenik asidin metabolizma içerisinde izlediği yolu şöyle ifade etmektedir.



Linolenik asidin metabolizma içerisinde izlediği yol, *Clarias gariepinus* larvaları için gerekli olan, özellikle eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosahexaenoik (22:6n-3) asit gereksiniminin, linolenik (18:3) asitten karşılanabileceğini düşündürmektedir.

B.plicatilis kültürlerine, farklı olarak zenginleştirilmiş besinler verdikleri bir çalışmada, rotiferlerin yağ asidi kompozisyonlarının bu yemlerden pozitif bir şekilde etkilendiğini gözlemlemişlerdir (RAINUZZO ve ark., 1989).

Balıkların dietlerinde bir kaynak olmadığı sürece w3 veya w6 serisi yağ asitleri sentezleme yeteneğine sahip olmadıklarını belirtmişlerdir (MEAD ve ark., 1960 : KLENK ve KREMER, 1960 : SINNHUBER, 1969 : IŞIK ve ark. 1999'dan).

STICKNEY ve HARDY (1989), bazı sıcak su balıklarının lipid gereksinimleri üzerine yaptıkları çalışmada, tilapia'ların n-6 yağ asitlerine gereksinim gösterdiklerini, yüksek düzeyde linolenik asit içeren dietlerle beslendiklerinde ise zayıf bir büyüme ve gelişme gösterdiklerini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, kedi balığı ve tilapia'ların n-3 yağ asitlerine gereksinimi olduğunu ve bunun en iyi, 20:5n-3 ve 22:6n-3 gibi yüksek molekül ağırlıklı yağ asitleri ile karşılanabileceğini göstermişlerdir.

Yukarıdaki araştırmalardan elde edilen sonuçlar ile birlikte değerlendirme yapıldığında, 6 günlük besleme periyodu sonunda, dietlerde bol miktarda bulunan linolenik (18:3n-3) asidin, eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosahexaenoik (22:6n-3) aside çevrildiği düşünülmekte ve besleme periyodu sonunda elde edilen bulguların bu durumu yansıttığı gözlenmektedir. Bu durum, COWEY ve SARGENT, (1979) tarafından bildirildiğine göre, bazı deniz balığı türlerinde belirlenen, linolenik asidi (18:3n-3), eicosapentaenoik (20:5n-3) ve docosahexaenoik (22:6n-3) asite çevirme yeteneğinin, *Clarias gariepinus* larvalarında da gerçekleştiği konusunda bir soru işareti uyandırmaktadır. Ayrıca larva dietlerinde bulunmayan, fakat bu dietlerle beslenen *Clarias gariepinus* larvalarında bulunan araşhidonik (20:4) asit, COWEY ve SARGENT, (1979), tarafından bildirilen linolenik (18:3n-3) asitten, eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosahexaenoik (22:6n-3) aside dönüşüm yolunun 3. basamağındaki bir yağ asidi olması, bu yukarıda belirtilmiş olan hipotezi destekleyebilir.. Burada

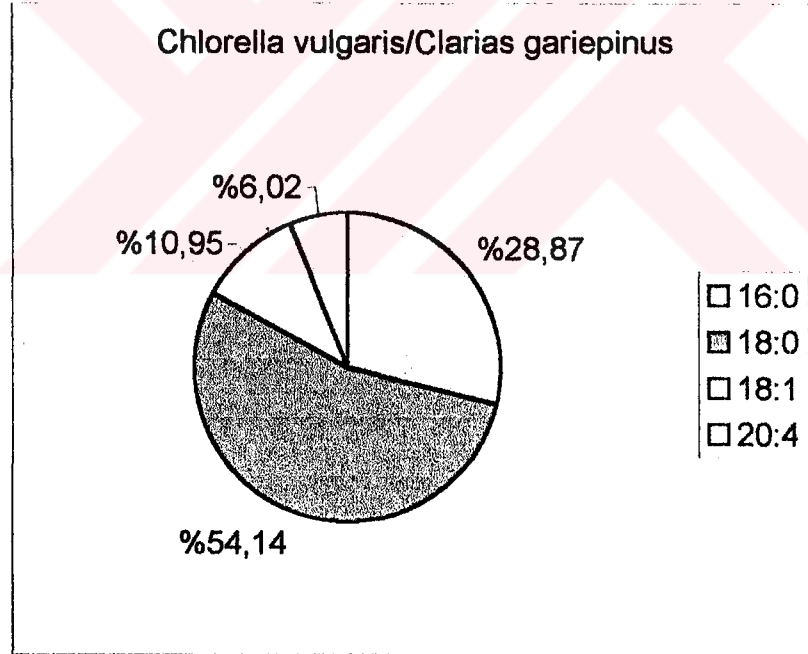
dikkat edilmesi gereken bir noktada linolenik (18:3n-3) asitten, eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosahexaenoik (22:6n-3) aside dönüşümde, larvaların bulunduğu akvaryumdaki sıcaklığın düşük olması sebebiyle, larvanın metabolik faaliyetlerinin yavaşlamasıyla, yağ asidi metabolizmasındaki yavaşlama olabilir. Eğer durumun bu şekilde gerçekleştiği düşünülürse, larva dietlerinde yeterli miktarda bulunmayan eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosahexaenoik (22:6n-3) asidin, sıcaklığın düşük olması ile COWEY ve SARGENT (1979), tarafından bildirilen dönüşümün, larvanın gereksinimini karşılayacak düzeyde olmadığı, bu yüzden enerji kaynağı olarak vücuttaki rezervleri tükettikten hemen sonra, proteinleri ve vücuttaki diğer kaynakları enerji kaynağı olarak tükettiği varsayımını ortaya çıkarmaktadır. Bu durumu, larvaların başlangıç ağırlıklarına göre, son ağırlıklarında meydana gelen ağırlık kaybı destekleyici yöndedir. Verreth ve ark. (1994), karayayın *Clarias gariepinus* larvalarının yumurta, keseli ve açlık dönemindeki yağ asitlerinin değişimlerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, çeşitli yağ asitlerinin rolünün, balığın metabolik durumuna göre değişebileceğini bildirmişlerdir. Larvaların gelişimlerdeki düzensizliğin sebebi olarak, Verreth ve ark. (1994), tarafından yapılan çalışmada belirtildiği üzere metabolik durum gösterilebilir. *Clarias gariepinus* larvalarını iki farklı fitoplankton türü ile beslenmesi sonucunda, larva grupları arasında yaşama oranı ve ortalama larva ağırlıkları bakımından önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.5.).

AL-ABDUL-ELAH ve ark.(2001), tarafından yapılan çalışmaya göre, ilk 2 günde *Pampus argenteus* larvalarında kese henüz tam olarak çekilmediği için küçük de olsa bir büyüme elde edilmiş, fakat 4. günde larvaların büyüklüğünde bir azalma meydana gelmiş, 6.günde ise bu büyümedeki azalmaya bağlı olarak larvalarda ölümlerin görüldüğü bildirilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi bu çalışmada da 6 günlük dönem sonunda meydana gelen ağırlık kaybı ve kanibalizmin başlamasını daha önce yapılmış olan bu tür çalışmalar desteklemektedir.

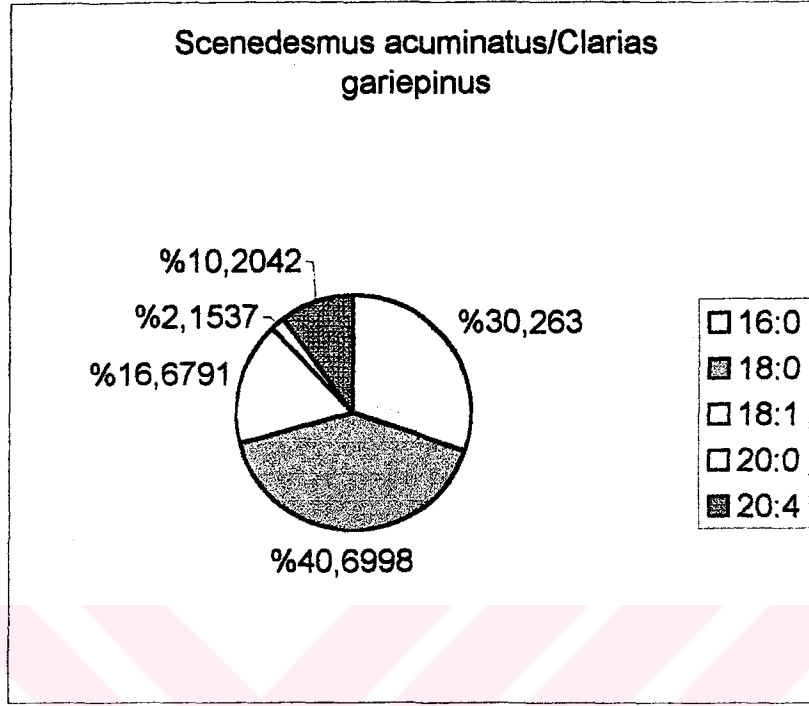
RAINUZZO ve ark., (1989), tarafından belirtilen pozitif ilgi, bizim çalışmamızda da görülmektedir. Özellikle, mikroalglerde bol miktarda olan palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitlerin larvalarda bol miktarda bulunmasından dolayı bu çalışma bizim çalışmamızı destekleyici yöndedir.

Çizelge 4.7. *Clarias gariepinus* Larvalarına Ait Yağ Asitleri Değerleri (Toplam Yağ Asitleri İçindeki Yüzde Oranları)

Yağ asitleri/Gruplar(yaş örnekte)	<i>Clarias gariepinus</i> (<i>Chlorella vulgaris</i>)	<i>Clarias gariepinus</i> (<i>Scenedesmus acuminatus</i>)
16:0	28,87	30,26
16:1	-----	-----
16:2	-----	-----
16:3	-----	-----
18:0	54,14	40,69
18:1	10,95	16,67
18:2n-6	-----	-----
18:3n-3	-----	-----
20:0	-----	2,15
20:4	6,02	10,20



Şekil 4.3. *Chlorella vulgaris* Türüyle Beslenen *Clarias gariepinus* Larvalarında Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları



Şekil 4.4. *Scenedesmus acuminatus* Türüyle Beslenen *Clarias gariepinus* Larvalarında Saptanan Yağ Asitlerinin % Dağılımları

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Karayayın (*Clarias gariepinus*), son yıllarda yetiştiriciliği hızla yaygınlaşan bir tatlisu türüdür. Bu türün özellikle yetiştiriciliğinin ilk döneminde meydana gelen ölümler, işletmeler açısından oldukça riskli bir durum arz etmektedir. Son yıllarda bu konu üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda bu balığın metabolizması hakkında birçok yeni bilgi elde edilmiştir. Bu bilgiler içerisinde, özellikle karayayın'ın larval dönemdeki yağ asidi metabolizması büyük önem taşımaktadır. Bu metabolizma üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, karayayın'ın keseli devreden hemen sonra ilk yeminde bulunması gereken yağ asitlerinin, docosahexaenoik (22:6n-3) asit, palmitik (16:0) asit ve eicosapentaenoik (20:5n-3) asit olduğu POLAT (1992) tarafından bildirilmiştir. Özellikle bizim larval dönemde verdiğimiz dietlerin, bu asitler yönünden fakir olması, sıcaklığın düşük olması, ışık miktarı ve aşırı gürültüden meydana gelen stres faktörleri nedeniyle larvalarda, kendi gereksinimleri için gereken yağ asitlerinin karşılanmamış olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle larvalar, COWEY ve SARGENT (1979), tarafından bildirildiği gibi linolenik (18:3n-3) asitten, eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosahexaenoik (22:6n-3) aside dönüşümün yetersiz olması nedeniyle, enerji kaynağı olarak vücuttaki diğer rezervleri kullandıkları için yeterli bir büyüme ve ağırlık kazancı sağlanamamıştır.

Yukarıda elde edilen bilgiler ışığında, larval beslemede, öncelikle larvaların tercih ettiği yağ asit kompozisyonlarını içeren dietlere öncelik verilmesi gerektiği, eğer fitoplankton çalışılacaksa esansiyel yağ asitlerince zenginleştirme yoluna gidilmesi önerilebilir. Aynı zamanda, fitoplanktondan sonra gelen, zincirin ikinci halkasını oluşturan rotiferlerle besleme çalışması yapılacaksa, rotiferlerde de linolenik (18:3n-3) asitten, eicosapentaenoik (20:5n-3) asit ve docosahexaenoik (22:6n-3) aside dönüşümün olduğu tespit edildikten sonra veya ortam şartları bu dönüşümü sağlamaya elverişli değilse, o zaman fitoplanktonda yapılan zenginleştirme işleminin aynısının rotiferlere uygulanıp, larvalara bu zenginleştirme işleminden hemen sonra verilmesi gerektiği söylenebilir. Rotiferlerin n-3 uzun zincirli doymamış yağ asitlerini sentezleme yeteneğine sahip olduklarını, ancak dokulardaki bulunma düzeylerinin, balık larvalarının normal büyüme ve gelişmesi için ihtiyacı karşılamada yetersiz kaldığı bildirilmiştir (LUBZENS ve ark., 1985 : WHYTE ve NAGATA, 1990'dan). Bu çalışmada belirtildiği gibi, sadece mikroalglerle besleme yetersiz olabilir. Larva

beslemesi yapılacağı zaman, o balık için gerekli olan esansiyel yağ asitlerinin belirlenip, bu doğrultuda bir yağ asidi zenginleştirmesi daha doğru olabilir.

Böyle yapıldığı taktirde, larva kendisi için gerekli olan esansiyel yağ asitlerini hazır olarak bulacağından, bunları enerji kaynağı olarak öncelikli bir şekilde kullanabilir ve bünyesinde bulunan diğer rezerv maddelerini kullanmayacağı için büyümeyi azaltıcı faktörler ortadan kalkabilir.



KAYNAKLAR

- AGGELOUSIS,G.,LAZOS,S.E., 1991. Fatty Acid Composition of the Lipids from Eight Freshwater Fish Species from Greece. **Journal of Food Composition and Analysis** 4, 68-76.
- AL-ABDUL-ELAH,K.M.,ALMATAR,S.,ABU-REZQ,T.,JAMES C.M., 2001. Development of hatchery technology for the silver pomfired *Pampus argenteus* (Euphrasen): effect of microalgal species on larval survival. **Aquaculture Research**.32, 849-860
- BEN-AMOTZ,A.,FISHLER,R.,SCHNELLER,A., 1987.Chemical composition of dietary species of marine unicellular algae and rotifers with emphasis on fatty acids. **Marine Biology** 95,31-36
- BLIGH,G.E.,DYER,J.N-3., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. Volume: 37, 912-917.
- CİRİK,S.,GÖKPINAR,Ş., 1993. Plankton Bilgisi ve Kültürü (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:47, 1-274, BORNOVA
- COHEN,Z.,VONSHAK,A.,RICHMOND,A., 1988. Effect of Enviromental Conditions on Fatty Acid Composition of the Red Alga *Porphyridium cruentum*: Correlation to Growth Rate. **J.Phycol.** 24, 328-332
- COWEY,C.B., SARGENT,J.R., 1972. Fish nutrition. **Adv.Mar.Biol.** 10 : 383-492.
- DUNSTAN,A.G.,VOLKMAN,K.J.,JEFFREY,W.S.,BARRETT,M.S., 1992. Biochemical Composition of Microalgae from the Green Algal Classes Chlorophyceae and Prasinophyceae. 2. Lipid Classes and Fatty Acids. **J.Exp.Marine.Biol.Ecol.**, 161,115-134.
- DÜZGÜNEŞ,O., KESİCİ,T., KAVUNCU,O ve GÜRBÜZ,F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodlar II). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:1021.,981 s., Ankara
- GARCES,R.,MANCHA,M., 1993. One-Step Lipid Extraction and Fatty Acid Methyl Esters Preparation from Fresh Plant Tissues. **Analytical Biochemistry** 211,139-143.
- HIRAYAMA,K., 1987. A consideration of why mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* with baker's yeast is unstable. **Hydrobiologia** 147: 269-270.
- IŞIK,O.,SARİHAN,E.,KUŞVURAN,E.,GÜL,Ö.,ERBATUR,O., 1999. Comparison of the fatty acid composition of the freshwater fish larvae *Tilapia zillii*, the rotifer *Brachionus calyciflorus*, and the microalgae *Scenedesmus abundans*, *Monoraphidium minutum* and *Chlorella vulgaris* in the algae-rotifer-fish larvae food chains. **Aquaculture** 174, 299-311
- JAMES,C.M.,BOU-ABBAS,M.,AL-KHARS,A.M.,AL-HİNTY,S&SALMAN,A.E. 1983. Production of the rotifer *Brachionus plicatilis* for aquaculture in Kuwait. **Hydrobiologia** 104,77-84.
- JAMES,M.C.,ABU-REZEQ,S.T., 1988. Efect of different cell densities of *Chlorella capsulata* and a marine *Chlorella sp.* for feeding the rotifer *Brachionus plicatilis*. **Aquaculture** 69:43-56
- JAMES,M.C.,AL-HİNTY,S.,SALMAN,E.A., 1989. Growth and w3 Fatty Acid and AminoAcid Composition of Microalgae Under Different Temperature Regimes.**Aquaculture** 77,337-351.

- MARTINEZ,R.R.,DODSON,I.S., 1992. Culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* Pallas. **Aquaculture** 105:191-199.
- POLAT,A., 1992. Karayayın(*Clarias gariepinus* Burchell) Larvalarında, Keseli Dönem (prelarva) Süresince ve Daha Sonraki Açlık Dönemindeki Protein, Yağ ,Enerji, Aminoasit ve Yağ Asitleri Metabolizması. **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Doktora Tezi**, Adana.
- PRESCOTT,W.G.,1962. Algae of the Western Great Lakes Area Cranbrook Institute of Science **Bulletin**.975.
- RAINUZZO,R.J.,OLSEN,Y.,ROSENLUND,G., 1989. The effect of Enrichment Diets on the Fatty Acid Composition of the Rotifer *Brachionus plicatilis*. **Aquaculture**, 79, 157-161.
- RICHMOND,A., 1986. Handbook of Microalgal Mass Culture. **CRC Press,Inc.Boca Raton**, Florida.528.
- STICKNEY,R.R.,HARDY,R.W., 1989. Lipid requirements of some warmwater species. **Aquaculture** 79:145-156
- TAKEUCHI,T.,SATO,H.,S.,WATANABE,W., 1983a. Dietary lipids suitable for practical feed of *Tilapia nilotica*. **Bull.Jap.Soc.Sci.Fish**.49(9):1361-1365
- THOMPSON,S.A.,RHODES,C.J.,PETTMAN,I., 1988. Culture Collection of Algae and Protozoa.**Titus Wilson&Son Ltd., Kendal**,163.
- VOLLENWEIDER,A.R., 1974. A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Enviroments. **Burges and Son Lmt., Oxford**,72.
- VERRETH,J., 1994. Nutrition and Related Ontogenetic Aspects in Larvae of the African Catfish, *Clarias gariepinus*. **Ponsen&Looijen**, Wageningen, 205 pp.
- WHYTE,J.N.C.,NAGATA,W.D., 1990. Carbonhydrate and fatty acid composition of rotifer *Brachionus plicatilis* fed monospecific diets of yeast or phytoplankton. **Aquaculture** 89:263-272

ÖZGEÇMİŞ

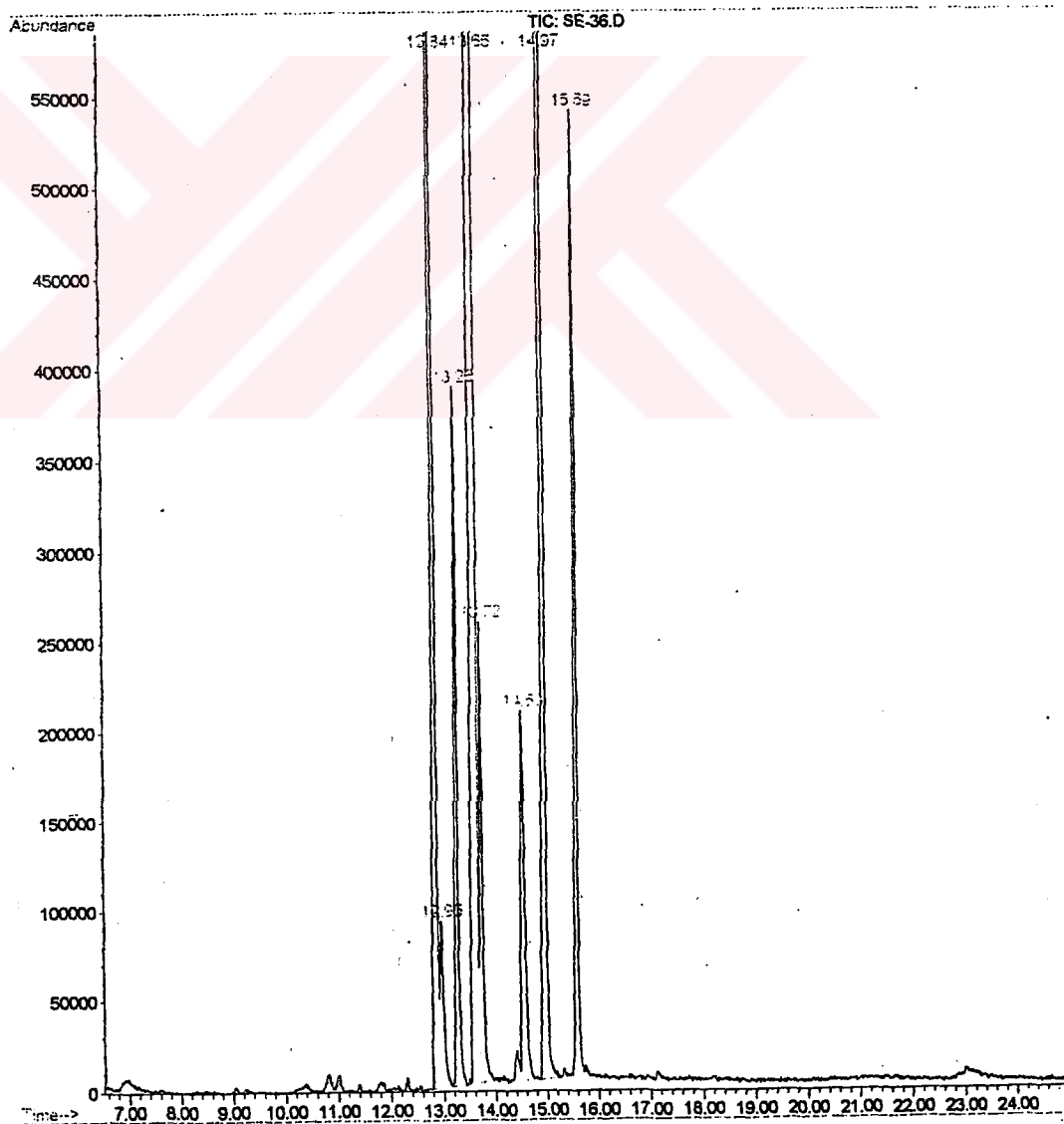
1976 yılında İskenderun'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi İskenderun'da tamamladım. 1994 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümüne girerek 1998 yılında buradan lisans diploması almaya hak kazandım. 2000 yılında, Mustafa Kemal Üniversitesi'nde Su Ürünleri Yetiştiricilik Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans'a başladım. 2001 yılında yine Mustafa Kemal Üniversitesi'nin "Araştırma Görevliliği" sınavını kazanarak göreve başladım. Halen, bu görevimi sürdürmekteyim.



EKLER
(YAĞ ASİTLERİ ANALİZLERİNE AİT KROMATOGRAMLAR)

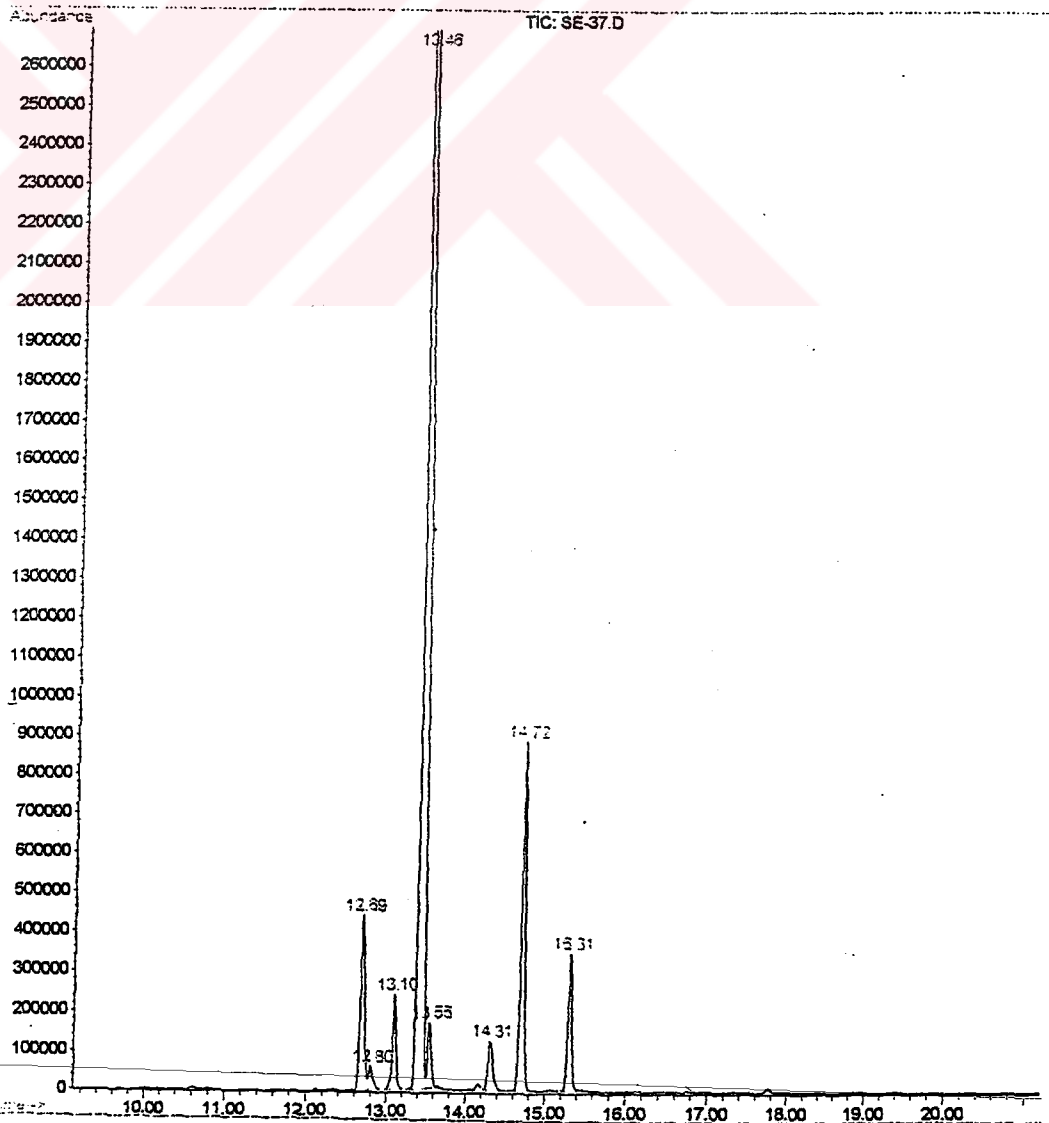
Sample Name: *Chlorella vulgaris*-1

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	5,17	10,83	-
2	12,85	5,10	C16
3	12,95	0,75	C16:1
4	13,26	2,18	C16:2
5	13,65	35,06	C17
6	13,72	1,56	C16:3
7	14,53	1,79	C18:1
8	14,97	8,13	C18:2
9	15,60	3,09	C18:3
10	30,38	9,03	-
11	30,65	13,60	-
12	30,79	4,09	-
13	30,84	4,79	-



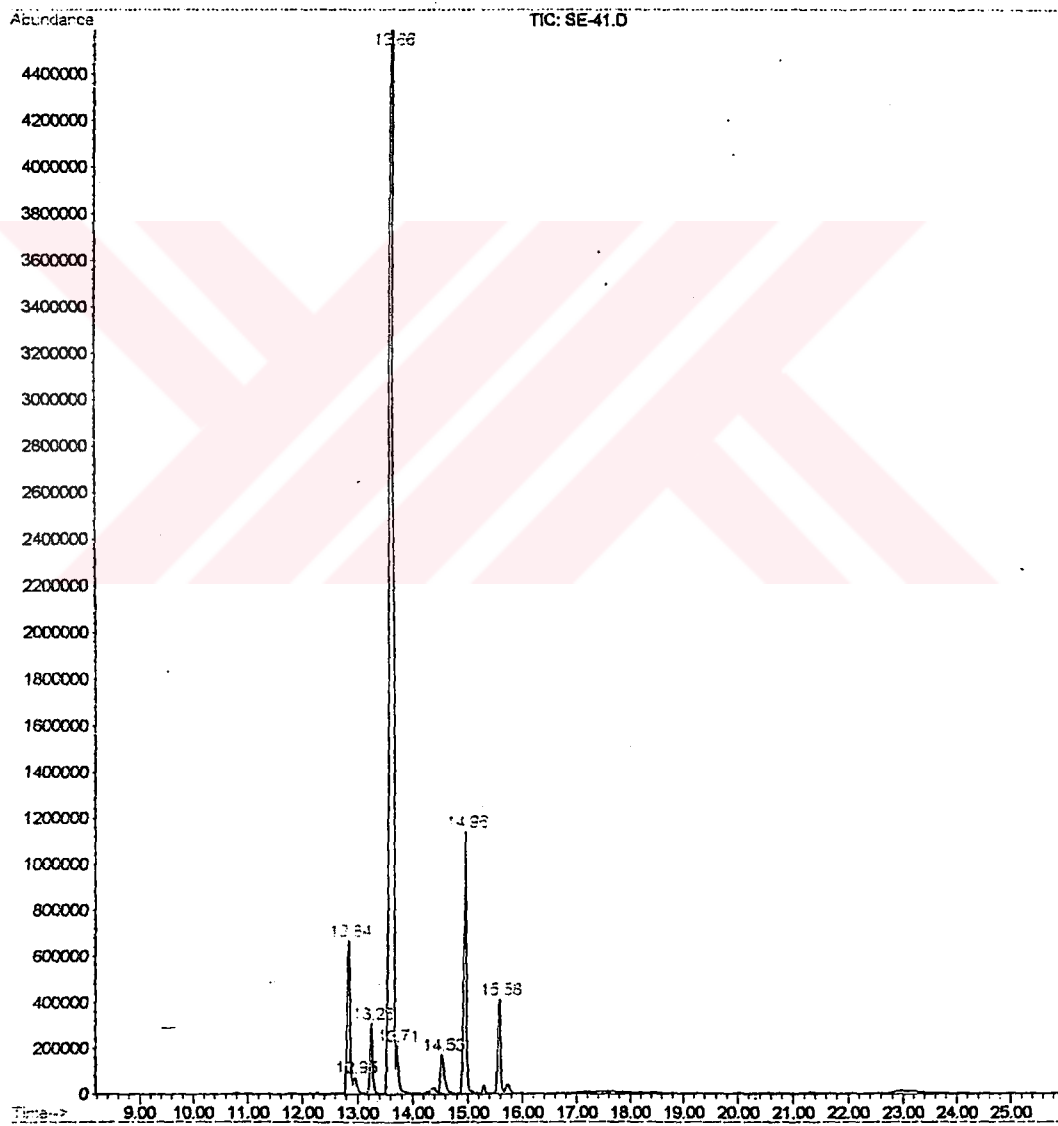
Sample Name: *Chlorella vulgaris*-2

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,69	1,63	C16
2	12,81	0,23	C16:1
3	13,10	0,78	C16:2
4	13,47	19,17	C17
5	13,55	0,56	C16:3
6	14,31	0,58	C18:1
7	14,72	2,91	C18:2
8	15,32	1,19	C18:3
9	29,56	9,35	-
10	29,81	8,59	-
11	29,96	5,72	-
12	30,32	20,72	-
13	30,43	7,48	-
14	30,55	6,99	-
15	30,60	2,31	-
16	30,74	11,77	-



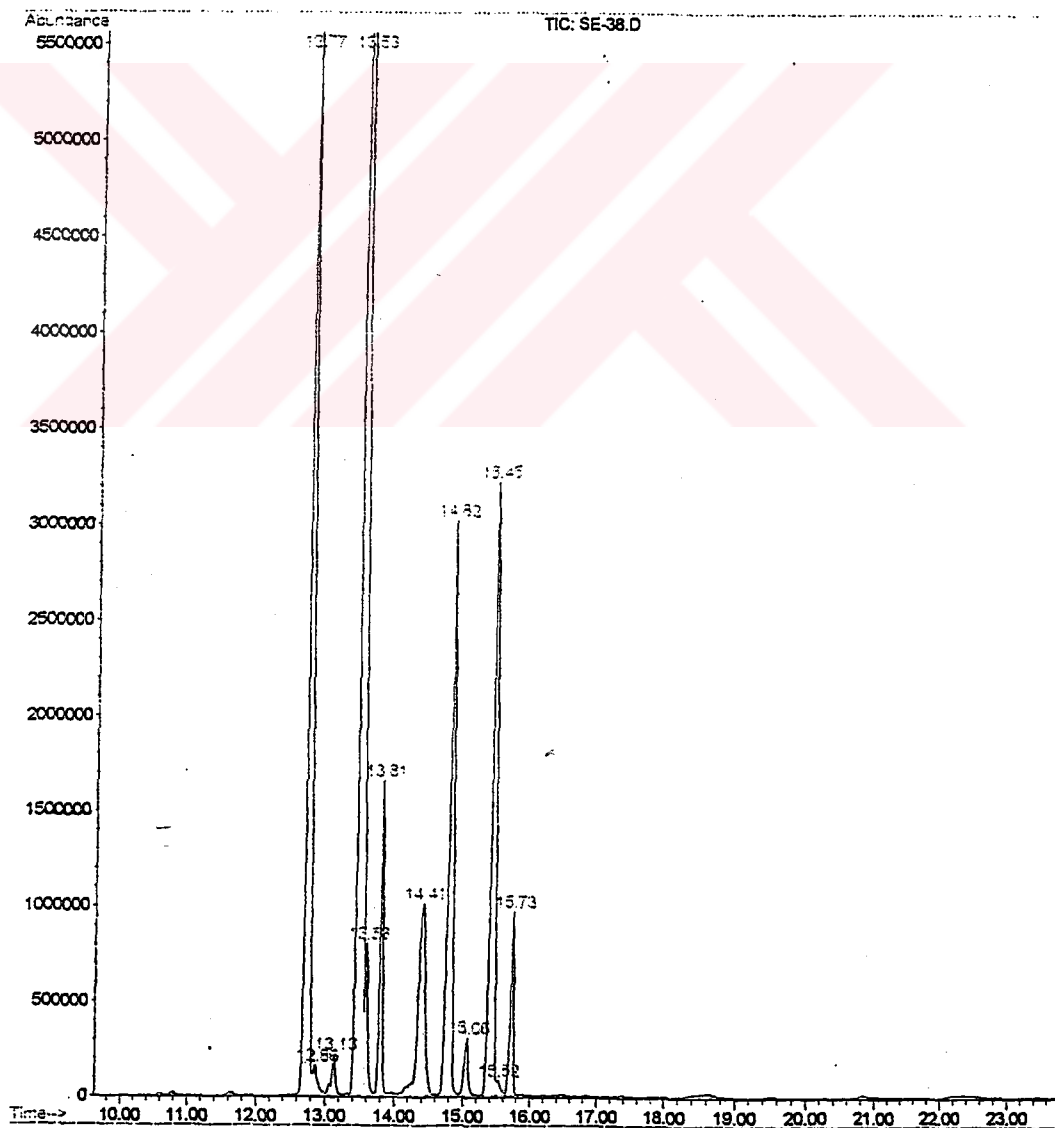
Sample Name: *Chlorella vulgaris*-3

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,84	5,05	C16
2	12,95	0,66	C16:1
3	13,24	1,99	C16:2
4	13,66	56,24	C17
5	13,72	1,29	C16:3
6	14,53	1,68	C18:1
7	14,96	7,75	C18:2
8	15,58	2,89	C18:3



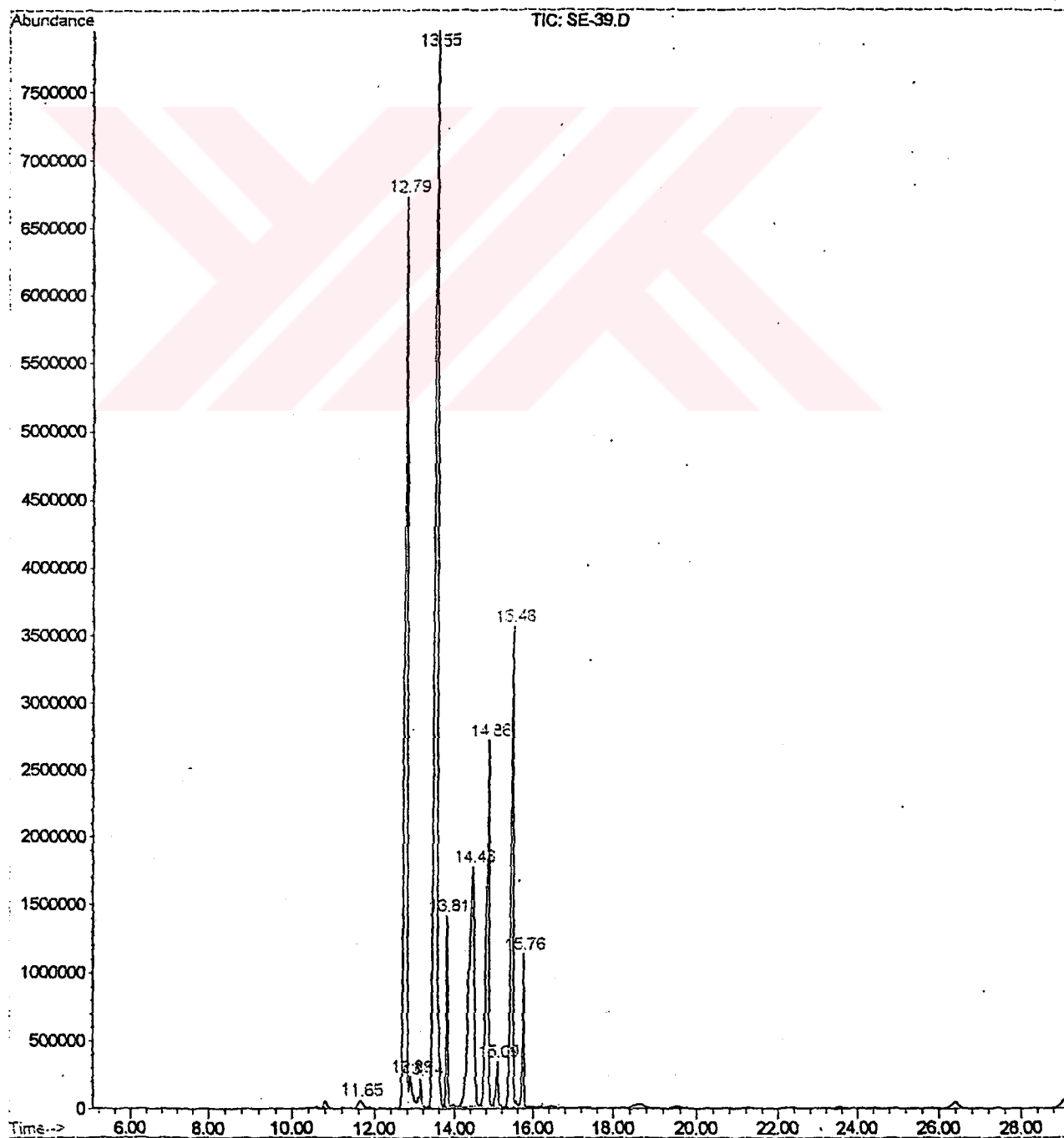
Sample Name: *Scenedesmus acuminatus-1*

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,77	20,55	C16
2	12,86	0,67	C16:1
3	13,12	0,77	C16:2
4	13,53	32,14	C17
5	13,58	2,03	-
6	13,80	4,09	-
7	14,41	6,28	C18:1
8	14,82	10,96	C18:2
9	15,05	1,08	C18:3
10	15,45	12,72	C18:3
11	15,51	0,28	-
12	15,73	2,68	-
13	29,54	5,75	-



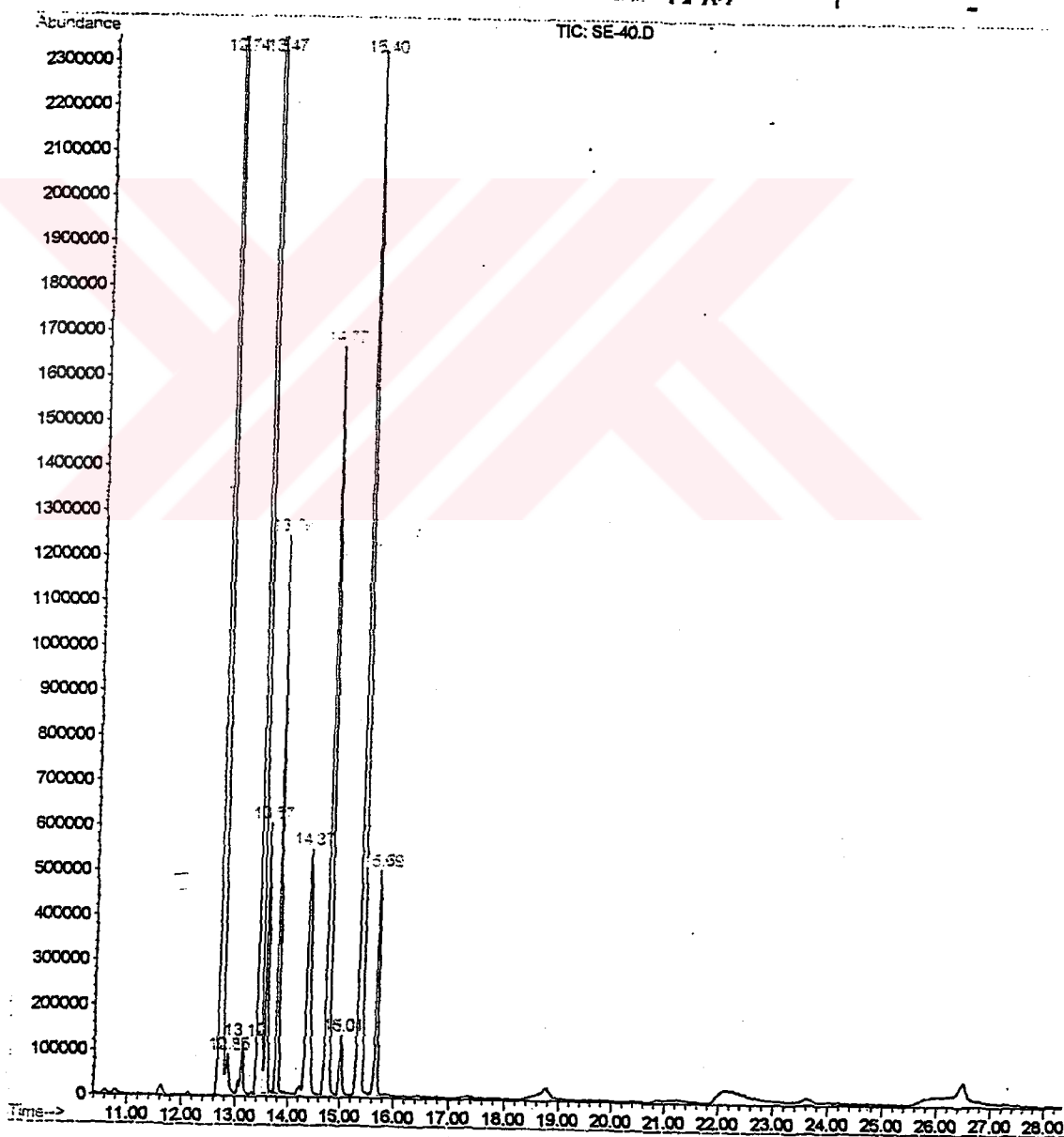
Sample Name: *Scenedesmus acuminatus-2*

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	11,64	0,39	-
2	12,80	22,42	C16
3	12,88	1,01	C16:1
4	13,14	0,56	C16:2
5	13,55	34,82	C17
6	13,81	3,05	-
7	14,46	13,26	C18:1
8	14,87	10,27	C18:2
9	15,09	0,97	C18:3
10	15,48	10,76	C18:3
11	15,76	2,50	-



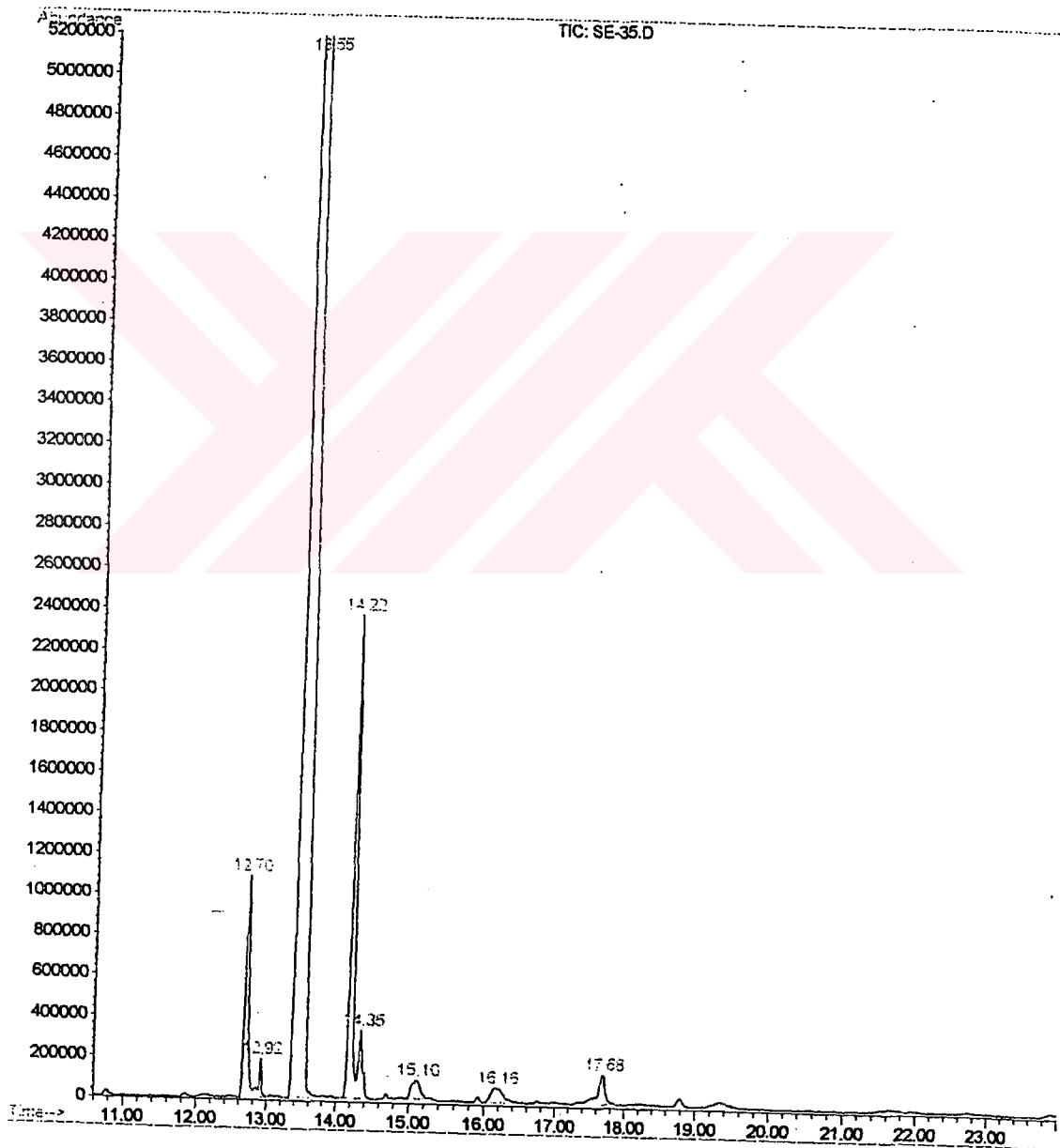
Sample Name: *Scenedesmus acuminatus*-3

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,74	20,68	C16
2	12,84	0,69	C16:1
3	13,12	0,66	C16:2
4	13,47	22,57	C17
5	13,57	2,94	C16:3
6	13,79	4,54	-
7	14,37	4,95	C18:1
8	14,77	10,74	C18:2
9	15,01	0,85	C18:3
10	15,40	14,74	C18:3
11	15,68	2,57	-



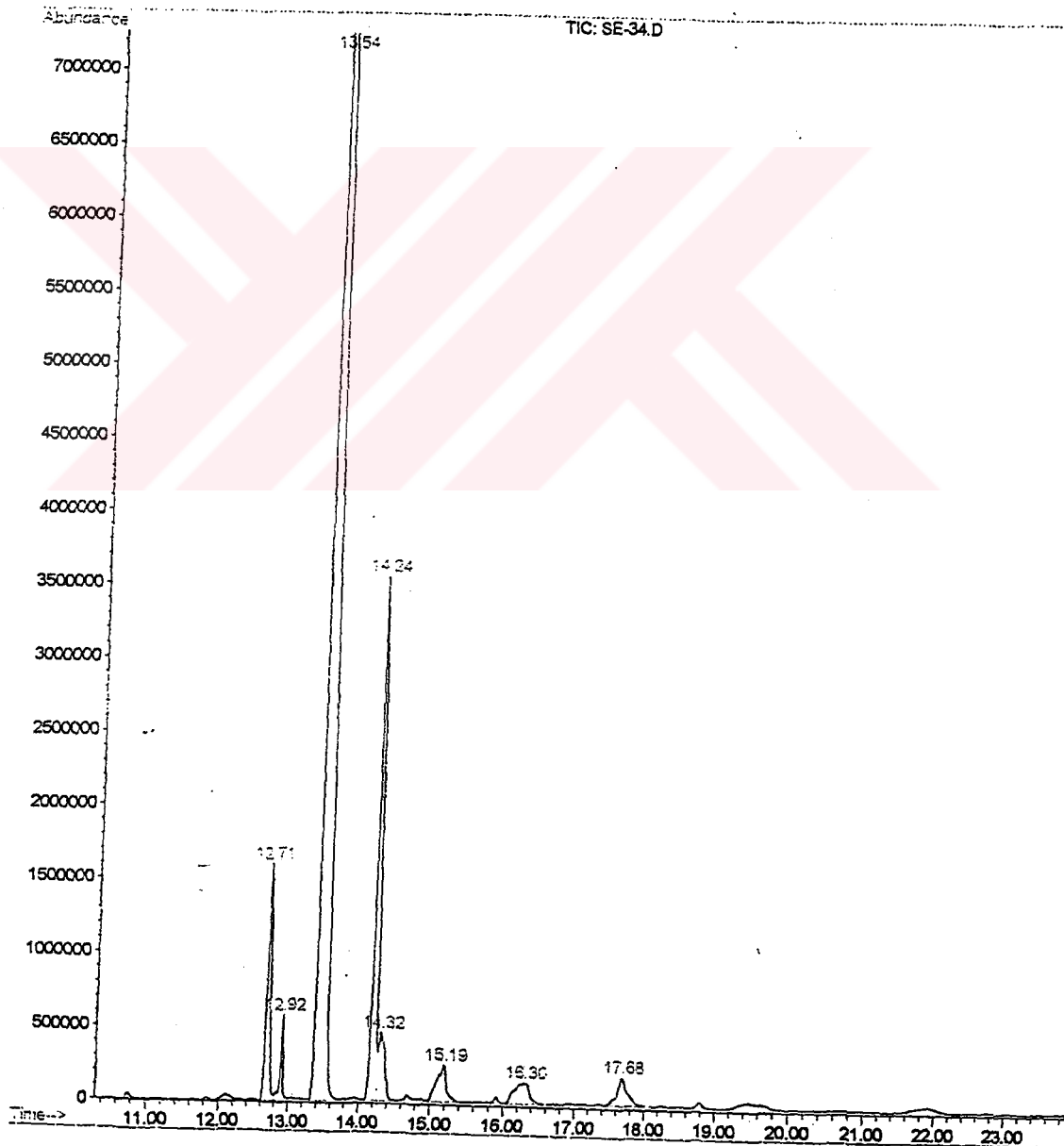
Sample Name: *Chlorella vulgaris*-1/balik -1

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,70	4,40	C16
2	12,92	0,43	-
3	13,54	75,99	C17
4	14,22	8,08	C18
5	14,35	1,64	C18:1
6	15,10	0,81	-
7	16,16	0,99	-
8	17,69	0,98	C20:4
9	24,92	1,82	-
10	28,74	4,86	-



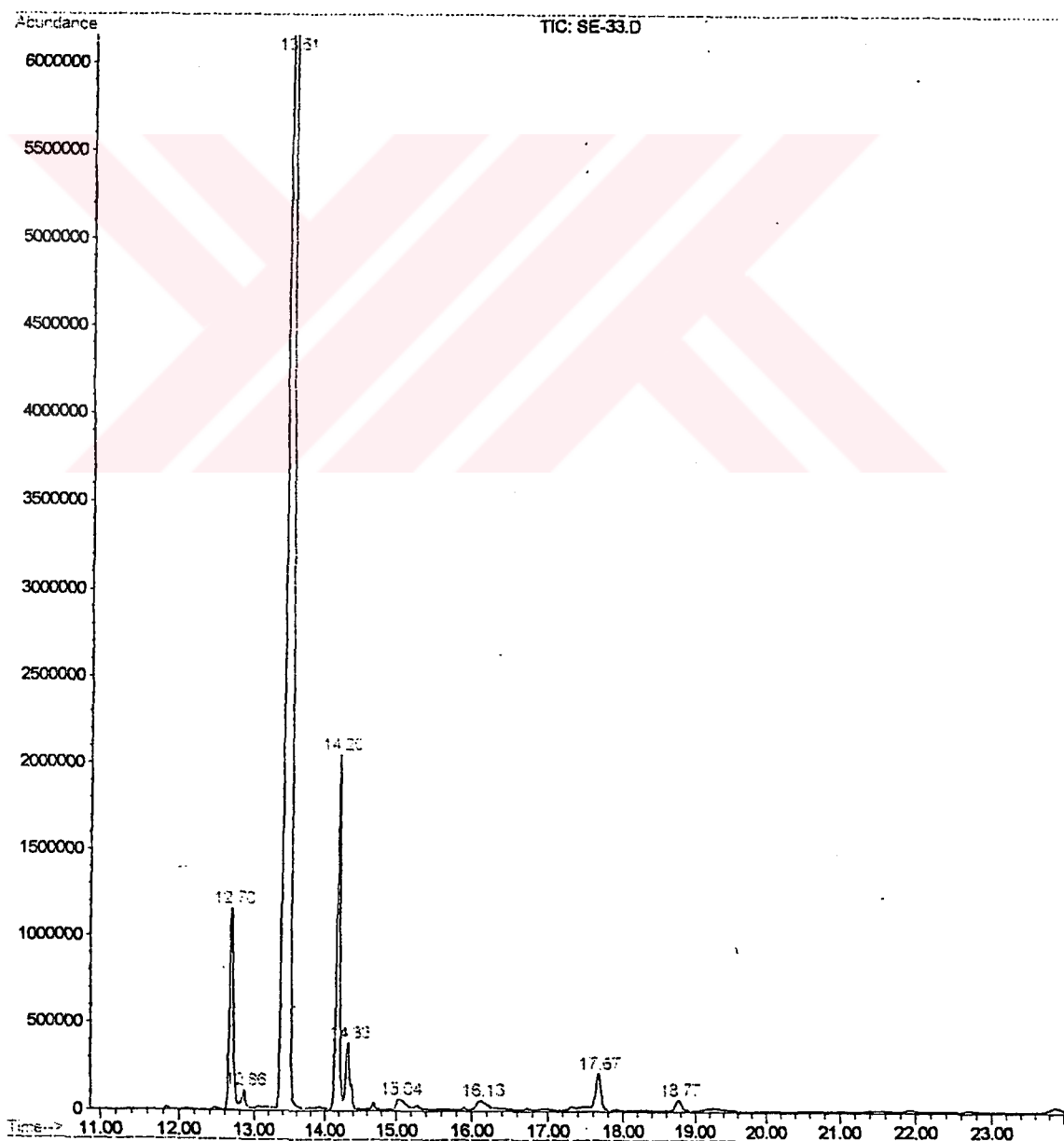
Sample Name: *Chlorella vulgaris*-2/balik -2

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	6,66	1,24	-
2	12,70	5,62	C16
3	12,92	1,38	-
4	13,54	61,55	C17
5	14,24	12,77	C18:0
6	14,33	2,81	-
7	15,19	2,16	-
8	16,30	2,07	-
9	17,68	1,95	-
10	24,92	1,64	-
11	28,92	6,81	-



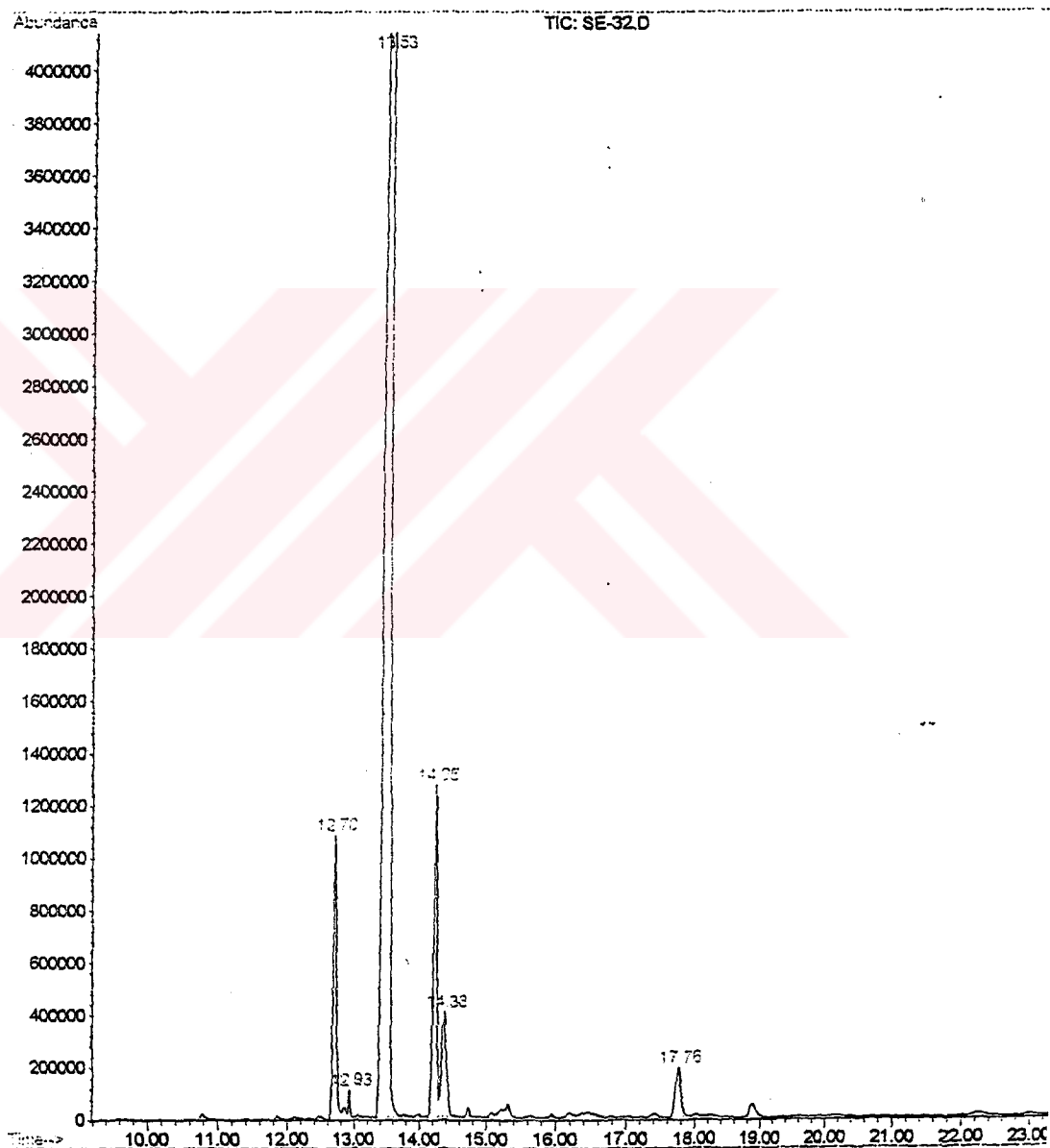
Sample Name: *Chlorella vulgaris*-3/balık -3

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,70	6,15	C16
2	12,86	0,59	-
3	13,51	69	C17
4	14,20	9,39	C18:0
5	14,33	2,38	C18:1
6	15,05	0,59	-
7	16,13	0,58	-
8	17,67	1,56	C20:4
9	18,77	0,52	-
10	24,90	4,07	-
11	28,64	5,17	-



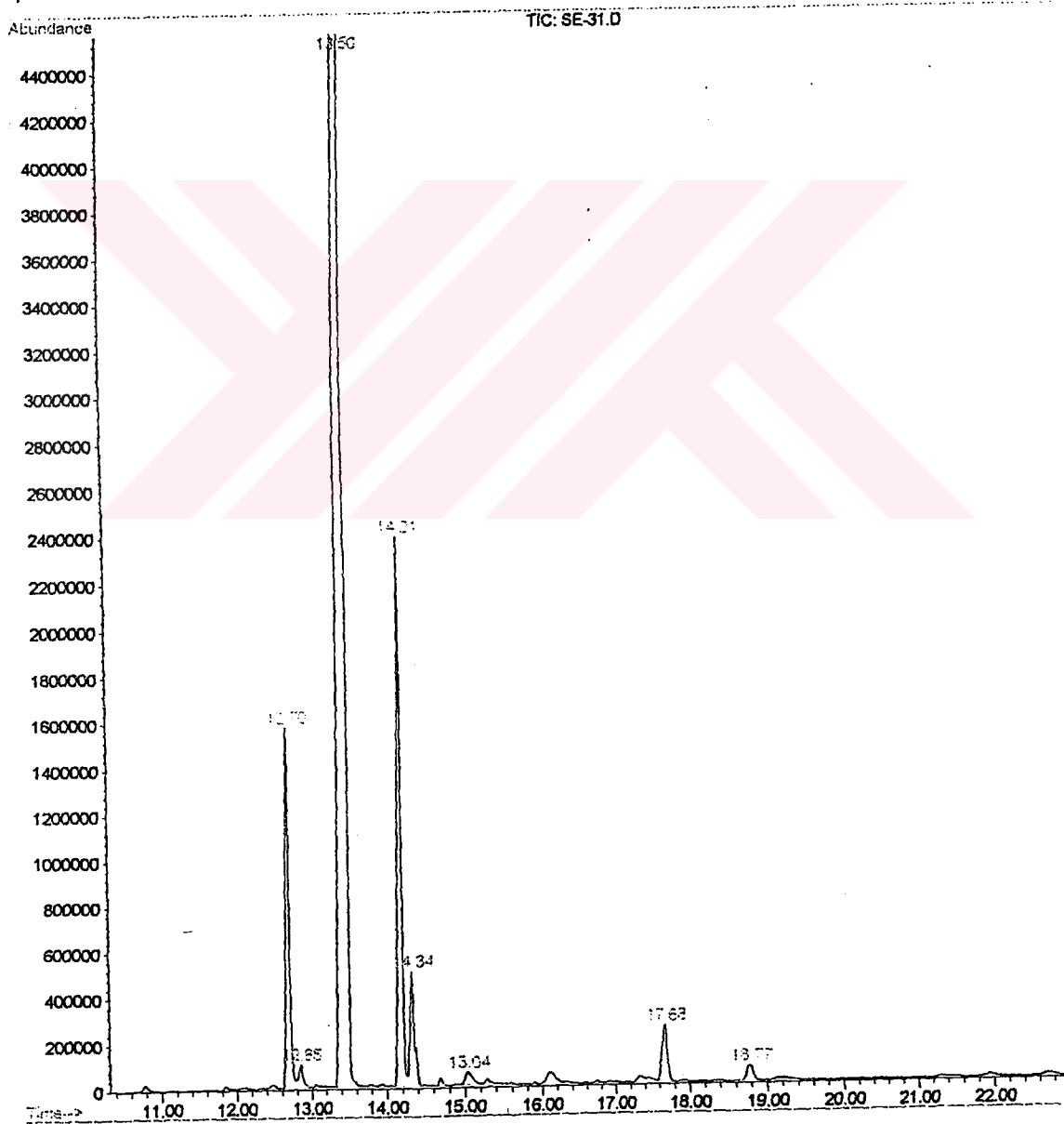
Sample Name: *Scenedesmus acuminatus*-1/balik -4

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,71	6,11	C16
2	12,93	0,35	-
3	13,54	70,84	C17
4	14,25	7,56	C18:0
5	14,37	3,56	C18:1
6	17,76	1,75	C20:4
7	25,39	5,06	-
8	29,30	4,76	-



Sample Name: *Scenedesmus acuminatus*-2/balik -5

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,70	7,30	C16
2	12,84	0,66	-
3	13,50	64,85	C17
4	14,21	10,82	C18:0
5	14,34	2,85	C18:1
6	15,04	0,51	-
7	17,68	1,86	C20:4
8	18,78	0,59	-
9	24,94	4,99	-
10	28,69	5,56	-



Sample Name: *Scenedesmus acuminatus*-3/balik -6

PKNO	RETENTION TIME	% AREA	NAME
1	12,70	2,85	C16
2	13,57	80,62	C17
3	14,23	3,75	C18:0
4	14,36	1,97	C18:1
5	16,82	2,58	-
6	17,75	1,38	C20:4
7	20,55	1,61	-
8	25,33	3,32	-
9	29,10	1,92	-

