

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Aras Nehri'ndeki Midyelerin (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (Mollusca: Bivalvia) Yağ Asidi Kompozisyonunun Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi

Harun ARSLAN*, Özden FAKIOĞLU, Fatih KORKMAZ, Şeyda TACER TANAS

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 25240 Erzurum, Türkiye
*e-posta: harunarslan25@atauni.edu.tr

Öz: Bu çalışmada Erzurum ili Pasinler-Horasan ilçeleri arasından geçen Aras Nehri'nden örnekleme yapılan tatlı su midyelerinin (*Unio crassus*) mevsimsel yağ asidi kompozisyonunun değişimi incelenmiştir. İki ilçe arasındaki 3 farklı istasyondan yılın tüm aylarında çamurdan çıkarıp eleme yöntemi ile örnekleme yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre doymuş yağ asitlerinden miristik (14:0), palmitik (16:0), stearik (18:0) ve araşidik (20:0) asitin seviyeleri ilkbahar ve yaz döneminde azalmakta buna karşın sonbahar ve kış döneminde artmaktadır. Doymamış yağ asitlerinden oleik (18:1n-9), linoleik (18:2n-6) ve araşidonik asit (20:4n-6) mevsimlere bağlı olarak birbirlerine paralel değişim gösterirken linolenik asit (18:3n-3) diğer doymamış yağ asitlerinin düşüşüne ve artışının aksine artış ve azalış göstermiştir. EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3) oranlarında ise doymuş yağ asitlerinde olduğu gibi sonbahar-kış döneminde artış, ilkbahar-yaz aylarında ise azalış olduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda tatlısu midyelerinin toplam ortalama yağ oranları %1.5 dolaylarında olduğu tespit edilmiştir. Yağ içeriklerinin ise; Araşidonik Asit, EPA ve DHA açısından zengin olduğu belirlenmiş ve insan sağlığı için esansiyel olan bu yağ asitleri yönünden değerli olduğu tespit edildiği için ekonomiye kazandırılması için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Tatlı Su Midyesi, *Unio crassus*, Yağ asidi

Determination of Seasonal Variation of Fatty Acid Composition of Water Mussels (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (Mollusca: Bivalvia) from Aras River, Turkey

Abstract: In this study, seasonal variations in fatty acid composition of fresh water mussels (*Unio crassus*) located in Pasinler-Horasan district of the Aras River/Erzurum were investigated. Mussels were collected from 3 different stations monthly. The levels of saturated fatty acids, such as myristic acid (14:0), palmitic acid (16:0), stearic acid (18:0) and arachidic acid (20:0) were lower in spring and summer, than in autumn and winter. Oleic acid (18:1-9), linoleic acid (18:2n-6) and arachidonic acid (20:4n-6) exhibited similar trend except linolenic acid (18:3n-3). While the highest level of EPA (Eikosapentaenoic acid 20:5n-3) and DHA (dokosaheksaenoic acid 22:6n-3) was found in the autumn-winter period, their lowest levels were determined in the spring-summer. The total average fat content of freshwater mussels was about 1.5 %. The overall results suggest that Arachidonic Acid, EPA and DHA, which are essential for human health, these are pre-dominant fatty acids in fresh water mussels. As it is found to be valuable in terms of fatty acids, studies should be carried out to bring them into the economy.

Keywords: Freshwater mussels, *Unio crassus*, Fatty acids

Giriş

Sağlıklı beslenme kavramı gün geçtikçe popülerlik kazanmakta ve ülkeler bu hususta çeşitli politikalar geliştirmektedirler. Alternatif türlere yönelim ise bu politikaların başında gelmektedir. Kentleşmeyle birlikte çevre kirliliği ortaya çıkmış, endüstriyel atıklarla beraber kirlilik hızla artmıştır. Yirminci yüzyılın sonlarında, nüfus artışındaki yoğunluk artan çevre kirliliği ve beraberinde ekosistemin bozulması giderek çok daha ciddi duruma dönüşmüştür. Tüm bunlarla beraber ekosistemin büyük bir bölümünü oluşturan su ortamı ve burada yaşamını sürdüren sucul ürünlerin besin olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Nüfus artışıyla birlikte artan gıda ihtiyacını karşılamak üzere gıda endüstrisindeki gelişmeler tüketiciye çeşitlilik sunarken daha güvenli, kaliteli ve sağlıklı gıda üretiminin zorunluluğunu da doğurmaktadır. FAO verilerine göre birçok bilim adamı 2050 yılında gıda talebinin gıda arzını geçeceği öngörüsünde bulunmuşlardır (Koç 2012). Su ürünleri proteince zengin değerli bir gıda maddesi (Baygar ve ark. 2002) olup özellikle son yıllarda tüketicinin daha kaliteli et, kolay sindirim, arzu edilen diyetetik özellik gibi beklentilerine cevap vermesi açısından balık ve balıkçılık ürünlerine olan ilginin giderek artmasına sebep olmuştur (Embarek 1994). Su ürünleri sektöründe yoğun üretime bağlı

Aylık olarak gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucu farklı boy ve ağırlıkta yaklaşık 100 midye toplanmıştır. Midyeler kendi bölgesinden alınan çamur ve su örneği ile birlikte laboratuvara getirilmiş ve +4°C’de muhafaza edilmiştir. Midye örnekleri, analizler için uzun süreli muhafaza amacıyla -20 °C’de saklanmıştır.

Araştırdığımız tatlısu midyesinin taksonomisi şöyledir

Kingdom: Animalia

Subkingdom: Eumetazoa

Phylum: Mollusca

Class: Bivalvia

Subclass: Eulamellibranchia

Superorder: Palaeoheterodonta

Order: Unionoida

Superfamily: Unionoidea

Family: Unionidae

Genus: Unio

Species: *Unio crassus*, Philipsson, 1788.

Toplanan midye örneklerinden toplam yağ ekstrakte edilmesi işlemi Folch metoduna göre yapılmıştır (Folch ve ark. 1957). Toplam yağ oranı belirlendikten sonra, Metcalfe ve Schmitc’e göre metil esterleri (FAME) hazırlanıp viallere aktarılmıştır (Metcalfe ve Schmitc 1961). Hazırlanan vialler gaz kromatografisinden (GC; Marka: Agilent, Model:6890) geçirilerek yağ asitleri analiz edilmiştir. Numunelerin yağ ekstraksiyon işlemi Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarı’nda yapılmıştır.

Toplam yağ ekstraksiyonu amacıyla ~1.5 g ağırlığındaki numuneler 70 mL’lik cam tüplere aktarılmış ve üzerlerine 20 mL %0.01 (w/v) butylated hydroxytoluen içeren kloroform/methanol (2:1 v/v) karışımından eklenerek parçalanmıştır. Ardından vakum pompası vasıtasıyla filtre kağıdı kullanılarak süzülmüştür. Numunelerin %2’si kadar MgCl₂·6H₂O eklenmiştir. Numune bulunan cam tüpler 1 dakika boyunca tüp içerisindeki havanın uzaklaştırılması amacıyla nitrojen gazı ile doldurularak kapakları kapatılmıştır. Daha sonra 1 dakika boyunca vortekslenildikten sonra tekrar nitrojen gazı ile doldurulmuş ve sonrasında oda sıcaklığında ve ışık almayan ortamda bir gün süreyle faz oluşumu için saklanmıştır. Sürenin sonunda oluşan alt faz pastör pipeti ile alınarak temiz ve kuru cam tüpe aktarılmıştır. İçlerine bir miktar kloroform eklenen tüpler azot evaporatör sistemine yerleştirilerek ısıtmaya ve azot gazına tabi tutulmuştur. Kloroform ve çözücülerin bir miktar uçurulmasından sonra kalan numuneler daraları alınıp kaydedilen 10 mL’lik cam deney tüplerine aktarılıp evaporasyona devam edilmiştir. Çözücülerin tamamen uçmasının ardından belirli aralıklarla tüpler tartılarak kaydedilmiştir. Ağırlıklar sabitleninceye kadar tartımlar devam ettirilerek tüplerdeki yağ miktarları gravimetrik metotla hesaplanmıştır. Numunelerden saf olarak elde edilmiş olan yağlara 2 M NaOH çözeltisinden 1.5 mL eklenip azot altında kapakları sıkıca kapatılmıştır. Tüplerin içlerine nitrojen gazı doldurulduktan sonra kapakları sıkıca kapatılıp, 80 °C ısıtılmış olan etüvde 1 saat süre ile tutularak içerisindeki yağların sabunlaşması sağlanmıştır. 1 saatlik sürenin sonunda oda sıcaklığında soğutulan örnekler %14’lük BF₃ (Borotrifluoride methanol)’den 2 mL eklenip tekrar nitrojen gazı doldurulup 80 °C’de yarım saat daha bekletilmiştir. Sonra örnekler tekrar oda sıcaklığına alınarak soğumaya bırakılmış ve 1/1 mL hekzan-saf su eklenerek vorteklenmiştir. Son olarak bir kere daha tüplere hekzan eklenerek üstte oluşan faz pastör pipetiyle alınarak içerisinde sodyum sülfat (Na₂SO₄) bulunan yeni cam deney tüplerine aktarılmıştır. Toplanan hekzan tabakası 2 mL’lik GC viallerine aktarılıp nitrojen gazı ile doldurularak kapakları kapatılmıştır (Metcalfe ve Schmitz 1961). Hazırlanan vialler yağ asitlerinin tespit edilmesi için gaz kromatografi (GC) cihazına yerleştirilmiştir. Hazırlanan numuneler 100’lü otomatik örnek tablasına yerleştirilerek gaz kromatografisinde (GC/MS) yürütülmüştür. Supelco Compenent FAME Mix standartının yürütüldüğü sistemde pikler çıkış zamanlarına göre yağ asitleri ile eşleştirilerek kalibre edilmiş ve kromatogramlarda % alan olarak gösterilen değerler sonuç olarak alınmıştır.

İstatistik Analiz

Elde edilen veriler, $\bar{x} \pm \text{stdsp}$ şeklinde verilmiştir (n:3). Aylar arası farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların önem testi için ‘One Way Anova’ ve ‘Duncan’ testi uygulanmıştır. Önem derecesi p<0.05 olarak kullanılmıştır. Analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

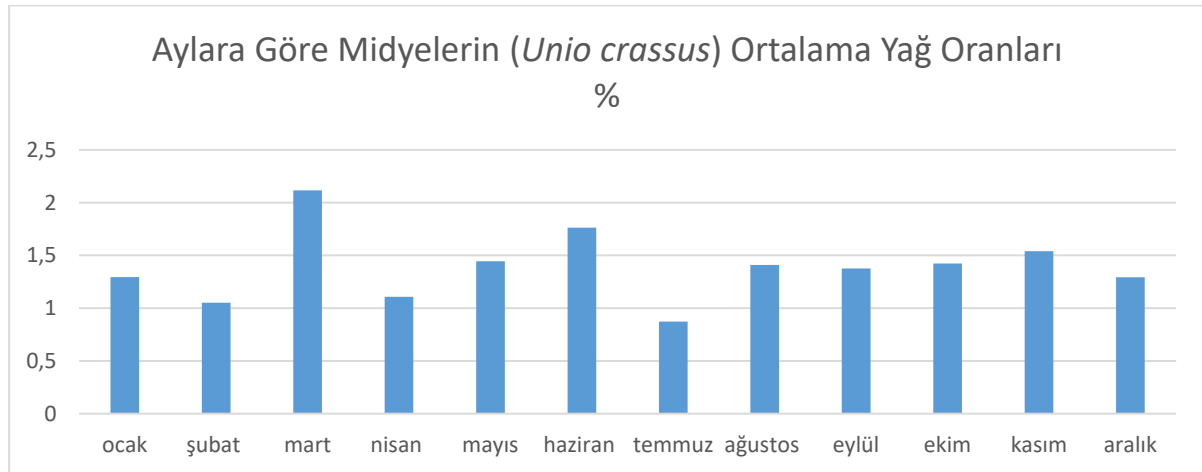
Kırmızı listede yer alan midye türü olan *Unio crassus* ülkemiz sularında doğal olarak yaşamakta ve varlığını sürdürmektedir. Ortalama yağ oranları %1.5 civarında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Yağ içerikleri ise; Araşidonik Asit, EPA ve DHA açısından zengin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). İnsanlar için günlük alınması gereken $\sum n3$ miktarı düşünülürse mevsimlere bağlı olarak değişmekle beraber 80 gram midye eti tüketilmesi yeterli olacaktır (Tufan ve ark. 2011). Ülkemiz akarsularında kendiliğinden var olan yerel halk tarafından tüketilmeyen bu tür için gerekli girişimler yapılarak hem ekonomiye kazandırılması hem de yetiştiriciliğinin yapılarak endüstride kullanılması

olasıdır. Midyelerin yağ içerikleri aylara göre değişmekte olduğu görülüp, bunun suyun taşıdığı besin madde içeriği ve yağış rejimi ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca keskin değişimin olduğu yaz aylarında ise gonad gelişimi ve yumurtlamanın meydana geldiği literatür taramalarından anlaşılmaktadır.

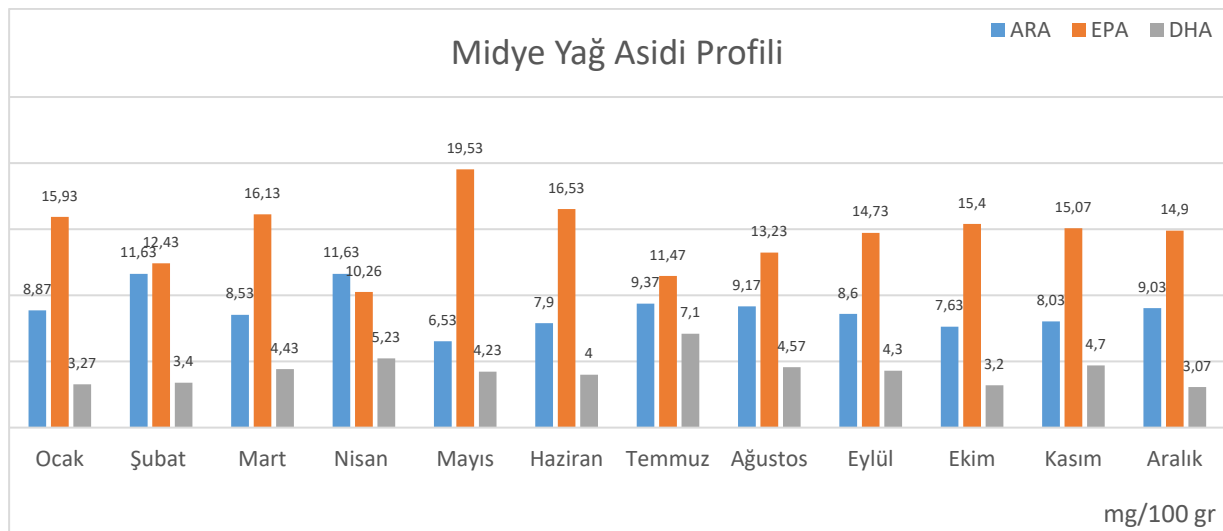
Midye, çeşitli ülkelerde avcılığı ve yetiştiriciliği yaygın olarak yürütülen su ürünleri faaliyetlerindedir. Ülkemizde ise kabuklu ve yumuşakçalara ait su canlılarının tüketim alışkanlığı fazla değildir. Bununla birlikte azda olsa deniz midyesi olarak Ege Bölgesi başta olmak üzere, Marmara, Karadeniz ve Batı Akdeniz Bölgesi'nde tüketim olduğu görülmektedir. Tatlı su midyesi tüketimi ise azda olsa yapılmaktadır (Şereflişan 2003).

Koral ve Süleyman (2017), yaptıkları araştırmada Karadeniz'deki kara midyenin yağ asidi kompozisyonunu araştırmış ve midyenin oldukça değerli bir besin kaynağı olduğunu ve yağ asidi profilinin dikkate değer niteliklere sahip olduklarını bildirmişlerdir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde Unionidae familyasına ait 4 farklı tatlısu midyesinin yağ asidi profilinin araştırıldığı çalışma da bizim sonuçlarımız ile mevsimsel bazda artış ve azalış şeklinde benzerlik göstermektedir (Ekin ve ark. 2011).

Sucul canlıların özellikle Uzakdoğu ülkelerinde sevilerek tüketildiği ve her türünün avcılığı ve yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir. Dünya'da artan besin madde ihtiyacını karşılamak için yapılan çalışmalarda kara tarımının yanı sıra su ürünleri yetiştiriciliği azımsanmayacak düzeydedir. Ülkemizde ise biyolojik çeşitliliğin bu denli fazla olması araştırmaların çeşitlendirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Kırmızı listede yer alan ve nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan tatlı su midyesi ülkemizde yetişmekte ve araştırmalar yapılmaktadır. Çizelge 1 de görüldüğü gibi midyelerin yağ asidi profili 14 ve 16 karbonlu yağ asitlerinin yanı sıra Araşidonik asit, EPA ve DHA yönünden de zengindir. Bu türün biyolojilerinin daha iyi bilinmesi sayesinde yetiştiriciliğinin de yapılması ile ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğine ve su ürünleri endüstrisine katkı sağlanması mümkündür.



Şekil 2. Toplam ortalama yağ asidi oranları.



Şekil 3. Araşidonik asit, EPA ve DHA değerleri.

Cizelge 1. Midyelerin aylara göre yüzde yağ asidi miktarları (mg/100g)

Aylar	14:00	15:00	16:00	16:01	17:00	17:01	18:00	18:1n-9	18:1n-7	18:2n-6	20:00
Ocak	38.71±5.29 ^b	3.49±2.57 ^a	8.16±3.12 ^a	4.28±2.28	6.40±2.36 ^a	0.78±1.10 ^b	3.91±0.69 ^b	3.15±0.94 ^a	1.63±0.67 ^b	2.72±0.85 ^a	2.75±0.20 ^a
Şubat	29.58±2.39 ^b	5.65±2.35 ^a	4.21±2.72 ^b	3.81±2.06 ^a	3.60±2.64 ^a	1.75±0.22 ^a	3.92±1.52 ^b	3.52±1.82 ^a	2.28±0.91 ^b	2.80±1.14 ^a	5.36±1.99 ^a
Mart	35.24±4.25 ^b	3.69±2.66 ^a	11.26±1.21 ^a	4.03±0.80 ^a	2.27±0.48 ^a	1.71±0.37 ^a	5.72±1.41 ^a	2.50±0.22 ^a	3.28±0.68 ^b	3.59±0.25 ^a	1.72±0.99 ^a
Nisan	22.23±2.44 ^b	7.29±1.38 ^a	3.62±0.75 ^b	1.98±0.50 ^b	2.78±2.08 ^a	1.57±0.24 ^a	2.66±0.40 ^c	2.01±0.52 ^a	2.96±1.68 ^b	1.74±0.31 ^a	3.42±1.88 ^a
Mayıs	32.83±13.49 ^b	5.77±3.10 ^a	9.56±4.16 ^a	5.81±2.15 ^a	4.87±3.63 ^a	2.60±0.32 ^a	7.24±2.49 ^a	4.08±1.62 ^a	2.59±6.64 ^b	3.72±1.08 ^a	3.97±3.31 ^a
Haziran	18.60±6.95 ^c	5.20±2.50 ^a	6.40±1.02 ^a	3.16±0.20 ^a	1.67±0.34 ^a	2.09±0.52 ^a	3.86±0.66 ^b	1.90±0.55 ^a	2.46±0.69 ^b	1.67±0.06 ^a	2.98±1.78 ^a
Temmuz	19.14±6.84 ^c	2.24±0.29 ^a	2.29±1.19 ^c	2.07±0.50 ^b	1.57±0.29 ^b	1.28±0.17 ^a	3.53±0.92 ^b	1.81±0.45 ^a	6.67±3.15 ^a	2.37±0.34 ^a	4.56±2.20 ^a
Ağustos	14.13±2.12 ^d	1.35±0.24 ^b	5.62±4.12 ^a	5.44±1.19 ^a	2.05±0.36 ^a	3.79±2.18 ^a	4.14±1.14 ^b	2.21±0.64 ^a	2.20±0.03 ^b	3.00±0.87 ^a	3.31±2.57 ^a
Eylül	31.79±9.03 ^b	4.02±2.43 ^a	7.09±3.46 ^a	3.73±0.50 ^a	6.93±3.53 ^a	3.35±2.69 ^a	4.61±0.76 ^a	2.96±0.58 ^a	1.60±0.31 ^b	4.38±2.60 ^a	2.27±0.51 ^a
Ekim	38.30±1.47 ^b	4.51±3.23 ^a	8.93±1.27 ^a	4.31±0.77 ^a	5.67±2.93 ^a	2.67±0.68 ^a	5.60±0.19 ^a	3.22±0.17 ^a	2.51±0.88 ^b	2.52±0.61 ^a	2.94±1.50 ^a
Kasım	66.02±16.10 ^a	4.02±2.27 ^a	7.83±3.74 ^a	3.55±2.34 ^a	3.31±2.59 ^a	2.19±0.53 ^a	5.98±2.07 ^a	3.07±1.86 ^a	2.74±1.07 ^b	3.20±2.15 ^a	2.39±0.82 ^a
Aralık	17.86±6.54 ^c	1.71±0.82 ^b	12.59±7.61 ^a	7.04±3.28 ^a	2.21±0.64 ^a	1.22±0.15 ^a	5.08±0.0 ^a	4.32±1.88 ^a	3.07±1.41 ^b	4.07±0.17 ^a	4.17±2.02 ^a
	18:3n-3	20:1n-9	20:2n-6	20:4n-6	20:3n-3	20:5n-3	24:1n-9	22:6n-3	∑n3	∑n6	n3/n6
Ocak	7.12±1.81 ^a	2.77±0.59 ^a	3.20±0.44 ^a	4.97±1.29 ^a	3.01±1.60 ^a	9.25±3.22 ^a	3.59±1.94 ^a	2.00±0.99 ^a	21.37±4.43 ^a	10.89±1.30 ^a	1.96±3.36 ^b
Şubat	7.18±3.00 ^a	2.03±0.78 ^b	2.20±1.34 ^a	2.59±0.60 ^b	4.57±2.58 ^a	5.19±2.05 ^b	3.30±2.19 ^a	4.45±3.62 ^a	21.40±1.62 ^a	7.59±2.55 ^b	3.11±0.95 ^a
Mart	4.47±3.58 ^a	4.54±0.35 ^a	2.21±0.25 ^a	5.62±1.95 ^a	2.59±0.96 ^a	10.92±0.96 ^a	2.37±1.26 ^a	2.76±0.88 ^a	20.74±2.74 ^a	11.42±1.62 ^a	1.84±0.24 ^b
Nisan	1.66±0.70 ^b	1.38±0.15 ^c	3.50±2.30 ^a	3.75±1.00 ^a	3.91±1.71 ^a	4.08±0.13 ^b	3.70±2.10 ^a	4.17±3.40 ^a	13.81±3.41 ^a	8.99±2.49 ^b	1.66±0.66 ^b
Mayıs	2.34±1.01 ^b	3.33±1.43 ^a	4.40±2.45 ^a	5.47±1.88 ^a	2.56±0.55 ^a	14.17±5.58 ^a	3.25±1.68 ^a	2.17±0.55 ^a	21.24±6.23 ^a	13.59±3.92 ^a	1.56±0.10 ^b
Haziran	2.38±0.79 ^b	2.82±0.55 ^a	6.31±0.95 ^a	3.77±0.70 ^a	3.80±2.62 ^a	6.47±0.73 ^a	2.71±0.42 ^a	3.74±2.81 ^a	16.39±5.32 ^a	11.75±0.52 ^a	1.40±0.44 ^b
Temmuz	2.10±0.58 ^b	3.28±1.58 ^a	6.15±2.68 ^a	4.78±2.87 ^a	2.70±0.37 ^a	4.26±1.48 ^b	4.93±3.53 ^a	3.18±1.55 ^a	12.25±1.00 ^a	13.31±2.24 ^a	0.95±0.17 ^c
Ağustos	2.65±1.00 ^b	2.34±0.91 ^b	2.54±0.78 ^a	5.49±1.97 ^a	2.16±0.33 ^a	5.55±3.80 ^a	2.22±0.44 ^a	2.86±0.57 ^a	13.22±4.59 ^a	11.02±2.61 ^a	1.17±0.13 ^c
Eylül	1.59±0.42 ^b	2.87±0.53 ^a	3.26±0.67 ^a	4.51±0.48 ^a	4.83±3.29 ^a	7.64±2.17 ^a	3.30±0.90 ^a	2.61±1.13 ^a	16.67±3.72 ^a	12.14±2.59 ^a	1.48±0.61 ^b
Ekim	3.78±1.95 ^a	2.21±0.46 ^b	2.47±0.83 ^a	4.58±0.43 ^a	5.97±1.90 ^a	9.94±2.47 ^a	4.00±3.60 ^a	2.60±1.06 ^a	22.28±5.18 ^a	9.57±1.73 ^b	2.49±0.92 ^a
Kasım	2.86±1.02 ^b	3.07±0.73 ^a	2.86±0.97 ^a	6.12±0.77 ^a	3.38±0.49 ^a	10.64±3.52 ^a	4.50±2.26 ^a	4.59±2.94 ^a	21.47±2.06 ^a	12.18±3.61 ^a	1.87±0.37 ^b
Aralık	1.27±0.05 ^b	5.53±3.26 ^a	4.69±3.25 ^a	7.87±4.26 ^a	3.45±1.31 ^a	14.35±8.64 ^a	2.66±2.00 ^a	3.83±0.79 ^a	22.89±8.11 ^a	16.63±3.03 ^a	1.34±0.34 ^b

Kaynaklar

- Baygar T. Erkan N. Metin S. Özden Ö. Varlık C (2002). Soğukta depolanan alabalık raf ömrünün belirlenmesi. *Türk Vet A Sci.* 26:577-580.
- Dyerberg J. Bana HC and Njorne N (1975). Fatty acids composition of the plasm lipids in Greenland Eskimos. *Am J Clin Nutr.* 28. 958- 966.
- Dyerberg J and Bang HO (1979). Haemostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids. *Lancet.* II. 433-434.
- Ekin İ. Başhan M. Şeşen R (2011). A comparison of the fatty acid composition of the phospholipid and neutral lipid of *Unio elongatulus* (Bourguignat. 1860) (Bivalvia: Unionidae) mussels from 4 different localities in southeastern Anatolia. Turkey. *Turk J Zool* 35(6) 837-849.
- Embarek Ben (1994). Precense detection and growth of *Listeria monocytogenes* in seafoods: Review. *Int. J. Food Microbiology.* 23:17-34.
- Folch J. Lees M. Sloane-Stanley GH (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.
- Koç A (2012). Dünya Gıda Krizi ve Gıda Fiyatlarında Oynaklığın Sürdürülebilir Kalkınma ve Yoksulluk Etkileri: Küresel ve Ulusal Politika Tepkileri. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 5-7 Eylül 2012 Konya.
- Koral S ve Süleyman B (2017). Doğu Karadenizdeki Kara Midyenin (*Mytilus galloprovincialis*) Amino Asit ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni.* 1:17-28.
- Metcalf and AA Schmitz. *Anal. Chem.* (1961). 33 (3). pp 363–364. DOI: 10.1021/ac60171a016. Publication Date: March 1961. ACS Legacy Archive.
- Sereflisan H O (2003). Gölbaşı Gölü (Hatay)' nde bulunan *Unio terminalis delicatus*' un üreme biyolojisi ve yetistiricilik potansiyelinin araştırılması. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Siemering G. David N. Hay J. Franz A (2005). Aquatic Pesticides Monitoring Program Literature Review". San Francisco Estuary Institute. California. 10-20. 35-45.
- Tufan B. Koral S. Köse S (2011). Changes during fishing season in the fat content and fatty acid profile of edible muscle. liver and gonads of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) caught in the Turkish Black Sea. *International Journal of Food Science & Tech.* 46(4):800 – 810.