

Bingöl Yüzen Adalar'da *Cyclops Vicinus*'un Yağ Asiti İçeriğiNurgül ŞEN ÖZDEMİR^{1*}, Fatma CAF²¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, 12000/ Bingöl.²Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 12000/ Bingöl.

* Sorumlu yazar: Tel: +90 426 216 00 30 (11-48)

Geliş Tarihi: 10.06.2014

E-posta:nsozdemir@bingol.edu.tr

Kabul Tarihi: 27.02.2015

Abstract

Fatty Acid Content of *Cyclops Vicinus* in Bingöl Floating Islands

Cyclops vicinus was collected from Bingöl Floating Islands. It was determined 15 fatty acids in *C. vicinus*. Percentage of the total unsaturated fatty acids was (Σ USFA) 54.97 %, percentage of the total saturated fatty acids (Σ SFA) was 45.03 %. the principal saturated fatty acids were palmitic acid (16:0) (11.80 %). decosahexaenoic acid (DHA; 22:6 n-3) and Eicosapentaenoic acid (EPA; 20:5 n-3) were the major unsaturated fatty acids (11.41 %, 10.37 %, respectively). It was determined that n-3/n-6 (Omega-3/Omega-6) ratio which used comparing the quality of aquatic organisms was 5.03. These values and unsaturated fatty acids content was high in *Cyclops vicinus*. Therefore *Cyclops vicinus* can use as live food in planktivorous fish, in term of both rich nutrient content and increase the survival rate of fish, contributing such events hatching, reproductive. In addition, fish in freshwater ecosystems where *C. vicinus* is abundant, can be consume as a valuable food source.

Keywords: Fatty acid, DHA, EPA.

Özet

Bingöl Yüzen Adalar'dan temin edilen, *Cyclops vicinus* kopepod türünde 15 adet yağ asiti belirlenmiştir. Bunlardan toplam doymamış yağ asitlerinin (Σ USFA) oranı % 54.97, toplam doymuş yağ asitlerinin (Σ SFA) ise % 45.03 dir. Doymuş yağ asitlerinden en yüksek orana palmitik asit (16:0) (% 11.80) ve miristik asit (14:0) (% 11.80) sahipken, doymamış yağ asitlerinden en yüksek orana çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olan dokosaheksaenoik asit (DHA; 22:6 n-3) (% 11.41) ve eikosapentaenoik asitin (EPA; 20:5 n-3) (% 10.37) sahip olduğu tespit edilmiştir. Sucul organizmaların yağlarının besin kalitesini karşılaştırmada kullanılan n-3/n-6 (omega-3/omega-6) oranı ise 5.03 olarak belirlenmiştir. Bu değerin ve doymamış yağ asitleri miktarının yüksek olması *Cyclops vicinus* türünün planktivor balıklarda üreme, yumurtadan çıkış gibi olaylara katkıda bulunarak, gerek hayatta kalma oranını yükseltmesi gerekse zengin besin içeriğine sahip olması açısından kaliteli bir canlı yem kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca bu türün bol bulunduğu tatlı su ekosistemlerindeki balıklar değerli bir besin kaynağı olarak tüketilebilir.

Anahtar Kelimeler: Yağ asiti, DHA, EPA.

Giriş

Sucul ekosistemlerde, besin zincirinin ilk halkasını fitoplanktonik organizmalar, ikincil halkasını zooplanktonik organizmalar

oluşturmaktadır. Zooplanktonik organizmalar besin zinciri aracılığıyla üst basamaklara enerji transferinde önemli rol oynarlar.

Sucul besin zincirinde de yağ asitleri enerji aktarımındaki en önemli moleküller arasında yer almaktadırlar ve zooplankton aracılığıyla üst basamaklara taşınırlar. Omega-3 (n-3) yüksek doymamış yağ asitleri (HUFA) gibi belirli yağ asitleri sınıfları herbivor zooplanktonun somatik büyümesini önemli ölçüde etkilemektedir (Müller-Navarra, 1995; Müller-Navarra vd., 2000; Ravet vd., 2003). Bu moleküller zooplankton üzerinden beslenen yavru balıklarda büyümede, hastalıklara karşı dirençte etkili olmaktadır (Adams, 1999; Olsen, 1999; Sargent vd., 1999). Bundan dolayı besin ağları aracılığıyla iletilen yağ asitlerinin beslenme açısından ne kadar önemli olduğunun bilinmesi ekonomik olarak önemli bir faaliyet olan balıkçılığa da katkı sağlamaktadır. Balıkçılık aracılığıyla bu moleküller insana kadar ulaşarak, insan sağlığı üzerinde de olumlu etkilere sahiptirler (Simopoulos, 1999 ; Arts vd., 2001). Birincil üreticilerdeki yağ asitlerinin değişimine bağlı olarak (Volkman vd., 1989; Ahlgren vd., 1992), belli yağ asitleri de sucul ekosistemlerdeki trofik etkileşimleri anlamamıza yardımcı olur (Dalsgaard, vd., 2003). Ayrıca sucul besin ağlarında, esansiyel yağ asitleri de daha üst trofik seviyelere zooplankton yoluyla aktarılır. Besinlerdeki yağ asitleri, kopepod lipitleri içinde değişmeden kalabilirler. Bunlar yağ asitleri trofik markerları (YATM) olarak isimlendirilirler (Dalsgaard vd., 2003) ve bunlar besin ilişkilerinin aydınlatılmasında kullanılırlar (Kattner ve Hagen, 1995). Bu yüzden zooplanktondaki yağ asitleri kompozisyonunun bilinmesi önemlidir. Bunun yanında balık üretiminde kullanılan yem maliyetinin yüksek olması, yetiştiricilikle uğraşan kişileri değişik ve daha ekonomik yem kaynağı bulmaya yöneltmiştir. Bu nedenle ekonomik olarak üretilebilen besin değeri yüksek ve kolayca elde edilebilen yemlere gereksinim duyulmaktadır. Özellikle canlı

yemler, besin değerinin yüksek olması, balığı cezp etmesi, kolayca sindirilebilmesi nedeniyle üreticilerin birinci tercihi olmaktadır. Larval balık yetiştiriciliğinde yüksek besin değerine sahip kolay hazmedilebilir yemlere ihtiyaç duyulmasından dolayı zooplanktonla balık besleme önem kazanmaktadır (Bozkurt ve Güven, 2006). Özellikle de kopepodlardan cyloipoida takımı naupliileri yavru beslemede, erginleri ise balık beslemede değerli besin kaynaklarıdır. Doğal ortamlarından toplanıp kültüre alınarak canlı yem olarak kullanılırlar. Ayrıca doğal ortamlarında, bir üst basamaktaki karnivor ve omnivor balıkların da ana besin kaynağını oluştururlar (Szlauer ve Szlauer, 1980).

Besin zincirinin en alt basamağında en üst basamağındaki insana kadar olan enerji transferinde besinlerin biyokimyasal içeriklerinin, özellikle de insan sağlığına çok büyük katkıları olan yağ asitlerinin bilinmesi ayrı bir önem taşımaktadır. Çünkü sağlık açısından son derece önemli olan deksahegzaenoik asit (DHA; 22:6 n-3) ve eikosapentaenoik asit (EPA; 20:5 n-3) gibi omega-3 yağ asitlerinin (Sağlık, 1994; Okumuş, 2000) en önemli kaynağı sucul organizmalardır (Sargent vd., 1989).

Zooplanktonun yağ asiti analizi ile ilgili ilk çalışmalar Lovern (1935) ile başlamıştır. Lovern (1935) kalanoid bir deniz kopepodu türü olan *Calanus finmarchicus* ve tatlı su zooplankterleri olan *Cyclops strenuos*, *Daphnia galeata* ve *Diaptomus gracilis*'in yağ asitleri ile aynı çevreden yakaladığı balıkların yağ asitlerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda balık yağ asitleri ile zooplankton yağ asitleri kompozisyonunun oldukça benzer olduğunu gözlemlemiştir. Daha sonra Achman ve Eaton (1966) Kuzey Atlantik'deki fin Balina'sının yağ asiti kompozisyonunda *Meganyctiphanes noruegica* euphausiid türünün etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Yağ asiti çalışmaları, gerek deniz gerekse tatlısu ortamlarındaki sucül organizmalarda daha çok kültür balıklarının besin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yapılan çalışmalara odaklanmıştır (Pro Vasoli ve D'Agostino, 1969). Son yıllardaki çalışmalar ise daha çok zooplankton ve balıktaki C₁₆ ve C₁₈ çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve HUFA'nın besin zincirindeki taşınımı, somatik büyümeye etkisi (Brett, vd., 2009) ve zooplanktonun yağ asiti kompozisyonunda beslenmenin etkisi, büyüme ve üremesinde yağ asiti kompozisyonunun etkisi araştırılmıştır. Zooplanktonda da daha çok Daphnia türlerine yoğunlaşmıştır (Goulden ve Place, 1990; Brett vd., 2006). Tatlısu kopepodlarında ise kıyaslanabilir çalışmalar çok azdır. Fakat herbivor kopepodlar oligotrofik tatlı su ekosistemlerinde mevsimsel ve aylık olarak oldukça bol miktarlarda bulunmaktadır (McNaught, 1975; Byron vd., 1984). Bu kadar bol bulunan bir grubun lipid ekolojileri hakkında bilinenler oldukça sınırlıdır. Ravet vd. (2010) Washington Gölü'nde kalanoid bir kopepod türü olan *Diaptomus ashlandi* Marsh 1983'ün yağ asitleri üzerine yaptığı çalışmada, DHA ve doymuş yağ asitlerinin (SFA) seston yağ asiti kompozisyonundaki mevsimsel trendler ile güçlü bir ilişkide olduğunu vurgulamıştır.

Türkiye'de ise tatlı su zooplanktonlarının yağ asiti çalışmaları daha çok cladocera ve rotifer türleri ile yapılmıştır ve yapılan çalışmalar farklı besin ortamlarında bunların



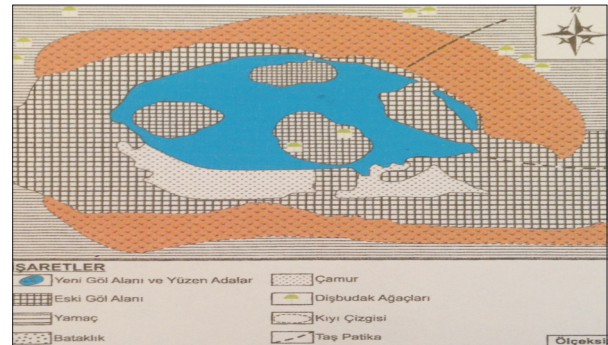
Şekil 1. Bingöl Yüzen Adalar'ın fotoğrafı.

besin içeriklerinin zenginleştirilmesine yöneliktir (Özbaş vd., 2006; Ölmez vd., 2009). Balık beslemede de en fazla cladocera türleri olan Daphnialar üzerine çalışılmıştır ve bunlar canlı yem olarak yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Ölmez, vd., 2009).

Cylopoid kopepodlar ise, göl ekosistemlerindeki en önemli omurgasız predatörlerdir ve özellikle göllerde rotifer kompozisyonunu beslenme yoluyla değiştirirler ve rotiferlerin bolluğunu fazla oranda etkilerler (Williamson, 1983). *Cyclops vicinus* türü ise, tatlı su göl ve göletlerinde en yaygın bulunan kopepod türüdür. Genellikle yazları su kolonunda görülmemekle birlikte (Vijverberg, 1977; Santer ve Lampert, 1995), bazı göllerde yıl boyunca da görülebilmektedir (George, 1976; Hansen, 1996). Ancak bu türün yağ asiti kompozisyonunu belirlemeye yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu anlamda, bu çalışmanın *Cyclops vicinus* türünün yağ asiti içeriğini ortaya koymada ön bilgi niteliğinde olacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Zooplankton örnekleri, Bingöl ili Solhan ilçesi Hazarşah Köyü, Tunalı Gölü mevkiinde bulunan Yüzen Adalar'dan 2011 Ocak ayında alınmıştır (Şekil 1-2). Bingöl Yüzen Adalar, 2005 yılında Çevre Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından tabiat anıtı olarak ilan edilmiştir (Bulut, 2012).



Şekil 2. Tunalı Gölü Mevkii Bingöl Yüzen Adalar'ın krokisi (Bulut, 2012)

Yüzen adaların bulunduğu küçük bir göl olan bu yerin oluşumu eski bir heyelan kütesine bağlanmaktadır. Geçmişte 2000 m² den fazla yer tuttuğu söylenen gölalanı bugün 600 m²' ye kadar daralmıştır. Eski göl yüzeyi şimdi bataklığa dönüşmüştür. Kenarlardaki bu organik madde bakımından zengin yüzeylerde zemin esnek-oynak olmasına rağmen üzerinde yürümek mümkündür (Bulut, 2012).

Derinliği 5 m' den fazla olan bu açık alan, hareket edebilme kabiliyetine sahip, üzerinde ağaç ve çalılıarın bulunduğu 606.49 m² alandan oluşmaktadır (Doğan Demir, vd., 2013). Bu adaların kalınlığı 85-192 cm arasında değişmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Bingöl Yüzen Adalara ait ölçümler (Doğan Demir vd., 2013)

Yüzen Adalar	Kalınlık (cm)	Alan (m ²)
Ağaçlı Ada	192	66.23
Çalılı Ada	91	32.25
Çimenli Ada	85	22.63

Gölün en ilginç yanı, üç adanın birbirinden bağımsız hareket edebilme kabiliyetine sahip olması ve hiçbir tarafla bağlantısının olmamasıdır. Ayrıca adalar yaz-kış bu özelliğini korumaktadır (Bulut, 2012).

Bingöl Yüzen Adalardan zooplankton örnekleri gölün kıyı ve orta kesimlerinden analiz için yeterli örnek miktarını sağlamak için çoklu vertikal çekim yapılarak toplanmıştır. Örneklemede 200 µm göz açıklığına, 110 cm ağız çapına sahip vertikal hansen tipi plankton kepeci kullanılmıştır (Harris vd., 2000). Ocak ayına ait sıcaklık değerleri dijital termometre ve pH değerleri Thermo Orion marka 3 Star I pH metre ile ölçülmüştür.

Zooplankton örnekleri içinden *C. vicinus*

türü leica marka stereo mikroskop altında seçilmiştir. Seçilen örneklerin yağ ağırlığı Denver TP-214 marka 0.001 mg hassasiyetteki terazide tartılarak, kullanılacak kimyasalların miktarları belirlenmiştir. Zooplankton örneklerinden, lipitlerin ekstraksiyonunda kloroform:metanol (2:1) kullanılmıştır. (Folch vd., 1957). Yağ asidi metil esterlerini (FAME) belirlemek için Kates (1986) metilizasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu metilizasyon işleminden sonra, örnekler Agilent 5975 C modeli GC/MS gaz kromatografisi ile yağ asidi analizi yapılmıştır. Bu analiz için 30 m uzunluğunda, 0.25 µm iç çapında ve PERMABOND 25 mikron film kalınlığına sahip Machery-Nagel (Germany) kapiller kolon kullanılmıştır. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 140-220 °C, enjeksiyon sıcaklığı 250°C ve dedektör sıcaklığı 260°C olarak tutulmuştur. Kolon sıcaklık programı 140°C'den 250°C'ye kadar ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (0.5 ml/dk) kullanılmıştır.

Analiz sırasında örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar (Supelco™ 37 Component FAME Mix) enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlenmiştir. Bu işlemden sonra gerekli programlama yapılarak örnekler ait yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi yapılmıştır.

Bulgular

Analiz sonucunda *Cyclops vicinus* türünde 15 adet yağ asidi belirlenmiştir (Tablo 2).

Bunlardan toplam doymamış yağ asitlerinin (\sum USFA) oranı % 54.97, toplam doymuş yağ asitlerinin (\sum SFA) ise % 45.03 dir. Doymuş yağ asitlerinden en yüksek orana palmitik asit (16:0) (% 18.16) ve miristik asit (14:0) (% 11.80) sahiptir. Toplam tekli doymamış yağ asitlerinin (\sum MUFA) oranı

% 25.9 olarak belirlenmiştir ve MUFA'dan en yüksek orana % 22.9 ile palmitoleik asitin (16:1 n-7) sahip olduğu tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ise % 29.07 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. *Cyclops vicinus*'un yağ asiti kompozisyonu (% Σ FAME)

Yağ Asitleri	% (n=3)
12:0	1.05±0.23
14:0	11.80±2.45
15:0	1.07±0.34
16:0	18.16±3.45
17:0	1.93±0.67
18:0	11.02±2.56
16:1 n-7 (<i>Cis</i> -9)	22.9±4.09
18:1 n-9 t	0.83±0.21
18:1 n-9 c	2.17±0.78
18:2 n-6 c	1.17±0.92
18:3 n-3 c	2.47±0.87
20:2 n-6	1.34±0.49
20:3 n-6	2.31±0.60
20:5 n-3 (EPA)	10.37±2.12
22:6 n-3 (DHA)	11.41±2.09
Σ SFA	45.03±1.62
Σ MUFA	25.09±1.69
Σ PUFA	29.07±1.18
Σ HUFA	25.43±1.33
n-3/n-6 oranı (omega-3/omega-6)	5.30±1.91

PUFA içinde de en yüksek orana dokosahegzaenoik asit (DHA; 22:6 n-3) (% 11.41) ve eikosapentaenoik asitin (EPA; 20:5 n3-) (% 10.37) sahip olduğu tespit edilmiştir. Sucul organizmaların yağlarının besin kalitesini karşılaştırmada kullanılan n-3/n-6 (omega-3/omega-6) oranı ise 5.03 olarak

belirlenmiştir.

Zooplanktonik organizmaların yağ asitleri kompozisyonu ve miktarında sıcaklık önemli bir faktördür ve sıcaklık azaldıkça doymamışlık derecesi artmaktadır (Jeffries, 1970). Bu çalışmada örneklerin alındığı Ocak ayında su sıcaklığı 0.5 C° olarak belirlenmiştir. Diğer önemli bir parametre ise, pH'dır ve lipitler ekstrem pH'a karşı tepki geliştirirler. Bu çalışmada da, Ocak ayında pH 7.3 olarak belirlenmiştir.

Tartışma

Bingöl Yüzen Adalar'dan Ocak 2011'de elde edilen *Cyclops vicinus* türünün yağ asiti içeriği incelendiğinde, yağ asitleri kompozisyonu açısından zengin bir içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Doymuş ve doymamış yağ asitleri oranının birbirine yakın olduğu (%45.03 SFA), ancak özellikle çoklu doymamış yağ asitleri açısından zengin bir içeriğe sahip olduğu (% 29.07), PUFA içinde de en önemli yağ asitlerinin DHA (% 11.41) ve EPA (10.37) olduğu görülmüştür. MUFA oranı ise % 25.09 olarak belirlenmiştir. Arts vd. (2009) tatlı su cyclopoid copepod türlerinde SFA oranını % 28.4 ±10.6, MUFA oranını % 17.6±10.4, EPA oranını 10.9±3.4 ve DHA oranını ise 20.2±7.3 olarak vermişlerdir. Farkas (1979) ve Ballantyne vd. (2003) kopepodların EPA'dan daha çok DHA biriktirdiklerini vurgulamışlardır. Bu anlamda da bulgular literatürle uyum içindedir. Kopepod türleri hem EPA hemde DHA'yı biriktirebilirler ancak DHA birikimi daha fazladır (Ballantyne vd., 2003). Bu çalışmada da DHA ve EPA arasında yaklaşık %'1 lik bir fark bulunmaktadır. Farkas ve Heredok (1964) tarafından *Eudiptomus gracilis* ve *Cylops vicinus* kopepod türlerinde düşük sıcaklıklarda C₂₀₋₂₂ yağ asitlerinde belirgin bir artışın olduğunu gözlemişlerdir. Bunların yanında, genel olarak, tüm krustaseanların çoklu doymamış yağ asitlerini birikti-

rerek sıcaklık artışına karşı tepki oluşturdularını, zooplankton lipitlerindeki EPA ve özellikle DHA miktarının sıcaklık azalması ile birlikte arttığı bildirilmiştir. Onlar lipitlerdeki HUFA oranındaki artışın soğuk stresine karşı geliştirilen bir adaptasyon mekanizması olduğunu savunurken, Schlechtriem vd. (2006), *Daphnia*'nın, kış boyunca aktif olmamasına rağmen, n-3 HUFA miktarında artışlar olduğuna dair çok net kanıtlar ortaya koymuşlardır.

Slechtriem vd. (2006) *Daphnia fulex* zooplankton türünü 11 °C ve 22 °C'de *Ankistrodesmus falcatus* ile beslemişlerdir ve EPA'nın 11 °C'de 22 °C'ye göre 4 kat daha fazla (% 12.7 ve % 3.1, sırasıyla) olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca *Daphnia*'nın soğukta DHA biriktirmediğini de vurgulamışlardır. Bu çalışmada ise, su sıcaklığı 0.5 °C ile düşük nitelendirilebilecek bir değerdedir ve % 25.43 olarak belirlenen Σ HUFA değerinde sıcaklığın önemli bir faktör olduğu görülmektedir. PUFA yağ asitlerinin önemli bir kısmını (% 87.48) HUFA grubu yağ asitleri oluşturmaktadır. Persson ve Vrede (2006), oligotforik dağ göllerinde PUFA ve HUFA'nın sestonla ilişkili olarak yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Bunun yanında tatlı su ekosistemlerinde, zooplanktonun yağ asitlerinde sestonun çok etkili olmadığını da, vurgulayan çalışmalar bulunmaktadır (Müller-Navara, 2006; Symntek vd., 2008). Zooplanktonun yağ asiti kompozisyonu ve miktarında sestondan daha çok beslendikleri fitoplankton tür ve kompozisyonun daha etkili olduğunu vurgulayan çalışmalar da mevcuttur (Arhonditsis vd., 2003; Ravet vd., 2010). Bu çalışmada sadece bir dönem ve tek bir türün yağ asiti içeriği çalışıldığından, bu trofik ilişkileri ortaya koymak oldukça zordur. Ancak özellikle PUFA grubu yağ asitlerinin özellikle de EPA ve DHA'nın trofik işaretler olduğu, diatomların, bu gruba özgü olan C₁₆ MUFA ve PUFA'yı oldukça yüksek miktarlarda bulduklarını (Dunstan vd., 1994) EPA'nın diatomlara,

stearidonik asit (18:4n3; SDA) dinoflagellatlara (Ackman vd., 1968; Harrington vd., 1970, Lee vd., 1971; Falk-Peterson vd., 1990; Kattner vd., 1983) 18:5 n-3 ve 22:6 n-3 (DHA) ait karakteristik yağ asitleri olduğu bildirilmiştir. Bu anlamda, Bingöl Yüzen Adalar ocak ayında *Cyclops vicinus*'un yağ asiti kompozisyonunda ortamdaki fitoplankton türlerinin önemli katkısı olabileceğini söylemek mümkündür. Ancak fitoplanktonun yağ asiti kompozisyonu çalışmalarında o ortamdaki fitoplanktonunda irdelenmesinde yarar görülmektedir. Σ SFA oranının bu dönemde Σ USFA oranına yakın olmasının da en büyük nedeni ortamın pH değeri görülmektedir. Çünkü alkali pH stresi TAG (triasilglicerol) birikimine yol açar ve bununla orantılı olarak hücre zarı lipitleri içinde oransal azalmalar meydana gelir (Guckert ve Cooksey, 1990). Düşük pH'da sucul organizmalar lipitlerdeki yağ asitlerinin doymuşluk derecesi artırarak, bir adaptasyon mekanizması geliştirirler (Tatsuzawa vd., 1996). Bu çalışmada da pH değeri nötr sayılabilecek bir değerde belirlenmiştir ve *Cyclops vicinus*'un doymuş yağ asitlerini bir adaptasyon mekanizması olarak artırdığı düşünülmektedir.

Elde edilen yağ asiti kompozisyonuna dayanarak, doğal ortamından izole edilen, *Cyclops vicinus*'un soğuk su ortamlarında kültüre alınarak, balık besleme de kaliteli bir canlı yem olarak kullanılabilmesi de düşünülmektedir. Özellikle de canlı yem olarak daha çok Cladocera ve rotifer türleri kullanılmaktadır.

Rotiferler canlı yem olarak kullanılmadan önce maya vb. ile beslenerek besin içeriği yönünden zenginleştirilmesi gerekmektedir. Ancak maya ile beslenen rotiferlerde yağ asitleri yönünden fakir olmalarından dolayı, bu rotiferler larvaya verilmeden önce ayrıca bir zenginleştirme işlemine tabi tutulurlar (Özbaş vd., 2006).

Cladoceralar'da kopepodlara göre daha az DHA biriktirme kabiliyetindedirler. Kopepodlar ise her iki yağ asitini de oldukça yüksek oranlarda biriktirebilirler (Ballantyne vd., 2003). Anaç yemlerindeki yağ ve yağ asitlerinin kompozisyonu ve miktarı, üreme başarısını ve larvanın hayatta kalma oranını önemli ölçüde etkilemektedir. Yüksek doymamış yağ asitleri (HUFA); yumurtlama metabolizmasını, balığın eşeysel olgunluğunu ve steroidogenesisi doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir (Bağcı ve Köprücü, 2012).

Genellikle tatlı sularda n-3/n-6 oranı 1-5 arasında değişmektedir (Aras vd., 2002). Bu oran farklı balık türleri arasındaki besin değerinin ortaya konmasında iyi bir indeks olarak önerilmektedir. Birçok çevresel ve biyolojik faktörden etkilenir (Mısıır, 2010). Kopepodlarda ise, bu oranın 4.1 olduğu, heterokop ve sikloplarda herbivor ve karnivor kopepodlar arasında n³/n⁶ oranında belirgin bir farkın olmadığı bildirilmiştir (Persson ve Vrede, 2006). Arts vd. (2009) tarafından cyclopoid kopepodlarda n-3/n-6 oranı 4.2±1.8 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada n-3/n-6 oranı 5.3 olarak belirlenmiştir ve literatürde verilen maksimum değere denk gelmektedir. Bundan dolayı, *Cyclops vicinus*'un ergin ve naupliilerinin balığın her döneminde kaliteli bir canlı yem olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür. Ayrıca bu türün bol bulunduğu tatlı su ekosistemlerindeki balıkların, değerli bir besin kaynağı olarak tüketilebileceği de söylenebilir.

Kaynaklar

Ackman, R. G. ve Eaton, C. A. 1966. Lipids of the fin whale (*Baluenoptera physalus*) from North Atlantic waters. III. Occurrence of eicosenoic and docosenoic fatty acids in the zooplankter *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars) and their effect on whale oil composition. Can. J. Biochem., 44: 1561–1566.

Ackman, R. G., Tocher, C. S. ve McLachlan, J. 1968.

Marine phytoplankter fatty acids. J., Fish. Res. Board Can., 25: 1603-1620.

Adams, S. M. 1999. Ecological role of lipids in the health and success of fish populations, pp. 132–160 . In Arts, M.T. ve B.C., Wainman [eds.], Lipids in Freshwater Ecosystems, Springer, New York .

Ahlgren, G., Gustafsson, I. B. ve Boberg, M. 1992 . Fatty acid content and chemical composition of freshwater microalgae. J. Phycol., 28: 37–50.

Aras, N. M., Haliloğlu, H. İ. ve Atamanalp, M. 2002. Balıklarda Yağ Asitlerinin Önemi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 33 (3): 331-335.

Arhonditsis, G., Brett M. T. ve Frodge, J. 2003. Environmental control and limnological impacts of a large recurrent spring bloom in Lake Washington, USA. Environmental Management 31:603-618.

Arts, M. T., Ackman, R. G. ve Holub, B. J. 2001 . “Essential fatty acids” in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. Can J. Fish. Aquatic Sci., 58: 122–137.

Arts, M. T., Michael, T. B. ve Martin, J. K. 2009. Lipids in aquatic ecosystems, In “Crustacean zooplankton fatty acid composition” (Brett, M. T. , Müller-Navarra, D.C. ve Persson, J.), Springer, New York, 6: 115-146.

Bağcı, E. ve Köprücü, K. 2012. Balıkların Üreme Performansına Beslemenin Etkileri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5 (1): 83-86.

Ballantyne, A. P., Brett, M. T. ve Schindler, D. E. 2003. The importance of dietary phosphorus and highly unsaturated fatty acids for sockeye (*Oncorhynchus nerka*) growth in Lake Washington—a bioenergetics approach. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 60:12-22.

Bozkurt, A. ve Güven, S. E. 2006. Tatlısu Havuzlarında Zooplankton Süksesyonu ve Larval Balık Üretimi, I. balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu. 07-09 Şubat, Antalya, Bildiriler Kitabı-Tam Metin, 459-466.

Brett, M. T., Müller-Navarra, D. C. ve Persson, J. 2009. Crustacean Zooplankton Fatty acid Composition. pp. 115-146. In Arts, M.T., Brett, M.T. ve Kainz, M.J. [eds.], Lipids in Aquatic Ecosystems. Springer, New York.

Brett, M. T., Müller-Navarra, D. C., Ballantyne, A P. ve Ravet, J. L. 2006. *Daphnia* fatty acid composition reflects that of their diet. Limnol. Oceanogr., 51: 2428–2437.

Bulut, İ. 2012. Türkiye'nin Yüzen Adaları. I. Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayın Evi, Erzurum.

- Byron, E. R, Folt, C. L. ve Goldman, C. R. 1984. Copepod and cladoceran success in an oligotrophic lake. J. Plankton Res., 6 (4): 45-64.
- Dalsgaard, J., St. John, M., Kattner, G., Müller-Navarra, D. C. ve Hagen, W. 2003. Fatty acid trophic markers in the pelagic marine food environment, Adv. Mar. Biol., 46: 226-340.
- Doğan Demir, A., Şahin, Ü., Meral, R. ve Demir, Y. 2013. Bingöl İli Yüzen Ada Sulak Alanı Mevcut Durumu ve İyileştirme Olanakları. 3. Ulusal Sulak Alanlar Kongresi, 23-25 Ekim, Samsun, Bildiriler Kitabı, 85-89.
- Dunstan, G. A., Volkman, J. K., Baret, S. M., Leroi, J. M. ve Jeffrey, S.W. 1994. Essential polyunsaturated fatty acids from 14 species of diatom (Bacillariophyceae). Phytochemistry, 35: 155-161.
- Falk-Peterson, S., Hopkins, C. C. E. ve Sargent, J. R. 1990. Trophic relationships in the pelagic arctic food web. In proc. 24th Europ. Mar. Biol. Symp., M. Barnes ve R.N. Gibson (eds), University Pres, Aberdeen, 315-333.
- Farkas, T. ve Herodek, S. 1964. Effect of environmental temperature on fatty acid composition of crustacean plankton. J. Lipid Res., 5, 369-373.
- Farkas, T. 1979. Adaptation of fatty acid compositions to temperature - study on planktonic crustaceans. Comp. Biochem. Physiol. B, 64 (1): 71-76.
- Folch, J., Lees, M. ve Sloane-Stanley, G. H. 1957. A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues, J., Biol. Chem., 226: 497-509.
- George, D. G. 1976. Life cycle and production of *Cyclops vicinus* in a eutrophic reservoir, Oikos, 27:101-110.
- Goulden, C. E. ve Place, A. R. 1990. Fatty acid synthesis and accumulation rates in daphnids, J. Exp. Zool., 256: 168-178.
- Guckert, J. B. ve Cooksey, K. E. 1990. Triglyceride accumulation and fatty acid profile changes in *Chlorella* (Chlorophyta) during high pH-induced cell cycle inhibition. J. Phycol., 26:72-79.
- Hansen, A. M. 1996. Variable life history of a cyclopoid copepod: the role of food availability. Hydrobiol., 320: 223-227.
- Harrington, G. W., Beach, D. H., Dunham, J. E. ve Holz, G.G. 1970. The polyunsaturated fatty acids of dinoflagellates, J. Protozool., 17:213-219.
- Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H. R. ve Huntley, M. 2000. ICES Zooplankton Methodology Manual, Academic Press, UK, 684 p.
- Jeffries, H. P. 1970. Seasonal Composition of Temperate Plankton Communities: Fatty Acids, Limnology and Oceanography, 15(3): 419-426.
- Kates, M. 1986. Techniques of lipidology : isolation, analysis, and identification of lipids, 2. Baskı, Amsterdam ; New York : Elsevier; New York : Elsevier Science Pub. Co., Laboratory techniques in biochemistry and molecular biology, 3(2):464.
- Kattner, G., Gereken, G. ve Eberlein, K. 1983. Development of lipids during a spring plankton bloom in the northern North Sea. I. Particulate fatty acids. Mar. Chem., 14:149-162.
- Kattner, G. ve Hagen, W. 1995. Polar herbivorous copepods-different pathways in lipid biosynthesis. ICES J. Mar. Sci., 52: 329-335.
- Lovern, J. A. 1935. The fats of some plankton crustacea. Biochem. J., 29: 847-849.
- Lee, R. F., Nevenzel, J. C. ve Paffenhöger, G. A. 1971. Importance of wax esters and other lipids in the marine food chain: phytoplankton and copepods. Marine Biology, 9:99-108.
- McNaught, D. C. 1975. A hypothesis to explain the success from calanoids to cladocerans during eutrophication. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh., 19:724-731.
- Mısır, B. G. 2010. Doğu Karadeniz Bölgesinde Avlanan Bazı Balıklarda Toplam Lipit ve Yağ Asidi. Kompozisyonlarının Av Mevsimi Boyunca Araştırılması. Y. Lisans Tezi, Trabzon, KTÜ.
- Müller-Navarra, D. C. 1995. Evidence that a highly unsaturated fatty acid limits *Daphnia* growth in nature. Arch. Hydrobiologia, 132:297-307.
- Müller-Navarra, D. C., Brett, M. T., Liston, A., Goldman, C. R. 2000. A highly-unsaturated fatty acid predicts biomass transfer between primary producers and consumers. Nature, 403:74-77.
- Müller-Navarra, D. C. 2006. The nutritional importance of polyunsaturated fatty acids and their use as trophic markers for herbivorous zooplankton: Does it contradict? Arch. Hydrobiol., 167: 501-513.
- Okumuş, İ. 2000. Kültür balıklarında kalite ve 'doğal balık kültür balığı' tartışması, Fishery and Fish Product Symposium, 28-30 June 2000, Erzurum, Turkey.
- Olsen, Y. 1999. Lipids and essential fatty acids in aquatic food webs: what can freshwater ecologists learn from mariculture? pp. 16-202. In M.T. Arts ve B.C. Wainman [eds.], Lipids in Freshwater Ecosystems. Springer, New York.
- Ölmez, M., Saval, S., Güçlü, Z., Demir, O. ve Gümüş, E. 2009. Farklı Ortamlarda Üretilmiş *Scenedesmus acuminatus* Alginin ve Ekmek Mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*) *Daphnia magna*'nın Populasyon Artışına Etkisi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 26(1), 49-53.

- Özbaş, B., Göksan, T. ve Ak, İ. 2006. *Brachionus plicatilis* (Rotifer)'in Farklı Besin Ortamlarında Büyümesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, (1/2):279-282.
- Persson, J. ve Vrede, T. 2006. Polyunsaturated fatty acids in zooplankton: variation due to taxonomy and trophic position. *Freshw. Biol.* 51 : 887–900.
- Provasoli, L. ve D'Agostino, A. 1969. Development of artificial media for *Artemia salina*. *Biol. Bull.* 136:434-453.
- Ravet, J. L., Brett, M. T. ve Müller-Navarra, D. C. 2003. A test of the role of polyunsaturated fatty acids in phytoplankton food quality for *Daphnia* using liposome supplementation. *Limnol. Oceanogr.*, 48:1938- 1947.
- Ravet, J. L., Brett, M. T. ve Arhonditsis, G. B. 2010. The effects of seston lipids on zooplankton fatty acid composition in Lake Washington, Washington, USA. *Ecology*, 91(1): 180-190.
- Sağlık, S. 1994. Bazı Balık, Midye ve Karides Türlerinin Yağ Asidi Kompozisyonları ve Kolesterol İçeriklerinin Gaz Kromatografik İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Santer, B. ve Lampert, W. 1995. Summer diapause in cyclopoid copepods: adaptive response to a food bottleneck? *J. Anim. Ecol.*, 64:600-613.
- Sargent, J., Henderson, R. J. ve Tocher, D. R. 1989. The Lipids. In J.E:Halver Fish Nutrition. Second Edition, Academic Press, Inc. London; p 153-218.
- Sargent, J. R., McEvoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J. ve Tocher, D. 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. *Aquaculture*, 179:217–229.
- Simopoulos, A. P. 1999 . Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70:560–569.
- Schlechtriem, C., Arts, M. T. ve Zellmer, I. D. 2006. Effect of temperature on the fatty acid composition and temporal trajectories of fatty acids in fasting *Daphnia pulex* (crustacea, cladocera). *Lipids*, 41:397-400.
- Smyntek, P. M., Teece, M. A. ve Schulz, K. L. 2008. Taxonomic differences in the essential fatty acid composition of groups of freshwater zooplankton relate to reproductive demands and generation time. *Freshwat. Biol.*, 53:1768–1782.
- Szlauer, B. ve Szlauer, L. 1980. The use of lake zooplankton as feed for carp (*Cyprinus carpio* L.) fry in pond culture. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 10 (1):79-102.
- Tatsuzawa, H., Takizawa, E., Wada, M. ve Yamamoto, Y. 1996. Fatty acid and lipid composition of the acidophilic green alga *Chlamydomonas* sp. *J. Phycol.*, 32:598–601.
- Vijverberg, J. 1977. Population structure, life histories and abundance of copepods in Tjeukemeer, the Netherlands., *Freshwater Biology*, 7:579-597.
- Volkman, J. K., Jeffrey, S. W., Nichols, P. D., Rogers, G. I. ve Garland, C. D. 1989. Fatty-acid and lipid composition of 10 species of microalgae used in mariculture, *J., Exp. Mar., Biol. Ecol.*, 128:219-240.
- Williamson, C. E. 1983. Behavioural interactions between a cyclopoid copepod predator and its prey. *Journal of Plankton Research*, 5:701-711.