



**GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ İÇİN ENDEMİK OLAN TATLISU  
SALYANGOZU *Pseudamnicola bilgini* (SCHÜTT, 1992) (GASTROPODA:  
PROSOBRANCHIA)'NİN YAĞ ASİTİ KOMPOZİSYONU**

**İhsan EKİN<sup>\*1,2</sup>, Mehmet BAŞHAN<sup>2</sup>, Rıdvan ŞEŞEN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, DİYARBAKIR

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, DİYARBAKIR

**ÖZET**

Bu çalışmada, Ekim 2007 tarihinde, Mardin Sultanköy kaynak sularından toplanan endemik tatlısu salyangozu *Pseudamnicola bilgini*'nin total vücut lipitleri, ince tabaka kromatografi ile fraksiyonlandı. Salyangozun, total vücut lipitleri ile fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonundaki yağ asitleri gaz kromatografi ve gaz kromatografi-kütle spektrometresi ile analizlendi. Analizlerde, doymuş yağ asitlerinden C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0; tekli doymamış yağ asitlerinden C16:1ω7, C18:1ω9, C20:1ω9 ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:2ω6, C18:3ω3, C20:2ω6, C20:3ω6, C20:4ω6, C20:5ω3 ve C22:6ω3 asitler tespit edildi. Tek karbonlu ve 20 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerinin yapıları, gaz kromatografi-kütle spektrometre ile doğrulandı. Analizlerde elde edilen yağ asitlerinin yüzde değerleri birbirleri ile karşılaştırıldı. Yüzde dağılımda en çok C18:1ω9 (%16.2-%33.0), C16:0 (%21.3-%24.0) ve C18:2ω6 (%8.5-%14.5) asitler tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Yağ asitleri, *Pseudamnicola bilgini*, Endemik tatlısu salyangozu, Güneydoğu Anadolu.

**FATTY ACID COMPOSITION OF FRESHWATER SNAIL *Pseudamnicola bilgini*  
(SCHÜTT, 1992) (GASTROPODA: PROSOBRANCHIA), ENDEMIC IN SOUTHEAST  
ANATOLIA, TURKEY**

**ABSTRACT**

In this study, body lipids of an endemic freshwater snail *Pseudamnicola bilgini* collected from Sultanköy in Mardin in October 2007 were fractionated by thin layer chromatography. Total lipids, fractionated lipids such as phospholipids and neutral lipids of whole snail were analyzed by capillary gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. In the analysis, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0 saturated fatty acids; C16:1ω7, C18:1ω9, C20:1ω9 monounsaturated fatty acids and C18:2ω6, C18:3ω3, C20:2ω6, C20:3ω6, C20:4ω6, C20:5ω3, C22:6ω3 polyunsaturated fatty acids were found. The structures of odd-numbered fatty acids and C20 polyunsaturated fatty acids were confirmed by gas chromatography-mass spectrometry. The percentages of fatty acids in the lipid fractions were compared with each other. In the analyses, C18:1ω9 (16.2%-33.0%), C16:0 (21.3%-24.0%) and C18:2ω6 (8.5%-14.5%) acids were the most abundant components.

**Keywords:** Fatty acids, *Pseudamnicola bilgini*, Endemic freshwater snail, the Southeast Anatolia

**\*E-posta:** [ihsanekin21@hotmail.com](mailto:ihsanekin21@hotmail.com)

## 1. GİRİŞ

Mollusk (Yumuşakça) şubesi dört temel sınıfa ayrılmaktadır; Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia ve Cephalopoda. Bu şube; kara, deniz ve tatlısularda yaşayan türlere sahip olup, çeşitlilik bakımından böceklerden sonra ikinci büyük hayvan topluluğunu oluşturmaktadır [1]. Bu grup, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleriyle araştırmacıların dikkatini çekmektedir [2].

Mollusk tatlısu faunası fazla miktarda endemik örnekler içermektedir [3]. Yurdumuzda da endemik olan birçok gastropod türü bulunmaktadır [4]. *Theodoxus anatolicus*, *Theodoxus heldreichi fluvicola*, *Caspicyclotus armenicus*, *Valvata kavusani*, *Hydrobia anatolica*, *Islamia bunarbasa*, *Pseudamnicola geldiyana*, *Pseudamnicola bilgini*, *Bithynia erzuruma*, *Melanopsis praemorsa maximalis*, *Fagotia sangarica* gibi tatlısu gastropod türleri Anadolu faunasına ait bilinen bazı endemik türlerdir [5].

Tatlısuda yaşayan salyangozların yağ asiti kompozisyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda, genellikle doymuş yağ asitlerinden C10:0 (kaprik), C12:0 (laurik), C13:0 (tridekanoik), C14:0 (miristik), C15:0 (pentadekanoik), C16:0 (palmitik), C17:0 (margarik), C18:0 (stearik); tekli doymamış yağ asitlerinden C16:1 $\omega$ 7 (palmitoleik), C18:1 $\omega$ 9 (oleik), C20:1 $\omega$ 9 (eikosenoik) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:2 $\omega$ 6 (linoleik), C18:3 $\omega$ 3 ( $\alpha$ -linolenik), C20:2 $\omega$ 6 (eikosadienoik), C20:4 $\omega$ 6 (arakidonik), C20:5 $\omega$ 3 (eikosapentaenoik) ve C22:2 $\omega$ 6 (dokosadienoik) gibi yağ asitleri sıkça tespit edilmektedir [6-11].

Mollusklerin yağ asiti kompozisyonu ile ilgili çalışmaların çoğunda, karasal pulmonatlar ile deniz molluskleri kullanılmıştır. Tatlısu salyangozlarının yağ asiti kompozisyonu ile ilgili çok az çalışma bulunmaktadır [12]. Tatlısu ve kara salyangozlarındaki lipit miktarının, deniz salyangozlarına oranla daha az olduğu belirtilmiştir [13].

Ülkemizde yaşayan tatlısu mollusklerinin yağ asiti kompozisyonu ile ilgili pek fazla çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda, Mardin ilinin Sultanköy Köyü'nden Ekim 2007 tarihinde

toplanan endemik tatlısu salyangozu *Pseudamnicola bilgini*'nin total vücut lipitleri ile fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonlarının yağ asiti kompozisyonları araştırıldı. Yağ asiti analizlerinde, ince tabaka kromatografisi, gaz kromatografi (GC) ve gaz kromatografi-kütle spektrometre (GC-MS) kullanıldı. Elde edilen veriler, mollusklerin lipit kompozisyonu ile ilgili yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldı.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Örneklerin Alınması

*P. bilgini* tatlısu salyangozları, 2007 yılının Ekim ayı içinde Mardin ilinin Sultanköy (Rakım: 920 m, Koordinat: N 37° 25.2' / E 41° 00.0') kaynak sularından toplandı. Suyun sıcaklığı Ekim ayında 10C° olarak ölçüldü. Suyun derinliği kaynağın çıkış noktasında yaklaşık 1.20 cm, akıntının olduğu bölgelerde ise ortalama 20 cm olarak ölçüldü.

Numuneler bir miktar doğal yaşam alanlarındaki su ile birlikte laboratuvara getirildi. Çok küçük olduklarından dolayı canlı tüm olarak, içinde kloroform-metanol (2:1) karışımı bulunan farklı kaplara konulup grublara ayrıldı ve analiz edilinceye kadar -80 °C'de derin dondurucuda saklandı.

### 2.2. Lipit Ekstraksiyonu

Salyangozun total lipit, fosfolipit ve nötral lipit yağ asiti analizleri 3 tekrar halinde yapılarak elde edildi. Her yağ asiti analizi için ortalama 3 gr numune (salyangoz) kullanıldı. Örnekler, kloroform-metanol karışımında (2:1), homojenizatör aleti ile 5 dakika süre boyunca homojenize edildi [14]. Çoklu doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonunu önlemek için ekstraksiyon sistemine, kloroformda % 2 oranında hazırlanan bütülenmiş hidroksitoluen (BHT) maddesinden 50 µl ilave edildi. Çözücü azot altında buharlaştırıldıktan sonra, salyangozların total lipit ekstraktları, silika-gel sürülmüş ince tabaka kromatografi pleytlerine (20x20 cm) tatbik edildi. Total lipitler, petrol eteri-dietileter-asetik asit (80:20:1) karışımında yürütüldü. Pleytler, havada kurutulduktan sonra, 2'7'dikloroflorosein püskürtülerek lipit fraksiyonları UV altında görünür hale getirildi. Fosfolipit ve nötral lipitlere ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarıldı. Her fraksiyona ayrı ayrı asitli metanol katılarak 90 dakika süre ile geri soğutucu altında 85 °C de ısıtıldı. Böylece yağ asitlerinin, yağ asiti metil esterlerine dönüşmesi sağlandı. Çözelti

soğuduktan sonra metil esterleri hekzan kullanılarak ekstrakte edildi [15].

### **2.3. Yağ asitlerinin gaz kromatografi koşulları**

Metil esterlerine dönüştürülen yağ örneklerinin yağ asitleri, analizleri HP 6890 model Gaz Kromatografi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB-23 (Bonded % 50 cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kapiler kolon (60m x 0.25mm i.d x 0.250 µm film kalınlığı) kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı, 280 °C; enjektör sıcaklığı, 270 °C; enjeksiyon: Split - model 1:20. Gaz akış hızları, taşıyıcı gaz olarak helyum 2.8 ml / dakika (sabit akış modeli); hidrojen, 30 ml / dakika; kuru hava, 300 ml / dakika; kolon (fırın) sıcaklığı: 130°C de, bekleme süresi 1 dakika; 170 °C ye 6.5 °C / dakika; 215 °C ye 2.75 °C /dakika, bekleme süresi 12 dakika; 230 °C ye 40 °C / dakika, bekleme süresi 3 dakika; toplam analiz süresi: 38.8 dakika. Örnek, alete 1 mikrolitre enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları bilgisayarda HP 3365 ChemStation bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asiti üzerinden verilmiştir.

### **2.4 Gaz Kromatografi-Kütle Spektrumu Koşulları**

Örnekler, GC-MS cihazına (HP 5890-E serileri GC-Sistem, Hewlett-Packard, Palo Alto, CA, USA) sırayla enjekte edildi. Analizlerde Innowax kolon (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 µm film kalınlık) kullanıldı. Kolon başlangıç sıcaklığı 150 °C, son sıcaklık 230 °C, ramp 2 °C /dakika., dedektör bloğu sıcaklığı 300 °C ve enjektör bloğu sıcaklığı ise 250 °C olarak ayarlandı. Enjeksiyon splitli olarak (1:50) 1µl uygulandı. Kütle spektrometresi elektron etki iyonizasyonu modunda (70 eV) çalıştırıldı. Yağ asiti metil esterleri Wiley 275 and Nist 98 veri bankalarıyla karşılaştırılarak tanımlandı.

Örneklerdeki tek karbonlu ve 20 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerinin varlığı GC-MS cihazı ile aydınlatıldı. GC-MS analizleri Tübitak Ankara Test ve Analiz Laboratuvarında (ATAL) yapılmıştır.

## 2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatistiksel analizler SPSS (12.0) programı ile yapıldı. Salyangozların total, fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonlarından elde edilen yağ asiti yüzdelerinin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandıktan sonra, farklılıklar TUKEY HSD testi ile belirlendi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma olarak gösterildi. Anlamlılık derecesi,  $p < 0.05$  kabul edildi.

## 3. SONUÇLAR

*P. bilgini*'nin total vücut lipiti ile fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonlarındaki yağ asitlerinin yüzde dağılımı **Tablo 1** de verilmiştir. *P. bilgini*'nin total, nötral ve fosfolipit gibi fraksiyonlanmış lipit analizlerinde; 7 doymuş, 3 tekli doymamış ve 7 çoklu doymamış olmak üzere toplam 17 çeşit yağ asiti tespit edildi. Çalışmada, doymuş yağ asitlerinden C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0; tekli doymamış yağ asitlerinden C16:1 $\omega$ 7, C18:1 $\omega$ 9, C20:1 $\omega$ 9; çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:2 $\omega$ 6, C18:3 $\omega$ 3, C20:2 $\omega$ 6, C20:3 $\omega$ 6, C20:4 $\omega$ 6, C20:5 $\omega$ 3 ve C22:6 $\omega$ 3 asitler saptandı.

*P. bilgini*'nin  $\Sigma$ DYA (Total Doymuş Yağ Asiti) oranları, total vücut lipitinde % 35.2, nötral lipitte % 34.9, fosfolipitte ise % 30.8 olarak bulundu. Palmitik asit her üç analizde de major yağ asiti olup, % 24.0 ile en çok nötral lipitte saptandı. Bu bileşenin fosfolipit ve nötral lipitteki oranı ortalama % 21 olarak bulundu. Stearik asit oranı % 6.1 ile % 8.4 arasında değişti. Laurik asit sadece nötral lipitte, C13:0 asit ise sadece total lipitte bulunabildi. Tek karbonlu doymuş yağ asitlerden olan C15:0 ve C17:0 asitlerin yüzde oranları her üç analizde de % 1 geçmedi.

$\Sigma$ TDYA (Total Tekli Doymamış Yağ Asiti) oranları, nötral lipitte % 38.5, fosfolipitte % 33.3 ve total vücut lipitinde ise % 26.3 olarak bulundu. Fosfolipitte % 3.3, nötral lipitte % 4.6, total vücut lipitinde % 6.3 oranında olan C16:1 $\omega$ 7 asit düşük oranlarda tespit edildi. Oleik asit, sadece tekli doymamış yağ asitleri arasında en yüksek değere sahip olmayıp, aynı zamanda fosfolipit ve nötral lipitte saptanan tüm yağ asitleri arasında da en yüksek yüzdeye sahipti. Bu bileşen nötral lipitte % 33.0, fosfolipitte % 26.4, total vücut lipitinde ise % 16.2 oranında

bulundu. Nötral lipitte % 0.8 gibi düşük oranda tespit edilen C20:1 $\omega$ 9 asit, fosfolipit ve total vücut lipitinde yakın değerlerde (% 3) bulundu.

**Tablo 1.** *Pseudamnicola bilgini* 'nin total, fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonlarındaki yağ asitlerinin yüzde dağılımı

| Yağ Asitleri                   | Fosfolipit<br>(ortalama* $\pm$ S.H.)** | Nötral lipit<br>(ortalama* $\pm$ S.H.)** | Total vücut lipiti<br>(ortalama* $\pm$ S.H.)** |
|--------------------------------|--|--|--|
| C12:0                          | -                                      | 0.35 $\pm$ 0.02                          | -  |
| C13:0                          | -                                      | -  | 0.30 $\pm$ 0.03                                |
| C14:0                          | 2.48 $\pm$ 0.18a                       | 1.94 $\pm$ 0.06b                         | 3.00 $\pm$ 0.32a                               |
| C15:0                          | 0.10 $\pm$ 0.01a                       | 0.20 $\pm$ 0.02a                         | 0.45 $\pm$ 0.08b                               |
| C16:0                          | 21.30 $\pm$ 1.21a                      | 24.05 $\pm$ 1.10b                        | 21.80 $\pm$ 1.28a                              |
| C17:0                          | 0.66 $\pm$ 0.09a                       | 0.30 $\pm$ 0.02b                         | 0.50 $\pm$ 0.08a                               |
| C18:0                          | 6.10 $\pm$ 0.52a                       | 8.09 $\pm$ 0.62b                         | 8.49 $\pm$ 0.75b                               |
| <b><math>\Sigma</math>DYA</b>  | <b>30.80 <math>\pm</math> 1.40a</b>    | <b>34.93 <math>\pm</math> 1.48b</b>      | <b>35.23 <math>\pm</math> 1.52b</b>            |
| C16:1 $\omega$ 7               | 3.38 $\pm$ 0.27a                       | 4.67 $\pm$ 0.41b                         | 6.35 $\pm$ 0.52c                               |
| C18:1 $\omega$ 9               | 26.40 $\pm$ 1.23a                      | 33.03 $\pm$ 1.25b                        | 16.20 $\pm$ 1.08c                              |
| C20:1 $\omega$ 9               | 3.55 $\pm$ 0.25a                       | 0.80 $\pm$ 0.62b                         | 3.80 $\pm$ 0.26a                               |
| <b><math>\Sigma</math>TDYA</b> | <b>33.33 <math>\pm</math> 1.45a</b>    | <b>38.50 <math>\pm</math> 1.42b</b>      | <b>26.36 <math>\pm</math> 1.34c</b>            |
| C18:2 $\omega$ 6               | 12.02 $\pm$ 0.85a                      | 14.52 $\pm$ 0.95b                        | 8.56 $\pm$ 0.72c                               |
| C18:3 $\omega$ 3               | 7.30 $\pm$ 0.62a                       | 3.01 $\pm$ 0.17b                         | 6.10 $\pm$ 0.57a                               |
| C20:2 $\omega$ 6               | 1.55 $\pm$ 0.15a                       | 0.64 $\pm$ 0.52b                         | 3.07 $\pm$ 0.31a                               |
| C20:3 $\omega$ 6               | 0.85 $\pm$ 0.10a                       | 0.30 $\pm$ 0.02b                         | 1.02 $\pm$ 0.11c                               |
| C20:4 $\omega$ 6               | 6.84 $\pm$ 0.51a                       | 1.99 $\pm$ 0.04b                         | 8.18 $\pm$ 0.71c                               |
| C20:5 $\omega$ 3               | 6.04 $\pm$ 0.48a                       | 3.14 $\pm$ 0.13b                         | 9.41 $\pm$ 0.82c                               |
| C22:6 $\omega$ 3               | 0.54 $\pm$ 0.08a                       | -  | 2.08 $\pm$ 0.20b                               |
| <b><math>\Sigma</math>ÇDYA</b> | <b>35.14 <math>\pm</math> 1.48a</b>    | <b>23.60 <math>\pm</math> 1.14b</b>      | <b>38.42 <math>\pm</math> 1.58c</b>            |

\*\* Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler birbirinden farklı değildir. P>0.05

\* Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

DYA:Doymuş Yağ Asitleri, TDYA:Tekli Doymamış Yağ Asitleri, ÇDYA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri,

Salyangozun  $\Sigma$ ÇDYA (Total Çoklu Doymamış Yağ Asiti) oranları, % 38.4 ile en çok total vücut lipitinde; % 23.6 ile en az nötral lipitte tespit edildi. Fosfolipitte ise bu oran % 35.1 olarak bulundu. Her üç yağ asiti analizinde de C18:2 $\omega$ 6 asit yüzde dağılımda en fazla oranda saptandı. Bu bileşen nötralde % 14.5, fosfolipitte % 12 ve totalde % 8.5 oranında tespit edildi. Alfa-linolenik asit en çok fosfolipit fraksiyonunda (% 7.3), en az ise nötral lipit fraksiyonunda (% 3.0) bulundu. Nötral lipitte % 2 gibi düşük bir değere sahip olan C20:4 $\omega$ 6 asit, total vücut lipitinde % 8.1, fosfolipitte ise % 6.8 gibi önem arz eden oranlarda tespit edildi. Eikosapentaenoik asit (EPA) ise total vücut lipitinde % 9.4, fosfolipitte % 6.0 ve nötral lipitte % 3.1 oranında bulundu. Genelde salyangozlarda düşük miktarda saptanan C22:6 $\omega$ 3 asit, *P. bilgini*'nin fosfolipit ve total lipit analizlerinde de tespit edildi. Hem GC hem de GC-MS analizlerinde, salyangozun fraksiyonlanmamış total vücut lipitindeki C20:4 $\omega$ 6 ve C20:5 $\omega$ 3 asitlerin, salyangozun fosfolipit fraksiyonundan daha yüksek oranda bulunması önemli bir bulgudur.

#### 4. TARTIŞMA

*P. bilgini* ile ilgili yapılan yağ asiti analizlerinde doymuş yağ asitlerinden C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0; tekli doymamış yağ asitlerinden C16:1 $\omega$ 7, C18:1 $\omega$ 9, C20:1 $\omega$ 9; çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:2 $\omega$ 6, C18:3 $\omega$ 3, C20:2 $\omega$ 6, C20:3 $\omega$ 6, C20:4 $\omega$ 6, C20:5 $\omega$ 3 ve C22:6 $\omega$ 3 gibi asitler tespit edildi. Bu bileşenlerin, hem tatlısu hem de denizde yaşayan birçok mollusk türü için genel olduğu belirtilmiştir [10,16-19].

Yaptığımız yağ asiti analizlerinde C16:0, C18:1 $\omega$ 9 ve C18:2 $\omega$ 6 asitler, maksimum oranda; C12:0, C13:0, C15:0, C17:0, C20:3 $\omega$ 6 ve C22:6 $\omega$ 3 asitler ise minimum oranda tespit edildi. Tatlısu salyangozları ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda benzer bulgular elde edilmiştir [10,16,19, 20].

Analizlerde, C16:0 ve C18:1 $\omega$ 9 asitler yüzde dağılımda diğer yağ asitlerine göre farkedilir derecede yüksek oranda bulundu. Bu bileşenler, dışarıdan besinle alınabildiği gibi, salyangoz tarafından da sentezlenebilirler. Tatlısu salyangozları *Goniobasis virginica*, *Physa sp.*, *Viviparus malleatus* [9] ; *Limnaea fragilis* [21]; *Coretus carneus*, *V. viviparus*, *Radix auricularia*, *L.*

*stagnalis* [10] ile Japonya Denizi'nden toplanan 51 çeşit deniz omurgasızının yağ asiti ile ilgili çalışmalarında [22] hemen hemen analizlenen tüm omurgasız türlerinde C16:0 asit, major bileşen olarak bulunmuştur. *P. bilgini*'nin total vücut lipid analizinde C16:0 (% 21.8) asit major bileşen iken; fosfolipit ve nötral lipid farksiyonlarında ise C18:1 $\omega$ 9 (fosfolipitte % 26.4, nötral lipitte % 33.0) asit major olarak saptandı. Bazı çalışmalarda da C18:1 $\omega$ 9 asitin, değişen çevresel şartlara uyum sonucu yüksek konsantrasyonda bulunabileceği belirtilmektedir. Örneğin, Michaud ve Denlinger (2006) [23], C18:1 $\omega$ 9 asitin düşük sıcaklıklarda membran akıcılığını muhafaza ettiğini; yükselen sıcaklıklarda ise hücre membranlarının sıvı kristal özelliklerini koruduğunu ileri sürdüler.

Araştırmamızda temel yağ asitlerinden, C18:2 $\omega$ 6 ve C18:3 $\omega$ 3 asitlerin toplamı fosfolipitte % 19.3, nötral lipitte % 17.5 ve total lipitte % 14.6 oranında bulundu. Fizyolojik aktif bileşikler olan eikosanoidlerin öncül maddelerini oluşturan C20:4 $\omega$ 6, C20:5 $\omega$ 3 asitlerin toplamı ise fosfolipite % 12.8, nötralde % 5.1 ve total lipitte ise % 17.5 oranında tespit edildi. Salyangozlar ile ilgili yapılan birçok lipid analizinde de C18:2 $\omega$ 6, C18:3 $\omega$ 3, C20:4 $\omega$ 6 ve C20:5 $\omega$ 3 gibi yağ asitleri diğer çoklu doymamış yağ asitlerine oranla daha yüksek oranda tespit edilmiştir [9, 21]. Salyangozlarda 20 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerinden bazılarının yüksek oranda bulunması; bunların sadece yapısal lipidler olan fosfolipitlerin bileşenlerini oluşturmadığını, aynı zamanda salyangozlarda enerji amaçlı olarak da kullanılabileceğini göstermektedir. Örneğin, *P. bilgini*'nin total vücut lipidindeki  $\Sigma$ ÇDYA oranı % 38.4 olarak bulundu. Bu değer,  $\Sigma$ DYA ile  $\Sigma$ TDYA oranından daha yüksek olduğu görüldü.

Isay ve Busarova (1984) [22], inceledikleri 7 gastropod türünün hepsinde de C20:5 $\omega$ 3 asiti, düşük oranlarda saptadılar. Bu yağ asitinin gastropodlardaki fizyolojik öneminin büyük olduğunu belirttiler. Araştırmacılar, ayrıca C20:3 $\omega$ 6 asiti, sadece bazı mollusk türlerinde bulduklarını ve C22:6 $\omega$ 3 asitin ise çalışılan omurgasızlara karakteristik olmadığını bildirdiler. Çalışmamızda da *P. bilgini*'de, C20:3 $\omega$ 6 asit % 0.3 ile % 1.0 arasında; C22:6 $\omega$ 3 ise total vücut lipidinde % 2.0, fosfolipitte % 0.5 oranında saptandı. Go ve arkadaşları (2002) [24], Galilee Gölü'ndeki salyangoz türlerinin (*Melanoides tuberculata*, *Theodoxus jordani*, *Pyrgula barroissi*, *Melanopsis praemorsum*) total lipidlerinde gastropodlarda sıkça rastlanan C20:5 $\omega$ 3



asiti ortalama % 2.6 oranında tespit ettiler. Yaptığımız analizlerde *P. bilgini*'de C20:5 $\omega$ 3 asit önemli miktarlarda (% 3.1 - % 9.4) saptandı. Go ve arkadaşları (2002) [24] tarafından da belirtildiği gibi tatlısu salyangozlarındaki bu bileşenin oranı birçok deniz salyangozundan daha yüksektir. Bilindiği gibi C20:4 $\omega$ 6 ve C20:5 $\omega$ 3 asitler eikosanoitlerin sentezinde kullanılan öncül maddelerdir. Eikosanoitlerden olan prostaglandinler tatlısu salyangozlarında yumurta oluşumunu uyarmaktadır. Eğer prostaglandin (PGE<sub>2</sub>), dişi genital açıklığından salyangoza verilirse, bu bileşenin uzun vadeli yumurta bırakımını uyararak yumurta oluşumunu arttırdığı gözlenmiştir [25]. Bu nedenle bu bileşenlerin *P. bilgini*'de yüksek oranda bulunması önemli bir bulgudur.

*P. bilgini*'nin total vücut lipiti ile nötral lipit fraksiyonlarındaki  $\Sigma$ DYA seviyesi, fosfolipit fraksiyonuna göre daha yüksek bulundu. Bu durum, salyangozun enerji kaynağı olarak total ve nötral lipitlerde, daha çok  $\Sigma$ DYA ları depoladığını göstermektedir. Salyangozun fosfolipitindeki  $\Sigma$ ÇDYA seviyesi % 35.1 kadar olup, % 23.6 oranında  $\Sigma$ ÇDYA içeren nötral lipitten önemli derecede yüksekti. Total  $\Sigma$ TDYA seviyesi ise C18:1 $\omega$ 9 asitin yüksek oranından dolayı en çok nötral lipitte (% 38.5) bulundu. Dembitsky ve arkadaşları (1993) [21] da çalışmalarında,  $\Sigma$ ÇDYA ların fosfolipit fraksiyonunda (% 50),  $\Sigma$ DYA ve  $\Sigma$ TDYA seviyelerinin ise total ile nötral lipit fraksiyonlarında biriktiğini bildirdiler. Volga Nehri'nde yaşayan dört gastropod (*Coretus carneus*, *Viviparus viviparus*, *Radix auricularia*, *Limnaea stagnalis*) türü ile iki bivalvia (*Dreissena polymorpha*, *Unio sp.*) türünün kullanıldığı bir çalışmada, her dört gastropod türünde de yüzde olarak en çok  $\Sigma$ ÇDYA tespit edilmiştir.  $\Sigma$ DYA ile total  $\Sigma$ TDYA ların fraksiyonlardaki oranlarının ise türden türe farklılık gösterdiği belirtilmiştir [10].

Birçok deniz [20, 26-28] ve bazı tatlısu mollusklerinde [9, 18, 21] bulunan diğer bir çoklu doymamış yağ asiti çeşidi de NMID (non- methylene-interrupted dienoic) yağ asitleridir. Tatlısu mollusklerinde nadir bulunan bu bileşenler, *P. bilgini*'de tespit edilemedi. Bunun nedeni; türlerin yaşama alanları, sentezleme yeteneği, besinin farklılığı olarak belirtilebilir. Zira, çalışmamızda örneklerin toplandığı yer küçük bir kaynak suyu iken, NMID lerin tespit edildiği molluskler ile ilgili çalışmalarda örnekler ya büyük göllerden ya da denizlerden toplanmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen DÜAPK-04-FF-41 nolu projenin bir kısmını oluşturmaktadır. Projeyi destekleyen ilgililere çok teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

1. Ekman S., Zoogeography of the Sea, 417, Plenum Pres, London, 1953.
2. Vernberg W.B. and Vernberg F.J., Environmental Physiology of Marine Animals, 346, Springer, Berlin, 1972.
3. Khlebovich V.V., The Critical Salinity of Biological Processes, 230, Nauka, Leningrad, 1974.
4. Schütt H. and Şeşen R., *Theodoxus* in South-Eastern Anatolia, TURKEY (Gastropoda:Prosobranchia, Neritidae), Basteria, 53, 39-46, 1989.
5. Yıldırım M.Z., Türkiye Prosobranchia (Gastropoda: Mollusca) Türleri ve Zoocoğrafik Yayılışları. Tr. J. of Zoology, 3, 877-900, 1999.
6. Johns R.B., Nichols P.D. and Perry G.J., Fatty acid components of nine species of molluscs of the littoral zone from Australian waters. Comp. Biochem. Physiol., 65B, 207-214, 1980.
7. Fried B., Rao K.S. and Sherma J., Fatty acid composition of *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Planorbidae) fed hen's egg yolk versus leaf lettuce. Comp. Biochem. Physiol., 101A, 351-352, 1992a.
8. Fried B., Rao K.S. and Sherma J., Fatty acid composition of two strains of *Helisoma trivolis* (Gastropoda). Biochem. Syts. and Ecol., 20(6), 553-557, 1992b.
9. Fried B., Rao K.S., Sherma J. and Huffmani J.E., Fatty acid composition of *Goniobasis virginica*, *Physa sp.* and *Viviparus malleatus* (Mollusca:Gastropoda) from lake Musconetcong, New Jersey. Biochem. Syts. and Ecol., 21(8), 809-812, 1993.
10. Dembitsky V.M., Kashin A.G. and Stefanow K., Comparative investigation of phospholipids and fatty acids of freshwater molluscs from Volga River Basin. Comp. Biochem. Physiol., 102B (1), 193-198, 1992.
11. Dembitsky V.M., Rezanka T. and Kashin A.G., Comparative study of the endemic freshwater fauna of lake Baikal-IV. Phospholipids and fatty acid composition of two gastropod molluscs of the genus *Valvata*. Comp. Biochem. Physiol., 107B, 325-330, 1994.
12. Voogt P.A., Lipids: Their distribution and metabolism in the Mollusca. In Metabolic Biochemistry and Molecular Biomechanics (Ed. by Hochachke, P. W.), 1, 329-370. Academic Press, NewYork, 1983
13. Mitra S. and Sur R.K., Changes in the lipid and carbohydrate contents of the digestive gland during aestivation of two gastropods *Achatina fulica* and *Pila globosa*. Environ. Ecol., 7, 658-662, 1989.
14. Bligh E.G. and Dyer W.J., A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. of Biochem. and Physiol, 37, 911-917, 1959.
15. Stanley-Samuelson D. W. and Dadd R.H., Long chain polyunsaturated fatty acids: Patterns of occurrence in insects. Biochemistry, 13, 549-558, 1983.

16. De Moreno J.E.A., Pollero R.J., Moreno V.J. and Brenner R.R., Lipids and fatty acids of the mussel (*Mytilus platensis* d'Orbigny) from South Atlantic waters. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 263-276, 1980.
17. Pollero R.J., Brenner R.R. and Gros G.E., Seasonal changes in lipid and fatty acid composition of the freshwater mollusc *Diplodom patagonicus*. Lipids, 16(2), 109-113, 1981.
18. Pollero R.J., Irazu C.E. and Brenner R.R., Effect of sexual stage on lipids and fatty acids of *Diplodon delodontus*. Comp. Biochem. Physiol., 76B, 927-931, 1983.
19. Misra S., Ghosh K.M., Choudhury A., Dutta K.A., Pal K.P. and Ghosh A., Fatty acids from *Macoma sp.* of bivalve mollusc. J. Sci. Food Agric., 36, 1193-1196, 1985.
20. Abad M., Ruiz C., Martinez D., Mosquera G. and Sanchez J.L., Seasonal variation of lipid classes and fatty acids in flat oyster *Ostrea edulis* from San Cibrían (Galicia, SPAIN). Comp. Biochem. Physiol., 110C (2), 109-118, 1995.
21. Dembitsky V.M., Rezanka T. and Kashin A.G., Fatty acid and phospholipids composition of freshwater molluscs *Anadonta piscinalis* and *Limnaea fragilis* from the River Volga. Comp. Biochem. Physiol., 105B, 3(4), 597-601, 1993.
22. Isay V.S. and Busarova N.G., Study on fatty acids composition of marine organisms–I. Unsaturated fatty acids of Japan Sea invertebrates. Comp. Biochem. Physiol., 77B, (4), 803-810, 1984.
23. Michaud M.R. and Denlinger D.L., Oleic acid is elevated in cell membranes during rapid cold-hardening and pupal diapause in the flesh fly, *Sarcophaga crassipalpis*. J. of Insect Physiol., 52, 1073–1082, 2006.
24. Go J.V., Rezanka T., Srebniak M. and Dembitsky V.M., Variability of fatty acid component of marine and freshwater gastropod species from the littoral zone of the Red Sea, Mediterranean Sea and Sea of Galilee. Biochem. Syts. and Ecol., 30, 819-835, 2002.
25. Stanley D.W. and Miller J.S., Eicosanoids in animal reproduction, what can we learn from invertebrates? In (Ed by Rowley, A. F., Kuhn, H. and Schewe, T.) Eicosanoids and Related Compounds in Plants and Animals. Portland Press, 183-196, 1998.
26. Ackman R.G. and Hooper S.N., Non-methylene-interrupted fatty acids in lipids of shallow water marine invertebrates: a comparison of two molluscs with the sand shrimp. Comp. Biochem. Physiol., 46B, 153-165, 1973.
27. Zhukova N.V., The pathway of the biosynthesis of non-methylene-interrupted dienoic fatty acids in molluscs. Comp. Biochem. Physiol., 110B, 801-804, 1991.
28. Pazos J.A., Sanches L.J., Roman G., Perez-Parelle M.L. and Abad M., Seasonal changes in lipid classes and fatty acids composition in digestive gland of *Pecten maximus*. Comp. Biochem. Physiol., 134B, 367-380, 2003.