

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ARTEMİA’NIN YAĞ ASİDİ
KOMPOZİSYONU ÜZERİNE SOĞUK DEPOLAMANIN ETKİSİ**

Erhan ÇELİK

**Danışman
Prof. Dr. Sevgi SAVAŞ**

ISPARTA – 2021



© 2021 [Erhan ÇELİK]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Materyal	9
3.1.1. Araştırma yeri	9
3.1.2. Artemia zenginleştirilmesinde kullanılan ticari ürünler.....	9
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Artemia yumurtalarının kuluçkalanması ve kültür koşulları	10
3.2.2. Artemia hasatı ve zenginleştirme	11
3.2.3. Zenginleştirilmiş ve soğuk depolanan artemialardan yağ asidi örneklemeleri	11
3.2.4. Kimyasal analizler için uygulanan analiz yöntemleri	12
3.2.5. İstatistiki analizler	13
4. BULGULAR.....	14
4.1. Farklı Ticari Ürünlerin <i>A. franciscana</i> 'nın Yağ Asidi İçeriğine Etkisi	14
4.2. <i>A. franciscana</i> 'nın Soğuk Depolama Sürelerinin Yağ Asidi İçeriğine Etkisi.....	17
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	22
KAYNAKLAR	26
ÖZGEÇMİŞ	31

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ARTEMİA’NIN YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE SOĞUK DEPOLAMANIN ETKİSİ

Erhan ÇELİK

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sevgi SAVAŞ

Bu çalışmada, zenginleştirilmiş *Artemia franciscana*’nın yağ asidi kompozisyonu üzerine soğuk depolamanın etkisi araştırılmıştır. *A. franciscana* zenginleştirilmesinde Selco Presso, Easy DHA Selco, Red Algamac kullanılmıştır. Artemialara ticari firmanın tavsiye ettiği oranlarda 12 saat aralıklı 2 kez besleme uygulanmıştır. Zenginleştirilen artemialar 24 saatlik süre boyunca +4°C depolanmıştır. *A. franciscana*’nın soğuk depolama sürelerine göre yağ asidi kompozisyonunda önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$). *A. franciscana*’da depolanma süresine göre yağ asidi içeriğinde maksimum PUFA ($\%49.39\pm0.01$) ve DHA ($\%19.97\pm0.01$) içeriği Red Algamac ile zenginleştirilenlerde, maksimum EPA ($\%9.63\pm0.00$) içeriği ise Easy DHA Selco ile zenginleştirilenlerde 24. saatte ile tespit edilmiştir. *A. franciscana*’nın 24 saatlik soğuk depolama süresi sonunda zenginleştirme yapılan artemialarda PUFA içeriğinin artış gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Artemia, Zenginleştirme, Soğuk depolama süresi, Yağ asidi

2021, 31 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECT OF COLD STORAGE ON FATTY ACID COMPOSITION OF THE ARTEMIA ENRICHED

Erhan ÇELİK

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Aquaculture**

Supervisor: Prof. Dr. Sevgi SAVAS

In this study, the effect of cold storage on the fatty acid composition *Artemia franciscana* of enriched was investigated. Selco Presso, Easy DHA Selco, Red Algamac were used for enrichment of *A. franciscana*. Artemia's were fed 2 times with 12-hour intervals at the rates recommended by the commercial company. Enriched artemia's were stored at +4 degrees for 24 hours. The fatty acid composition of *A. franciscana* was found significant differences according to cold storage times ($P<0.05$). The fatty acid content of *A. franciscana* was determined maximum PUFA ($49.39\pm0.01\%$) and DHA ($19.97\pm0.01\%$) enriched with Red Algamac, enriched with Easy DHA Selco maximum EPA ($9.63\pm0.00\%$) at 24. hour after cold storage. The fatty acid content of *A. franciscana* was determined increased of PUFA content in enriched artemia's at the end of the 24-hour cold storage period.

Key Words: Artemia, Enrichment, Cold storage time, Fatty acid

2021, 31 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen, deneysel çalışmalarım için tüm laboratuvar olanakları ile bana destek olan danışmanım sayın Prof. Dr. Sevgi SAVAŞ'a teşekkürlerimi arz ederim.

Çalışma konuma yaptıkları katkılardan ötürü öğretim üyesi sayın Dr. Hasan Batuhan Emre ÖZDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin deneyleri süresince bana yardım eden ve bu süreçte destekleyen tüm arkadaşlarıma ve dostlarıma teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan sevgili eşim Seyhan ÇELİK ve biricik kızım Zeynep ÇELİK'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Erhan ÇELİK
ISPARTA, 2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların EPA oranının zaman göre değişimi	16
Şekil 4.2. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların DHA oranının zaman göre değişimi	16
Şekil 4.3. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların PUFA oranının zaman göre değişimi	17



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Selco Presso'nun besin kompozisyonu	9
Çizelge 3.2. Easy DHA Selco'nun besin kompozisyonu	10
Çizelge 3.3. Red Algamac'ın besin kompozisyonu	10
Çizelge 3.4. Artemialara uygulanan zenginleştirme prosedürü	12
Çizelge 4.1. Farklı ticari ürünler ve tüm zamanlara göre artemiaların yağ asidi sonuçlarının karşılaştırılması (%).....	15
Çizelge 4.2. Artemialarda zenginleştirme uygulanmayan kontrol grubunda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%).....	18
Çizelge 4.3. Selco Presso ile zenginleştirilen artemialarda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%)	19
Çizelge 4.4. Easy DHA Selco ile zenginleştirilen artemialarda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%)	20
Çizelge 4.5. Red Algamac ile zenginleştirilen artemialarda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%)	21

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ARA	Araşidonik asit
DHA	Dokosaheksaenoik asit
EPA	Eikosapentaenoik asit
g	Gram
HUFA	Yüksek oranda doymamış yağ asitleri
L	Litre
LA	Linoleik asit
LNA	Linolenik asit
mg	Miligram
ml	Mililitre
MUFA	Tekli doymamış yağ asidi
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
%	Yüzde
‰	Binde
°C	Derece santigrat

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği gelişmekte ve yoğun üretim artmaktadır. Küresel su ürünleri üretimi 2018 yılında bir önceki yıla göre %3.30'luk artışla 178.5 milyon ton olarak açıklanmıştır. Dünyadaki su ürünleri üretiminin, 82 milyon tonu (%46) yetiştiricilikten elde edilmiştir. Yetiştiricilik üretiminin 31 milyon tonu denizden, 51 milyon tonu iç sulardan sağlanmıştır. Bu üretim miktarının 156 milyon tonu doğrudan gıda temini için kullanılırken, geriye kalan 22 milyon tonu ise başta balık unu ve balık yağı üretimi olmak üzere gıda dışı ürünlerin üretiminde kullanılmıştır (FAO, 2020). Ülkemizdeki su ürünleri endüstrisi, dünyaya paralel olarak su ürünleri üretimindeki payını her geçen yıl arttırarak hızla gelişmektedir. Türkiye'de su ürünleri üretimi 2019 yılında bir önceki yıla göre %33 oranında artarak toplam üretim 836 bin 524 tona ulaşmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği bir önceki yıla göre yine son yılların en büyük artışını %19 oranında artış göstermiştir (TÜİK, 2020). Türkiye'de su ürünleri üretiminin %44.6'sını yetiştiricilik yoluyla gerçekleştirilmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin %69'u deniz balıkları %31'i iç su balıkları üretimi oluşturmaktadır (BSGM, 2020).

Üretimi yapılan çoğu deniz balığı başta olmak üzere kabuklu ve akvaryum balıkları yetiştiriciliğinde larval dönemde canlı yeme ihtiyaç duyulmaktadır. Larval besleme su ürünleri üretimindeki en önemli safhalardan biri olup, canlı yemle larva besleme balık yetiştiriciliğindeki başarının en önemli halkasıdır. Balık larvalarının, özellikle sindirim sistemi gelişimine kadar ki süreçte canlı yemle besleme, büyüme ve yaşam oranını arttırmaktadır (Hoff ve Snell, 1987; Samat vd., 2020). Canlı yemler (rotifer, artemia, daphnia vb.) üretimi hedeflenen türün kültür ortamında canlı kalabilmeli, larvanın ağız açıklığına uygun olmalı, larvanın dikkatini çekecek yüzme hızı ve yüksek besinsel içeriğe sahip olmalıdır (Beck ve Turingan, 2007; Khudiyi vd., 2017; Samat vd., 2020). Artemianın larval yetiştiricilikte yaygın kullanılmasında bu özelliklerinin yanı sıra kuluçkahanelerde yumurtalarının kolay temini ve kültüre edilerek naupliilerin elde edilebilmesinde rol oynamaktadır. Bununla birlikte artemia, esansiyel yağ asitleri bakımından doğal olarak fakirdir ve larvalara beslemede kullanılmadan önce besinsel içeriğinin zenginleştirilmesi gerekmektedir (Sorgeloos vd., 2001). Su ürünleri yetiştiriciliğinde gerek larva gerekse ergin balıkların besini olan canlı yemlerin üretimi ve besinsel içeriği en çok çalışılan konuların başında

gelmektedir. Canlı yem organizmalarının besinsel içeriği uygulanan besleme rejimi, kültür koşulları ve türe göre değişmektedir.

Larva beslemede canlı yem kaynağı olarak kullanılan artemianın besinsel içeriğinin yüksek olması larvanın gelişme ve yaşama oranını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Rainuzzo vd., 1997; Kobayashi, vd., 2008; Conceição vd., 2010; Méndez-Martínez vd., 2018).

Larvalar için geliştirilen n-3 HUFA içeren zengin mikrokapsül yem teknolojisindeki ilerlemelere karşın, larval beslemede hala canlı yemle beslenmenin önemini koruması ve bu larval periyotta larvaların özellikle n-3 yüksek doymamış esansiyel yağ asidi ihtiyacının karşılanması için artemiaların zenginleştirilmesi gerekmektedir. Rotiferlerde olduğu gibi artemiaların besinsel içeriğini arttırmak için farklı ticari ürünler geliştirilmiştir Artemia nauplii esansiyel yağ asitlerinden özellikle EPA ve DHA seviyesinin düşük olması nedeniyle emülsiyon yağlar başta olmak üzere farklı formlardaki esansiyel yağ asidi içeriğini arttırmak için farklı zenginleştirme teknikleri uygulanmaktadır (Evjemo vd., 1997; Ahmadi vd., 2019).

Artemianın yağ asidi içeriğindeki DHA oranının düşük olması nedeni ile DHA içeriği yüksek ticari ürünler geliştirilmiş olup, bu ürünlerin yağ asidi kompozisyonuna etkisinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Artemiaların zenginleştirilmesinde uygulanan besleme rejimine ve prosedüre göre yağ asidi içeriğinin farklılıklar gösterdiği göz önüne alındığında geliştirilen ticari ürünlerin yağ asidi içeriğine etkisinin ortaya konulması yanı sıra zenginleştirme sonrasında depolama süresinde besinsel içeriğe etkisinin ortaya konulması gerekmektedir. Artemialar özellikle aç kaldıkları süre esnasında yağ asidi içeriğinin değiştiği özellikle DHA seviyesinin sabit kalmadığı bilinmektedir (Roo vd., 2019). Artemiaların yoğun üretiminin yapıldığı kuluçkahanelerde zenginleştirmeden sonra larvaya besin olarak verilene kadar ki süreçte artemia naupliinin büyümesini engellemek amacı ile buzdolabında bekletilebilmektedir. Soğuk depolama süresi ihtiyaca göre değişmekle birlikte depolama süresince besin verilmediğinden aç kalma süresine bağlı olarak yağ asidi içeriğindeki değişimler olabilmektedir. Dahası artemia balık tankında larvaların besin olarak tüketmesine kadarki sürede de aç kalmasından dolayı yağ asidi içeriği değişim gösterebilir. Zenginleştirmeden sonraki bu sürede artemiada toplam yağ, yağ asidi ve

protein içeriğinin azalması ile besinsel değerini kaybedebilir (Evjemo vd., 1997; Ahmadi vd., 2019).

Bu çalışmada artemiaların zenginleştirilmesinde kuluçkahanelerde kullanılan ticari zenginleştiricilerden; Selco Presso, Easy DHA Selco ve Red Algamac kullanılmıştır. Çalışmada ticari firmaların tavsiye ettiği oranlarda ve sürede zenginleştirilerek naupliiler +4°C depolanmıştır. Zenginleştirilmiş artemialar +4°C depolanarak 0, 12 ve 24 saat sonra yağ asidi içeriği belirlemek için örneklemeler yapılmıştır. Bu amaca göre depolanma süresine bağlı olarak artemiaların yağ asidi içeriğindeki değişimler belirlenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Önceki yıllarda artemianın yağ asidi içeriğine farklı zenginleştirici ürünlerin etkisi ile ilişkin çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Robin vd. (1998), artemiaları morina karaciğer yağı emülsiyonu, Süper Selco ve Süper Selco + Hodan yağı emülsiyonunu 1.4 g/L oranında uygulayarak 24 saat zenginleştirmiştir. Artemiaların yağ asidi içeriğinde en yüksek ARA (%1.1), EPA (%10.2), DHA (%4.9) ve PUFA (%16.5) değeri Süper Selco ile zenginleştirmede belirlenmiştir.

Navarro vd. (1999), artemialardaki lipid dönüşümlerini araştırdıkları çalışmalarında 24 saat aç bırakılan artemialardaki EPA ve DHA oranlarını da tespit etmişlerdir. Buna göre EPA oranı 0.saatte 630 µg düzeylerinde iken 24 saat sonunda bu oran 470 µg civarlarına düşmüştür. Çalışmada DHA oranının 0.saatte 280 µg iken 24 saat sonunda bu oranın 80 µg seviyesine indiği saptanmıştır.

Evjemo vd. (2001), yaptıkları çalışmada zenginleştirme sonrası farklı sıcaklıklarda bekletilen *A. francisca*'nın yağ asidi ve protein içeriği kaybını incelemiştir. Artemialar 28°C de 0,2 g l⁻¹ oranında DHA Selco ile 12 saatlik zenginleştirmenin ardından 0-96 saat ve 5-30°C de aç bırakılmışlardır. Aç bırakılan artemialarda 30°C de bir günde DHA miktarının %92 oranında azaldığı kaydedilmiştir. DHA oranı 12°C de ise %51 oranında azalmıştır. Aynı sıcaklıkta EPA oranının da % 15 oranında azaldığı görülmüştür.

Ritar vd. (2004), artemiaların biyokimyasal ve bakteri profilini onların zenginleştirme kompozisyonlarında değişiklik yapılarak iki deneyde incelemiştir. Birinci denemede artemia diatom *Chaetoceros muelleri*, Algamac 3050 ve kalamar yağı ile 36 saate kadar zenginleştirilmiştir. İkinci deneyde artemia 6 saat boyunca aynı yemlerle beslenmiştir daha sonra 4,18 ve 28 derecede 24 saat aç bırakılmıştır. Deney 1 sonunda DHA açısından ise en iyi sonuç Algamac 3050 ile besleme sonucunda elde edilmiştir (33 mg g⁻¹). Deney 2 sonucunda DHA açısından ise en iyi sonuçlar Algamac 3050 ile beslenen grupta elde edilmiştir.

Woods (2003), artemialar farklı ticari ürünler Süper Selco (0.6g/l kullanılarak 24 saat), DHA Protein Selco (0.6g/l kullanılarak 24 saat) ve Algamac 3050 (0.2g/l kullanılarak 12 saat) ile zenginleştirilmiştir. Süper Selco ve Algamac 3050 ile zenginleştirilen grupların ARA ve EPA içeriği daha yüksek bulunmuştur. Artemiaların yağ asidi içeriğinde en yüksek ARA (%5.56) ve DHA (%12.82) değeri Süper Selco ile zenginleştirmede, en yüksek DHA (%17.81) ve PUFA (%44.23) oranı Algamac 3050 ile zenginleştirmede belirlenmiştir.

Faulk ve Holt (2005), artemiaları farklı zenginleştirici ürünler olan Algamac 2000, %10 Araşidonik asit+Algamac 2000, %20 Araşidonik asit+Algamac 2000, Algamac 3050 ve *N. oculata* kullanarak zenginleştirmiş ve yağ asidi içeriğinde sırası ile; ARA %2.4, %2.5, %3.7, %3.8, %1.3; EPA %5.5, %5.9, %5.9, %7.2, %7.5; DHA %13.4, %12.8, %12.8, %21.3 %0.1; n-3 HUFA %20.3, %20.0, %20.3, %30.6, %9.3 olarak saptamışlardır.

Garcia vd. (2008), artemialar farklı ticari ürün olan Algamac 2000, Aquagrow, *Pavlova sp.*, *Pavlova sp.* + Algamac 2000, DHA Selco ve DHA Selco + Algamac 2000 ile 24 saat zenginleştirilmiştir. Deneme gruplarına göre en yüksek EPA (12.2 mg/g) ve PUFA (87.9 mg/g) oranı DHA Selco ile zenginleştirilen, DHA (17.8 mg/g) ise Algamac 2000 ile zenginleştirilen artemialarda belirlenmiştir.

Naz (2008), yaptığı çalışmada açlık periyodunda ve zenginleşme suresince rotifer ve artemianın enzimatik aktivitesi ve biyokimyasal kompozisyonlarının değişimini incelemiştir. *Artemia nauplii* ve *metanauplii* ile yaptığı çalışmada artemialara zenginleştirici olarak 0 ve 12. saatte 0,3 mg/l miktarında Easy DHA Selco vermiştir. Zenginleştirme sonrası olup naupliler ayrılarak canlı olanları yeni tanklara alınmıştır. Burada 16 saat +4 derecede aç bırakılmışlardır. Deneme sonunda DHA oranı naupliide açlık periyodu boyunca artarken *metanauplii*de azalmıştır. EPA oranı ise açlık periyodu boyunca bir miktar artış göstermiştir. Toplam Pufa oranı hem naupliide hem de *metanauplii*de açlık periyodunun 8. saatinde bir miktar artış göstermiş ama 16. saatte tekrar düşmüştür.

Figueiredo vd. (2009), yaptığı çalışmada farklı sıcaklık, tuzluluk ve zenginleştirme surelerinde *A. franciscana*'nın yağ asidi içeriğini incelemiştir. Çalışmada artemia

naupliye Algamac 2000 isimli ticari zenginleştirici ürün 0,2 g L⁻¹ oranında verilmiştir. Yapılan çalışmada %33 tuzluluk 28°C sıcaklık ve 12 saatlik zenginleştirme süresi uygulanmıştır. Zenginleştirme sonunda EPA oranı %63.78, DHA oranı %42.37 olarak bulunmuştur. Sıcaklık ve tuzluluk aynı iken 24 saatlik zenginleştirme süresi sonunda ise EPA oranı %48.51'e DHA oranı ise %34.38'e azaldığı belirtilmiştir.

Seixas vd. (2010), artemiaları ticari ürün Easy DHA Selco (0.3 g/l oranında) ve mikroalg karışımı (*Rhodomonas lens* ve *Isochrysis galbana*) ile 24 saat zenginleştirmiştir. Deneme gruplarına göre artemiaların yağ asidi içeriğinde sırasıyla ARA %1.3, 0.4; EPA %9.8, 13.0; DHA %6.7, 2.0 ve PUFA %36.0, 53.5 olarak belirlenmiştir.

Rodriguez vd. (2010), yaptığı çalışmada artemianın açken ve Rich adlı zenginleştirici verildikten sonraki yağ asidi içeriklerini karşılaştırmıştır. Bir gruba hiç zenginleştirme yapılmamış diğer gruba ise günde 2 kez 6 saat ara ile 0.08 g Rich L⁻¹ verilmiştir. Çalışma sonunda toplam doymuş yağ asidi oranı aç olan grupta yüksek iken (%19.6), zenginleştirme yapılan grupta düşük çıkmıştır (%17.4). Toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA), toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), EPA ve DHA oranları zenginleştirme yapılan grupta aç olan gruba nazaran daha yüksek bulunmuştur.

Carrier vd. (2011), artemiaları hazırladıkları 5 farklı emülsiyon yağ (%10DHA, %10DHA+%6ARA, %10DHA+%8ARA, %10DHA+%10ARA ve %10DHA+%12ARA) ve Algamac 2000 ile zenginleştirmiştir. Denemeler sonunda en yüksek EPA ve DHA oranı Algamac 2000 ile zenginleştirilen artemialarda tespit edilmiştir (EPA %3.66 ve DHA %10.9).

Herrera vd. (2011), artemiaları Easy DHA Selco ile 48 saat zenginleştirmiş olup yağ asidi içeriğindeki ARA %1.49, EPA %11.10, DHA %4.47, n-3 PUFA %31.14 ve n-6 PUFA %7.03 olarak bildirilmiştir.

Boglino vd. (2012), artemiaları ticari ürünler Easy Selco (0.6 g/L), zeytinyağı ile seyreltilmiş Easy Selco (0.6 g/L), Multigain (0.5 g/L), Red Pepper (1.5 g/L),

Aquagrow Gold (0.6 g/L) ve Aquagrow DHA (0.6 g/L) ile 16 saat zenginleştirerek yağ asidi içeriğine etkisini incelemiştir. Artemianın yağ asidi içeriğinde en yüksek ARA (%1.4) ve EPA (%5.1) oranı Red Pepper ile zenginleştirmede tespit edilmiştir.

Eraslan (2012), artemiaları Red Pepper, Easy DHA Selco ve Algamac 3050 ile farklı sürelerde (12, 24 ve 48 saat) ve ticari firmaların tavsiye ettiği dozda zenginleştirmiştir. Çalışmada optimum zenginleştirme süresinin 48 saat olduğu tespit edilmiştir. Farklı ticari ürünler ile zenginleştirilen artemiaların yağ asidi içeriğinde en yüksek EPA miktarı (%5.91) Easy DHA Selco ile zenginleştirilen grupta 48. saatte tespit edilmiştir.

Tziouveli vd. (2012), Algamac 3000 ile zenginleştirilen artemialarda 16 saat sonraki yağ asidi içeriğinde sırasıyla ARA %0.2, 1.2; EPA %0.9, 3.0; DHA %0, 10.7 olarak tespit edilmiştir.

Boglino vd. (2014), artemiaların yağ asidi içeriğini artırmak amacıyla Algamac 3050 ve yüksek seviyede ARA içeren ticari emülsiyon yağ (Vevodar®) kullanmıştır. Algamac 3050 ve emülsiyon ile zenginleştirilen artemiaların yağ asidi içeriğinde sırasıyla (%); ARA 1.4, 7.1; EPA 4.7, 3.7; DHA 10.6, 1.6, Σ n-3 PUFA 46.4, 33.2 olarak saptanmıştır.

Yang vd. (2015), artemiaların zenginleştirilmesinde *Nannochloropsis sp.* ve ticari ürün Algamac 3050 kullanmıştır. Zenginleştirici ürün ticari firmaların tavsiye ettiği oranda 12 saat kullanılmıştır. Artemiaların yağ asidi içeriğindeki en yüksek ARA (%1.3) ve DHA (%2.56) Algamac 3050 ile zenginleştirilen artemia grubunda tespit edilmiştir.

Watanabe vd. (2016), artemiaları DHA Protein Selco, Algamac 3000, Algamac 3000 + ARA ile 8 saatlik zenginleştirilme uygulamıştır. Artemiaların yağ asidi içeriğinde en yüksek ARA (%2.26), EPA (%2.89) ve DHA (%2.84) Algamac 3000 ile zenginleştirilen grupta tespit edilmiştir.

Gonzalez vd. (2017), artemiaları hazırladıkları emülsiyon yağ ve Easy Selco ile zenginleştirmiştir. Deneme sonunda emülsiyon ve Easy Selco ile zenginleştirilen

artemiaların yağ asidi içeriğinde (mg/g kuru ağırlık) sırasıyla; EPA 18.7 ± 0.9 , 7.7 ± 0.7 ; DHA 23.8 ± 0.9 , 6.1 ± 0.6 ve n-3 HUFA 42.4 ± 1.8 , 13.9 ± 1.2 olarak tespit edilmiştir.

Planas vd. (2017), artemiaların yağ asidi içeriğine farklı besinlerin (*Tisochrysis lutea*, *Tisochrysis lutea* + Prolon, Prolon, DHA Selco, Red Pepper, Prolon + Red Pepper) etkisini incelemiştir. Denemelerin sonunda yağ asidi içeriğinde (mg/g kuru ağırlık) en yüksek ARA; 5.94, EPA; 29.77, DHA; 20.59, PUFA; 91.55 ve n-3 HUFA; 58.03 Prolon + Red Pepper ile zenginleştirilen artemialarda tespit edilmiştir.

Viciano vd. (2017), farklı besinler ile zenginleştirilen artemianın yağ asidi içeriğini incelemişlerdir. Deneme grupları sırasıyla; Süper Selco, M70 ticari emülsiyon yağ, M70 ticari emülsiyon yağ + antioksidan ürün Hidroksitirozol'den oluşmakta olup bu gruplar ile zenginleştirilen artemiaların yağ asidi içeriğinde sırasıyla; ARA %1.0, %1.1, %1.2; EPA %12.0 %4.3, %4.6; DHA %2.4, %5.1, %8.4; PUFA %48.0, %47.9 %49.1; n-3 HUFA %15.5, %12.0, %14.3 olarak bildirilmiştir.

Ahmadi vd. (2019), artemiaları ticari ürünler DHA-Selco ve S. presso ile firmaların tavsiye ettiği oranda (0.6g/l) 24 saat gerçekleştirmiştir. Denemeler sonunda artemianın yağ asidi içeriğinde en yüksek ARA (%2.1) ve EPA (%11.2) DHA Selco ile zenginleştirilen, DHA (%7.2) S. presso ile zenginleştirilen artemia grubunda tespit edilmiştir. Ayrıca zenginleştirme uygulanan gruplardaki esansiyel yağ asidi değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur.

Betancor vd. (2019), artemiaları ticari ürün Algamac 3050 ile 12 saat zenginleştirmiştir. Artemianın yağ asidi içeriğinde ARA %1.8, EPA %4.1, DHA %8.0 ve PUFA %50.1 olarak bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Canlı Yem Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Artemia zenginleştirilmesinde kullanılan ticari ürünler

Artemia kisti olarak *Artemia franciscana* (INVE) kullanılmamıştır. Bu çalışmada ticari zenginleştirici; Selco Presso (INVE Aquaculture), Easy DHA Selco (INVE Aquaculture) ve Red Algamac (Bio–Marine) ile ticari firmanın önerdiği miktarda 12 saat ara ile iki kez zenginleştirme uygulanmıştır. Zenginleştirici ürünlerin besin kompozisyonları Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te verilmiştir (Anonim, 2021a, Anonim, 2021b, Anonim, 2021c).

Çizelge 3.1. Selco Presso'nun besin kompozisyonu (Anonim, 2021a)

Besin Özellikleri	Miktarı (%)
NEM	%58
HAM PROTEİN	%2
HAM YAĞ	%32
HAM KÜL	%2
FOSFOR	%0.5
VİTAMİN A	110.000 IU/kg
VİTAMİN D3	10.000 IU/kg
VİTAMİN E	5.400 IU/kg
VİTAMİN C	8.000 mg/kg
ω - 3 HUFA	150 mg/g
DHA/EPA	9

Çizelge 3.2. Easy DHA Selco'nun besin kompozisyonu (Anonim, 2021b)

Besin Özellikleri	Miktarı (%)
NEM	% 30
HAM KÜL	% 1
HAM LİPİD	% 67
HAM LİF	% 1
FOSFOR	% 0,2
VİTAMİN A	1.500.000 IU/kg
VİTAMİN D3	150.000 IU/kg
VİTAMİN E	3.600 MG/kg
VİTAMİN C	800 MG/kg
ω - 3 HUFA	Minimum: 200 mg/g
DHA/EPA	2,5

Çizelge 3.3. Red Algamac'ın besin kompozisyonu (Anonim, 2021c)

Besin Özellikleri	Miktarı (%)
NEM	% 5
HAM PROTEİN	% 18
HAM YAĞ	% 50
HAM KÜL	% 8
HAM LİF	% 5
VİTAMİN E	1.000 IU/kg
VİTAMİN C	4.000 ppm
EPA	% 2.59
DHA	% 38.94

3.2. Yöntem

3.2.1. Artemia yumurtalarının kuluçkalanması ve kültür koşulları

Denemeler 10 L'lik kültür kaplarında artemia yumurtaları inkübe edilmiştir. Artemia yumurtaları kuluçkalanmadan önce hidrasyon ve dekapsülasyon işlemi uygulanmış olup, artemia kistleri 2 gr/L olacak şekilde 10 L'lik kültür kaplarında güçlü bir havalandırma uygulanarak aşağıda belirtilen kültür koşullara göre inkübe edilmiştir

(Sorgeloos vd., 2001). Açılan yumurtalar zenginleştirme amacı ile 5 L'lik kültür kaplarına alınmıştır. Artemia kistleri kuluçkalanma koşulları;

Parametre	Değer
Sıcaklık (°C)	28
Tuzluluk (g/L)	38
Işık yoğunluğu (lüx)	2000

3.2.2. Artemia hasatı ve zenginleştirme

Yumurtadan 24 saatlik inkübasyondan sonra çıkan artemia nauplii 120 mikron aralığa sahip ağ ile hasat edilerek zenginleştirmede kullanılan 5 L'lik cam kaplara alınmış, 200 nauplii/ml olacak şekilde birey sayısına bağlı olarak 24 saat zenginleştirilmiştir.

3.2.3. Zenginleştirilmiş ve soğuk depolanan artemialardan yağ asidi örneklemeleri

Denemede zenginleştirilmiş artemialar +4°C muhafaza edilerek depolanarak ve yağ asidi analizi için 0. 12. ve 24. saatlerde örneklemeler yapılmıştır. Artemiaların yağ asidi içeriğine soğuk depolamanın etkisini belirlemek için denemelerde kullanılan ticari ürünlerle zenginleştirilmiş artemialar ve kontrol grubu (zenginleştirilmemiş) buzdolabında +4°C depolanarak bekletilmiştir. Denemelerde zenginleştirme uygulanmayan yeni açılmış artemia nauplii'lerden (kontrol grubu) 0. saatte örnekleme yapılarak soğuk (+4°C) depolanarak 12 ve 24 saatlik süre sonunda yağ asidi analizi için örneklemeler yapılmıştır. Artemialardan her bir deneme grubuna göre zenginleştirilen artemialardan 0., 12. ve 24. saatler sonunda örneklemeler yapılarak yağ asidi için örneklenmiştir. Artemialara uygulanan zenginleştirme prosedürü Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Artemialara uygulanan zenginleştirme prosedürü

Deneme Grupları	Zenginleştiriciler	Örnekleme zamanları
Kontrol	Zenginleştirilmeyen Nauplii	Kuluçkalanma sonrası, 12 ve 24 saat depolanan
1. Grup	Selco Presso	Zenginleştirilme süresi Sonunda Depolamadan önce
2. Grup	Easy DHA Selco	
3. Grup	Red Algamac	
4. Grup	Selco Presso	12 Saat depolanan
5. Grup	Easy DHA Selco	12. Saat depolanan
6. Grup	Red Algamac	12 Saat depolanan
7. Grup	Selco Presso	24 saat depolanan
8. Grup	Easy DHA Selco	24 saat depolanan
9. Grup	Red Algamac	24 saat depolanan

Zenginleşen artemialardan yağ asidi analizi için örnekleme 0., 12. ve 24. saatlerde yapılmış olup 3 tekerrürden oluşan (3 zenginleştirme ortamı + kontrol x 3 örnekleme zamanı x 3 tekerrür=36) deneme planına göre örneklemeler gerçekleştirilmiş ve laboratuvara gönderilmek üzere -80°C de muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Kimyasal analizler için uygulanan analiz yöntemleri

Örneklerdeki toplam lipid miktarları Bligh ve Dyer (1959)'ın metoduna göre yapılmıştır. Buna göre; 25 ml'lik cam tüp içerisine alınan 3 g'lık örnek 15 ml'lik 2/1 oranında Chloroform / Methanol karışımı ile homojenizatörde 25 000 rpm'de 5 dakika süre ile soğutmalı olarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 50 ml'lik armut şekilli koyu renkli balon şişeler içerisine huni yardımıyla külsüz filtre kâğıdı ile (Schleicher & Schuell, 5951/2, Ø 125), geri kalan kısım ise tekrar Chloroform / Methanol çözeltisiyle karıştırılarak yeniden süzölmüştür. Bu işlem birkaç defa tekrar edildikten sonra süzme işlemi tamamlanır. Armut şekilli balonlardaki çözücü 60°C'ye ayarlı su banyosunda azot gazı altında uçurulmuştur. Balonlar içerisine azot gazı basılarak yağ asidi analizinde kullanılmak üzere hazır hale getirilecek ve -30°C' lik deep freeze de analize kadar saklanmıştır.

Yağ asidi analizleri ise elde edilen ham yağların sodyum metaoksit ile türevlendirilmesi ile numuneler sisteme hazır hale getirilmiştir. Yağ asitleri Pelkin Elmer Aut System XLGC (GCndFID) ve CP SIL 88 FOR FAME 100 m 0,25 mm, 0,2 µm kapillar kolonlu gaz kromotografında incelenmiştir. FID tipi dedektör ile taşıyıcı olarak helyum gazı kullanılmıştır. Enjeksiyon ve dedektör sıcaklığı 240°C olarak ayarlanmıştır. Sıcaklık programı ise; 60°C’de 4 dakika bekledikten sonra 175°C’de dakikada 13°C’lik artışla ulaşarak, 175°C’de 27 dakika beklenip, daha sonra dakikada 4°C’lik artışla 250°C’ye ulaşmıştır. Bu sıcaklıkta ise 15 dakika beklenir. Her bir enjeksiyon yaklaşık 51 dakika sürdürülmüştür.

3.2.5. İstatistiki analizler

İstatistiki değerlendirmelerin tümü SPSS 23.00 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Varyans homojenlik testleri uygulandıktan sonra varyans analizi yapılmış ve grup ortalaması arasındaki farklılıklar Duncan’ın çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş olup; değerler ortalama $\pm$ standart hata ile verilmiştir ($P<0.05$).

4. BULGULAR

4.1. Farklı Ticari Ürünlerin *A. franciscana*'nın Yağ Asidi İçeriğine Etkisi

Araştırmada ticari zenginleştiriciler Selco Presso, Easy DHA Selco ve Red Algamac ile zenginleştirilen artemiaların yağ asidi içeriği belirlenmiştir. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilmiş artemiaların aynı zamanlardaki yağ asidi sonuçları istatistiki olarak değerlendirilerek Çizelge 4.1'de verilmiştir. Artemialar zenginleştirilmeden sonra 0. saat ve +4°C'de depolama sonrası 12 ve 24. saatteki yağ asidi içeriği değerlendirildiğinde istatistiki olarak farklılıklar gösterdiği saptanmıştır ($P<0.05$).

Zenginleştirme sonrası artemianın yağ asidi içeriğindeki en yüksek SFA değeri Red Algamac ile 24 saat zenginleştirilenlerde olup, aynı gruptaki 12. saatte elde edilen değerle istatistiki olarak benzerlik göstermiştir ($P>0.05$). Artemiaların yağ asidi içeriğindeki en yüksek MUFA değeri kontrol grubu ve Red Algamac ile zenginleştirilenlerde 24. saatte elde edilmiştir. Artemiaların farklı zenginleştiricilere göre tüm zamanlardaki yağ asidi içeriğinde elde edilen en yüksek PUFA değeri 24. saatte Red Algamac ile zenginleştirilen artemialarda olup, diğer gruplardan istatistiki olarak farklılık göstermektedir ($P<0.05$). Dahası artemiaların yağ asidi içeriğine ait en düşük PUFA değeri zenginleştirme uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir.

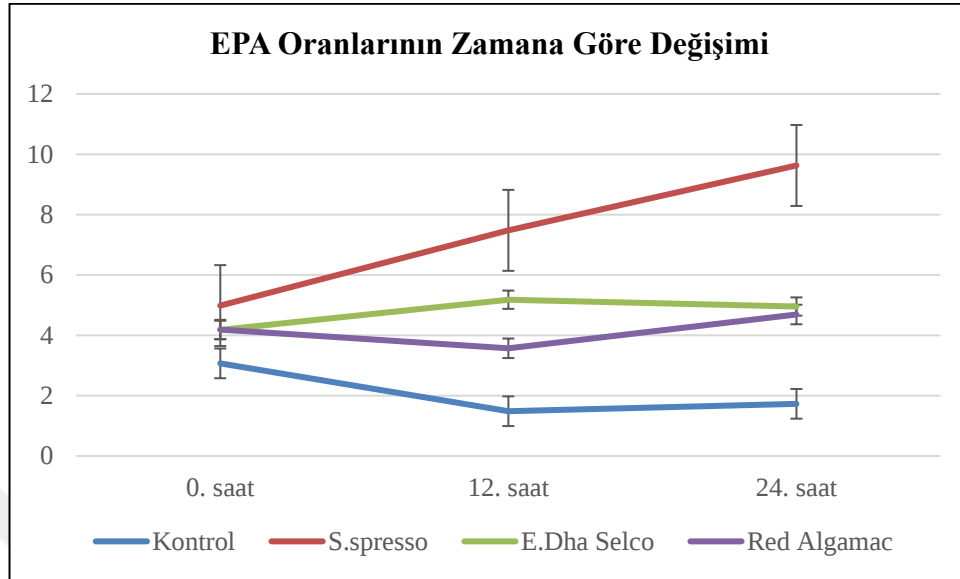
Denemelerde artemiaların yağ asidi içeriğindeki en yüksek EPA içeriği 24. saatte Easy DHA Selco ile zenginleştirilenlerde olup, diğer gruplardan istatistiki olarak farklılık göstermektedir ($P<0.05$). Zenginleştirilen artemiaların yağ asidi içeriğindeki en yüksek DHA değeri Red Algamac ile beslenenlerde 24. saatte saptanmış olup gruplar arası fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Buna karşın en düşük DHA içeriği kontrol grubunda olup tüm zamanlarda istatistiki olarak benzerlik göstermiştir ($P>0.05$). Farklı ticari ürünler ile zenginleştirilen artemiaların yağ asidi içeriğinde en yüksek ARA miktarı Easy DHA Selco ile zenginleştirilenlerde olup, kontrol grubu ile istatistiki olarak benzerlik göstermektedir ($P>0.05$).

Çizelge 4.1. Farklı ticari ürünler ve tüm zamanlara göre artemiaların yağ asidi sonuçlarının karşılaştırılması (%)

Yağ Asitleri	Kontrol 0.saat	S.Spresso 0. saat	E.Dha Selco 0.saat	RedAlgamac 0.saat	Kontrol 12.saat	S.Spresso 12. saat	E.Dha Selco 12.saat	RedAlgamac 12.saat	Kontrol 24.saat	S.Spresso 24. saat	E.Dha Selco 24.saat	RedAlgamac 24.saat
C12.0	0.03±0.00	0.04±0.01	0.03±0.00	0.16±0.05	0.03±0.00	0.06±0.02	0.03±0.00	0.11±0.01	-	0.04±0.00	0.04±0.00	0.09±0.01
C14.0	0.54±0.02 ^b	0.76±0.05 ^b	0.65±0.01 ^b	4.99±0.88 ^a	0.67±0.07 ^b	0.55±0.41 ^b	0.65±0.01 ^b	4.47±0.01 ^a	0.52±0.00 ^b	0.95±0.01	0.70±0.02 ^b	4.12±0.01 ^a
C15.0	0.12±0.01 ^d	0.14±0.01 ^c	0.13±0.00 ^c	0.26±0.06 ^a	0.14±0.01 ^c	0.15±0.03 ^{bc}	0.13±0.00 ^c	0.21±0.01 ^{ab}	0.11±0.01 ^c	0.13±0.01 ^c	0.15±0.01 ^c	0.22±0.00 ^a
C16.0	12.18±0.36 ^c	11.89±0.07 ^c	11.83±0.03 ^c	14.97±0.94 ^b	11.88±0.00 ^c	12.52±0.90 ^c	11.83±0.03 ^c	15.02±0.01 ^b	10.38±0.03 ^c	11.52±0.00 ^c	12.16±0.03 ^c	17.34±0.03 ^a
C17.0	0.03±0.01 ^c	0.06±0.00 ^b	0.05±0.01 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.05±0.01 ^b	0.05±0.00 ^b	0.55±0.01 ^a	0.06±0.00 ^b	0.06±0.00 ^b	0.05±0.00 ^b
C18.0	6.27±0.50 ^b	5.75±0.02 ^{bc}	5.86±0.12 ^{bc}	4.26±0.36 ^{de}	5.38±0.03 ^{bc}	4.89±0.99 ^{cd}	5.86±0.12 ^{bc}	3.61±0.01 ^e	7.52±0.01 ^a	3.89±0.02 ^{de}	5.78±0.02 ^{bc}	2.28±0.01 ^f
C20.0	0.19±0.03 ^{bcd}	0.16±0.01 ^{cd}	0.15±0.01 ^{cd}	0.23±0.05 ^{ab}	0.14±0.01 ^d	0.15±0.02 ^{cd}	0.15±0.01 ^{cd}	0.17±0.00 ^{bcd}	0.26±0.00 ^a	0.18±0.01 ^{bcd}	0.20±0.00 ^{bc}	0.18±0.00 ^{bcd}
C22.0	0.07±0.00 ^c	0.07±0.00 ^c	0.06±0.00 ^c	0.73±0.04 ^a	0.07±0.00 ^c	0.64±0.13 ^a	0.06±0.00 ^c	0.62±0.02 ^a	0.09±0.00 ^c	0.49±0.03 ^b	0.07±0.00 ^c	0.07±0.04 ^c
C24.0	0.06±0.03 ^b	0.09±0.01 ^b	-	0.47±0.41 ^b	0.04±0.01 ^b	1.18±0.00 ^a	-	0.05±0.01 ^b	0.03±0.01 ^b	0.18±0.00 ^b	0.05±0.01 ^b	0.05±0.00 ^b
C14.1	0.77±0.01 ^a	0.77±0.01 ^a	0.69±0.11 ^a	0.67±0.10 ^a	0.81±0.01 ^a	0.85±0.11 ^a	0.79±0.01 ^a	0.47±0.00 ^b	0.71±0.01 ^a	0.74±0.00 ^a	0.76±0.01 ^a	0.48±0.08 ^b
C15.1	0.55±0.01 ^a	0.55±0.01 ^a	0.56±0.00 ^a	0.54±0.20 ^a	0.56±0.03 ^a	0.57±0.03 ^a	0.56±0.00 ^a	0.34±0.00 ^b	0.58±0.01 ^a	0.54±0.00 ^a	0.54±0.00 ^a	0.40±0.00 ^b
C16.1	2.33±0.04 ^{abc}	2.33±0.04 ^{abc}	2.87±0.50 ^a	1.38±0.04 ^d	2.30±0.00 ^{abc}	2.65±0.65 ^{ab}	2.37±0.01 ^{abc}	1.38±0.04 ^d	2.00±0.01 ^{bcd}	2.30±0.01 ^{abc}	2.41±0.01 ^{abc}	1.70±0.00 ^{cd}
C17.1	0.59±0.01 ^a	0.59±0.01 ^a	0.04±0.00 ^c	0.04±0.01 ^c	0.04±0.00 ^c	0.06±0.03 ^c	0.04±0.00 ^c	0.04±0.01 ^c	0.40±0.01 ^b	0.03±0.00 ^c	0.04±0.00 ^c	0.03±0.00 ^c
C18.1n9	18.69±0.07 ^{ab}	18.69±0.07 ^{ab}	19.62±0.04 ^a	9.53±1.50 ^e	19.62±0.02 ^a	15.63±0.98 ^d	19.62±0.04 ^a	11.03±0.01 ^e	18.62±0.01 ^{ab}	17.63±0.03 ^{bc}	16.69±0.02 ^{cd}	11.05±0.04 ^e
C18.1n7	5.82±0.06 ^{ab}	5.82±0.56 ^{ab}	5.09±0.94 ^{bc}	6.60±0.03 ^a	6.13±0.06 ^{ab}	6.47±0.56 ^a	6.09±0.06 ^{ab}	6.60±0.03 ^a	6.52±0.01 ^a	5.97±0.06 ^{ab}	6.20±0.09 ^a	4.70±0.05 ^{bc}
C20.1n9	0.19±0.01 ^b	0.19±0.01 ^b	0.19±0.01 ^b	0.10±0.00 ^e	0.12±0.01 ^{de}	0.18±0.02 ^{bc}	0.19±0.01 ^b	0.10±0.00 ^e	0.22±0.01 ^a	0.16±0.00 ^c	0.13±0.00 ^d	0.14±0.01 ^d
C22.1n9	0.46±0.00 ^{ab}	0.46±0.00 ^{ab}	0.47±0.01 ^{ab}	0.25±0.02 ^b	0.50±0.01 ^{ab}	0.96±0.51 ^a	0.47±0.01 ^{ab}	0.29±0.01 ^b	0.75±0.02 ^{ab}	0.46±0.01 ^{ab}	0.47±0.01 ^{ab}	0.35±0.01 ^b
C24.1n9	0.22±0.00 ^b	0.22±0.00 ^b	0.26±0.00 ^{ab}	0.26±0.04 ^{ab}	0.21±0.00 ^b	0.61±0.38 ^a	0.26±0.00 ^{ab}	0.22±0.01 ^b	0.43±0.02 ^{ab}	0.23±0.00 ^b	0.23±0.00 ^b	0.18±0.00 ^b
C18.2n6	7.40±0.00 ^a	5.74±0.00 ^{bc}	6.10±0.66 ^b	4.09±0.01 ^d	5.60±0.01 ^{bc}	5.98±0.50 ^b	5.45±0.01 ^{bc}	4.09±0.01 ^d	5.11±0.10 ^c	5.48±0.00 ^{bc}	5.57±0.02 ^{bc}	3.65±0.01 ^d
C18.3n6	1.10±0.04 ^a	0.10±0.04 ^d	0.07±0.03 ^d	0.05±0.00 ^d	0.10±0.01 ^d	0.76±0.17 ^b	0.09±0.00 ^d	0.05±0.00 ^d	0.43±0.02 ^c	0.09±0.00 ^d	0.09±0.00 ^d	0.06±0.00 ^d
C18.3n3	23.31±0.21 ^e	23.31±0.21 ^e	23.02±0.57 ^e	16.65±0.57 ^g	29.37±0.11 ^b	24.61±0.89 ^d	25.52±0.07 ^d	20.15±0.07 ^f	30.66±0.05 ^a	27.61±0.12 ^c	25.22±0.01 ^d	20.05±0.03 ^f
C20.2	0.11±0.00 ^{bc}	0.11±0.00 ^{bc}	0.12±0.00 ^{bc}	0.07±0.01 ^c	0.13±0.00 ^{bc}	0.17±0.06 ^{ab}	0.12±0.00 ^{bc}	0.07±0.01 ^c	0.21±0.02 ^a	0.12±0.00 ^{bc}	0.08±0.06 ^c	0.09±0.01 ^{bc}
C20.3n6	0.10±0.04 ^b	0.10±0.04 ^b	0.09±0.00 ^b	0.04±0.01 ^b	0.04±0.01 ^b	0.28±0.06 ^a	0.09±0.00 ^b	0.04±0.01 ^b	0.05±0.00 ^b	0.04±0.01 ^b	0.03±0.02 ^b	0.05±0.01 ^b
C20.4n6 ARA	1.08±0.00 ^a	0.08±0.00 ^c	1.15±0.07 ^a	0.05±0.01 ^c	0.10±0.00 ^{bc}	0.06±0.02 ^c	1.08±0.00 ^a	0.07±0.01 ^c	0.17±0.01 ^b	0.09±0.01 ^c	1.08±0.00 ^a	0.16±0.00 ^b
C20.5n3 EPA	3.07±0.51 ^f	3.57±0.01 ^{ef}	4.99±0.50 ^{cd}	4.18±0.00 ^{de}	1.49±0.01 ^g	4.19±0.50 ^{de}	7.49±0.00 ^b	5.18±0.00 ^c	1.73±0.01 ^g	4.69±0.00 ^{cd}	9.63±0.00 ^a	5.22±0.00 ^c
C22.2	0.16±0.01 ^a	0.16±0.01 ^a	0.06±0.03 ^b	0.16±0.01 ^a	0.03±0.00 ^{bc}	0.04±0.00 ^{bc}	0.03±0.01 ^{bc}	0.16±0.01 ^a	0.04±0.00 ^{bc}	0.02±0.00 ^c	0.04±0.01 ^{bc}	0.16±0.02 ^a
C22.6n3 DHA	0.89±0.01 ^b	7.84±0.04 ^e	3.00±0.23 ^g	13.83±0.54 ^c	0.17±0.02 ^b	8.87±0.79 ^d	3.23±0.00 ^g	17.33±0.04 ^b	0.19±0.04 ^b	8.67±0.02 ^{de}	4.23±0.00 ^f	19.97±0.01 ^a
SFA	19.46±0.13 ^{bc}	18.93±0.02 ^{bc}	18.74±0.03 ^{bc}	26.11±1.81 ^a	18.37±0.03 ^{bc}	20.19±1.74 ^b	18.74±0.03 ^{bc}	24.30±0.04 ^a	19.44±0.04 ^{bc}	17.42±0.03 ^c	19.19±0.03 ^{bc}	24.39±0.03 ^a
MUFA	29.59±0.10 ^a	29.59±0.10 ^a	29.77±0.53 ^a	19.36±1.54 ^c	30.27±0.12 ^a	27.96±0.15 ^b	30.37±0.07 ^a	20.45±0.01 ^c	30.20±0.03 ^a	28.04±0.08 ^b	27.45±0.10 ^b	30.27±0.08 ^a
PUFA	37.54±0.38 ^{gh}	40.99±0.08 ^e	38.59±0.58 ^g	39.09±1.10 ^f	37.02±0.14 ^b	44.94±0.07 ^c	43.08±0.07 ^d	47.11±0.11 ^b	38.57±0.06 ^{fg}	46.79±0.11 ^b	45.96±0.05 ^{bc}	49.39±0.01 ^a

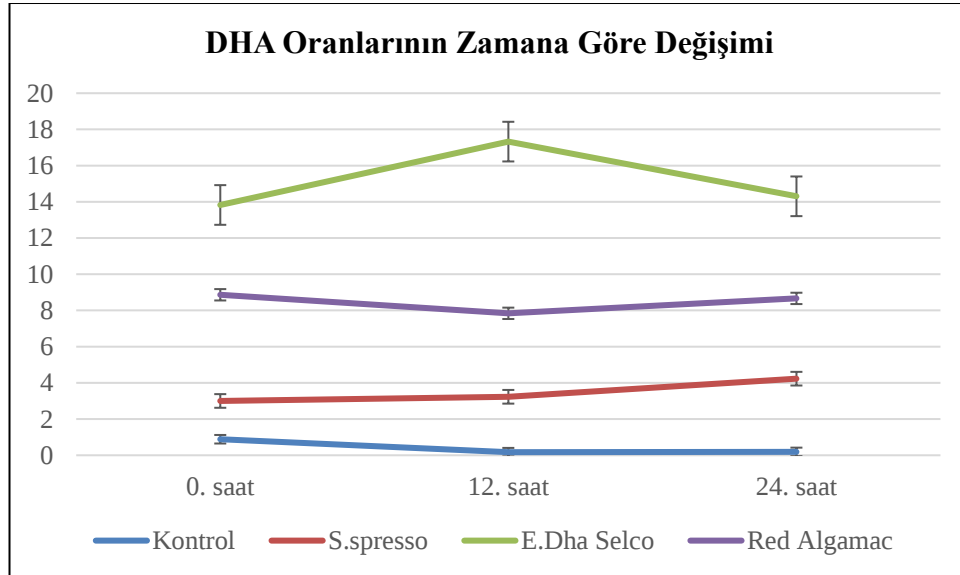
*Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî olarak önemlidir (P<0.05).

Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların EPA içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.1’de verilmiştir.



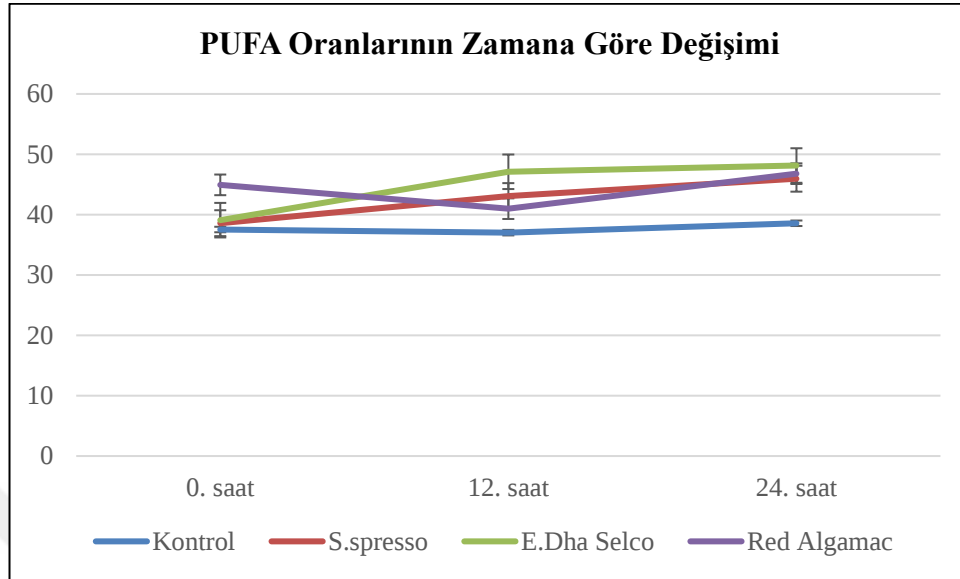
Şekil 4.1. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların EPA oranının zaman göre değişimi

Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların DHA içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların DHA oranının zaman göre değişimi

Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların PUFA içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların PUFA oranının zaman göre değişimi

4.2. A. *franciscana*’nın Soğuk Depolama Sürelerinin Yağ Asidi İçeriğine Etkisi

Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilmiş artemialar zenginleştirmeden sonra 12 ve 24 saat süre ile +4°C de soğuk depolanmıştır. Kontrol grubu ve farklı ticari ürünlerle zenginleştirilen artemiaların yağ asidi içeriği depolama süresine bağlı olarak istatistiki olarak değerlendirilerek her bir gruba göre elde edilen değerler Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Artemialarda zenginleştirme uygulanmayan kontrol grubunda depolama sürelerine yağ asidi değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Buna göre en yüksek SFA değeri 0. ve 24. saatlerde tespit edilmiş olup, bu değer 24. saatte bulunan değer ile istatistiki olarak benzerlik göstermektedir ($P>0.05$). Artemiaların yağ asidi içeriğindeki en yüksek MUFA değeri 12. saat sonunda tespit edilmiş olup, 24. saatte bulunan değer ile istatistiki olarak benzerlik göstermektedir ($P>0.05$). Artemialarda en yüksek PUFA miktarı 24. saatte olmakla birlikte depolama süresince önemli bir değişim göstermemiş olup 0 saatte elde edilen değer ile istatistiki olarak benzerlik göstermektedir ($P>0.05$). Dahası artemiaları yağ asidi içeriğindeki en yüksek ARA,

EPA ve DHA değeri kontrol grubunda 0. saatte olup, depolama süresince azaldığı ve istatistiki olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır ($P<0.05$).

Çizelge 4.2. Artemialarda zenginleştirme uygulanmayan kontrol grubunda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%)

Yağ Asitleri	0.saat	Kontrol 12	Kontrol 24
C12.0	0.03±0.00	0.03±0.00	-
C14.0	0.54±0.02	0.67±0.07	0.52±0.00
C15.0	0.12±0.01	0.14±0.01	0.11±0.01
C16.0	12.18±0.36 ^a	11.88±0.00 ^a	10.38±0.03 ^b
C17.0	0.03±0.01 ^c	0.06±0.00 ^b	0.55±0.01 ^a
C18.0	6.27±0.50 ^{ab}	5.38±0.03 ^b	7.52±0.01 ^a
C20.0	0.19±0.03 ^{ab}	0.14±0.01 ^b	0.26±0.00 ^a
C22.0	0.07±0.00 ^b	0.07±0.00 ^b	0.09±0.00 ^a
C24.0	0.06±0.03	0.04±0.01	0.03±0.01
C14.1	0.77±0.01 ^b	0.81±0.01 ^a	0.71±0.01 ^c
C15.1	0.55±0.01	0.56±0.03	0.58±0.01
C16.1	2.33±0.04 ^a	2.30±0.00 ^a	2.00±0.01 ^b
C17.1	0.59±0.01 ^a	0.04±0.00 ^c	0.40±0.01 ^b
C18.1n9	18.69±0.07 ^b	19.62±0.02 ^a	18.62±0.01 ^b
C18.1n7	5.82±0.06 ^c	6.13±0.06 ^b	6.52±0.01 ^a
C20.1n9	0.19±0.01 ^b	0.12±0.01 ^c	0.22±0.01 ^a
C22.1n9	0.46±0.00 ^b	0.50±0.01 ^b	0.75±0.02 ^a
C24.1n9	0.22±0.00 ^b	0.21±0.00 ^b	0.43±0.02 ^a
C18.2n6	7.40±0.00 ^a	5.60±0.01 ^b	5.11±0.10 ^c
C18.3n6	1.10±0.04 ^a	0.10±0.01 ^c	0.43±0.02 ^b
C18.3n3	23.31±0.21 ^c	29.37±0.11 ^b	30.66±0.05 ^a
C20.2	0.11±0.00 ^b	0.13±0.00 ^b	0.21±0.02 ^a
C20.3n6	0.10±0.04	0.04±0.01	0.05±0.00
C20.4n6 (ARA)	1.08±0.00 ^a	0.10±0.00 ^c	0.17±0.01 ^b
C20.5n3 (EPA)	3.07±0.51 ^a	1.49±0.01 ^b	1.73±0.01 ^b
C22.2	0.16±0.01 ^a	0.03±0.00 ^b	0.04±0.00 ^b
C22.6n3 (DHA)	0.89±0.01 ^a	0.17±0.02 ^b	0.19±0.04 ^b
SFA	19.46±0.13 ^a	18.37±0.03 ^b	19.44±0.04 ^a
MUFA	29.59±0.10 ^b	30.27±0.12 ^a	30.20±0.03 ^a
PUFA	37.54±0.38 ^{ab}	37.02±0.14 ^b	38.57±0.06 ^a

*Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî olarak önemlidir ($P<0.05$).

Zenginleştirici olarak Selco Presso kullanılan ve depolanan artemiaların depolama süresine göre yağ asidi değerleri Çizelge 4.3’de verilmiş olup en yüksek SFA değeri 12. saatte bulunmasına karşın diğer saatlerde bulunan değerler ile istatistiki olarak benzerlik göstermiştir ($P>0.05$). Artemiaların yağ asidi içeriğinde en yüksek MUFA oranı 0. saatte saptanmış, diğer saatlerde bulunan değerler ile karşılaştırıldığında

istatistiki olarak farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Artemialarda en yüksek PUFA oranı ise 24.saatte belirlenmiş olup depolama süresine göre istatistiki olarak farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Artemialarda esansiyel yağ asitlerinden olan ARA ve EPA'nın en yüksek değeri 24. saatte, DHA değeri 12. saatte belirlenmesine karşın depolama süresine göre elde edilen değerler istatistiki olarak benzerlik göstermiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.3. Selco Presso ile zenginleştirilen artemialarda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%)

Yağ Asitleri	Selco Press 0	Selco Press 12	Selco Press 24
C12.0	0.04±0.01	0.06±0.02	0.04±0.00
C14.0	0.76±0.05	0.55±0.41	0.95±0.01
C15.0	0.14±0.01	0.15±0.03	0.13±0.01
C16.0	11.89±0.07	12.52±0.90	11.52±0.00
C17.0	0.06±0.00	0.06±0.00	0.06±0.00
C18.0	5.75±0.02	4.89±0.99	3.89±0.02
C20.0	0.16±0.01	0.15±0.02	0.18±0.01
C22.0	0.07±0.00 ^b	0.64±0.13 ^a	0.49±0.03 ^a
C24.0	0.09±0.01 ^c	1.18±0.00 ^a	0.18±0.00 ^b
C14.1	0.77±0.01	0.85±0.11	0.74±0.00
C15.1	0.55±0.01	0.57±0.03	0.54±0.00
C16.1	2.33±0.04	2.65±0.65	2.30±0.01
C17.1	0.59±0.01	0.06±0.03	0.03±0.00
C18.1n9	18.69±0.07 ^a	15.63±0.98 ^b	17.63±0.03 ^{ab}
C18.1n7	5.82±0.56	6.47±0.56	5.97±0.06
C20.1n9	0.19±0.01	0.18±0.02	0.16±0.00
C22.1n9	0.46±0.00	0.96±0.51	0.46±0.01
C24.1n9	0.22±0.00	0.61±0.38	0.23±0.00
C18.2n6	5.74±0.00	5.98±0.50	5.48±0.00
C18.3n6	0.10±0.04 ^b	0.76±0.17 ^a	0.09±0.00 ^b
C18.3n3	23.31±0.21 ^b	24.61±0.89 ^b	27.61±0.12 ^a
C20.2	0.11±0.00	0.17±0.06	0.12±0.00
C20.3n6	0.10±0.04	0.28±0.06	0.04±0.01
C20.4n6 (ARA)	0.08±0.00	0.06±0.02	0.09±0.01
C20.5n3 (EPA)	3.57±0.01	4.19±0.50	4.69±0.00
C22.2	0.16±0.01 ^a	0.04±0.00 ^b	0.02±0.00 ^c
C22.6n3 (DHA)	7.84±0.04	8.87±0.79	8.67±0.02
SFA	18.93±0.02	20.19±1.74	17.42±0.03
MUFA	29.59±0.10 ^a	27.96±0.15 ^b	28.04±0.08 ^b
PUFA	40.99±0.08 ^c	44.94±0.07 ^b	46.79±0.11 ^a

*Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Easy DHA Selco ile zenginleştirilerek depolanan artemiaların depolama süresine göre yağ asidi değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en yüksek

SFA 24. saatte, MUFA ise 12. saatte tespit edilmiş olup, depolama süresine göre gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Artemianın yağ asidi içeriğindeki PUFA, EPA ve DHA değerleri depolama süresine göre artış göstermiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinde ARA değeri en yüksek 0. saatte tespit edilmiş, ancak depolama süresine göre istatistiki olarak farklılık göstermemiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.4. Easy DHA Selco ile zenginleştirilen artemialarda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%)

Yağ Asitleri	E.DHA Selco 0	E.DHA Selco12	E.DHA Selco 24
C12.0	0.03±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00
C14.0	0.65±0.01 ^b	0.65±0.01 ^b	0.70±0.02 ^a
C15.0	0.13±0.00 ^b	0.13±0.00 ^b	0.15±0.01 ^a
C16.0	11.83±0.03 ^b	11.83±0.03 ^b	12.16±0.03 ^a
C17.0	0.05±0.01	0.05±0.01	0.06±0.00
C18.0	5.86±0.12 ^a	5.86±0.12 ^a	5.78±0.02 ^b
C20.0	0.15±0.01 ^b	0.15±0.01 ^b	0.20±0.00 ^a
C22.0	0.06±0.00	0.06±0.00	0.07±0.00
C24.0	-	-	0.05±0.01
C14.1	0.69±0.11	0.79±0.01	0.76±0.01
C15.1	0.56±0.00	0.56±0.00	0.54±0.00
C16.1	2.87±0.50	2.37±0.01	2.41±0.01
C17.1	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00
C18.1n9	19.62±0.04 ^a	19.62±0.04 ^a	16.69±0.02 ^b
C18.1n7	5.09±0.94	6.09±0.06	6.20±0.09
C20.1n9	0.19±0.01 ^a	0.19±0.01 ^a	0.13±0.00 ^{db}
C22.1n9	0.47±0.01	0.47±0.01	0.47±0.01
C24.1n9	0.26±0.00	0.26±0.00	0.23±0.00
C18.2n6	6.10±0.66	5.45±0.01	5.57±0.02
C18.3n6	0.07±0.03	0.09±0.00	0.09±0.00
C18.3n3	23.02±0.57 ^b	25.52±0.07 ^a	25.22±0.01 ^a
C20.2	0.12±0.00	0.12±0.00	0.08±0.06
C20.3n6	0.09±0.00 ^a	0.09±0.00 ^a	0.03±0.02 ^b
C20.4n6 (ARA)	1.15±0.07	1.08±0.00	1.08±0.00
C20.5n3 (EPA)	4.99±0.50 ^c	7.49±0.00 ^b	9.63±0.00 ^a
C22.2	0.06±0.03	0.03±0.01	0.04±0.01
C22.6n3 (DHA)	3.00±0.23 ^b	3.23±0.00 ^b	4.23±0.00 ^a
SFA	18.74±0.03 ^b	18.74±0.03 ^b	19.19±0.03 ^a
MUFA	29.77±0.53 ^b	30.37±0.07 ^a	27.45±0.10 ^c
PUFA	38.59±0.58 ^c	43.08±0.07 ^b	45.96±0.05 ^a

*Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Red Algamac ile zenginleştirilerek depolanan artemiaların depolama süresine göre yağ asidi değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Bu değerlere göre en yüksek SFA değeri 0. saatte görülmüş olmasına rağmen, 12. ve 24. saatlerde bulunan değerler ile istatistiki olarak benzerlik göstermiştir ($P>0.05$). Artemianın yağ asidi içeriğindeki MUFA değeri en yüksek 24. saatte tespit edilmiş olup depolama süresine göre artış göstermiştir ($P<0.05$). Artemiaların yağ asidi içeriğindeki PUFA değerinin depolama süresine göre artış gösterdiği saptanmıştır. Bununla birlikte 12 ve 24. saatlerde elde edilen değerler istatistiki olarak benzerlik göstermiştir ($P>0.05$). Çoklu doymamış yağ asitlerinde olan EPA, ARA ve DHA içeriği depolama süresine göre artış göstermiş olup, 0. saatte elde edilen değerlerden daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Red Algamac ile zenginleştirilen artemialarda depolama süresine göre yağ asidi değerleri (%)

Yağ Asitleri	Red Algama 0	Red Algama 12	Red Algama 24
C12.0	0.16±0.05	0.11±0.01	0.09±0.01
C14.0	4.99±0.88	4.47±0.01	4.12±0.01
C15.0	0.26±0.06	0.21±0.01	0.22±0.00
C16.0	14.97±0.94	15.02±0.01	17.34±0.03
C17.0	0.06±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00
C18.0	4.26±0.36 ^a	3.61±0.01 ^a	2.28±0.01 ^b
C20.0	0.23±0.05	0.17±0.00	0.18±0.00
C22.0	0.73±0.04 ^a	0.62±0.02 ^a	0.07±0.04 ^b
C24.0	0.47±0.41	0.05±0.01	0.05±0.00
C14.1	0.67±0.10	0.47±0.00	0.48±0.08
C15.1	0.54±0.20	0.34±0.00	0.40±0.00
C16.1	1.38±0.04 ^b	1.38±0.04 ^b	1.70±0.00 ^a
C17.1	0.04±0.01	0.04±0.01	0.03±0.00
C18.1n9	9.53±1.50	11.03±0.01	11.05±0.04
C18.1n7	6.60±0.03 ^a	6.60±0.03 ^a	4.70±0.05 ^b
C20.1n9	0.10±0.00 ^b	0.10±0.00 ^b	0.14±0.01 ^a
C22.1n9	0.25±0.02 ^b	0.29±0.01 ^b	0.35±0.01 ^a
C24.1n9	0.26±0.04	0.22±0.01	0.18±0.00
C18.2n6	4.09±0.01 ^a	4.09±0.01 ^a	3.65±0.01 ^b
C18.3n6	0.05±0.00	0.05±0.00	0.06±0.00
C18.3n3	16.65±0.57 ^b	20.15±0.07 ^a	20.05±0.03 ^a
C20.2	0.07±0.01	0.07±0.01	0.09±0.01
C20.3n6	0.04±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01
C20.4n6 (ARA)	0.05±0.01 ^c	0.07±0.01 ^b	0.16±0.00 ^a
C20.5n3 (EPA)	4.18±0.00 ^b	5.18±0.00 ^a	5.22±0.00 ^a
C22.2	0.16±0.01	0.16±0.01	0.16±0.02
C22.6n3 (DHA)	13.83±0.54 ^c	17.33±0.04 ^b	19.97±0.01 ^a
SFA	26.11±1.81	24.30±0.04	24.39±0.03
MUFA	19.36±1.54 ^b	20.45±0.01 ^b	30.27±0.08 ^a
PUFA	39.09±1.10 ^b	47.11±0.11 ^a	49.39±0.01 ^a

*Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî olarak önemlidir ($P<0.05$).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Artemia, tuz göllerinde ve tuzlalarda dünya üzerindeki 600'den fazla habitatta bulunur. Artemianın dağılım gösterdiği coğrafik alanlara göre farklı suşlarının olmasının yanı sıra ekolojik şartlara göre de besinsel içeriğinin farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir. (Rainuzzo vd., 1997; Hagiwara, vd., 2001; Kobayashi, vd., 2008; Conceição, 2010). Yem teknolojisindeki ilerlemelere karşın halen artemianın yerini alabilecek yem formülasyonu geliştirilememiştir (Naceur, 2020). Bu nedenle Artemia çoğu deniz balığı ve kabuklu üretiminde larval beslemedeki önemini korumaktadır. Dahası büyük ölçüde özellikle sindirim sisteminin gelişmesine kadarki larval safhada kuluçkahane üretimindeki başarı canlı yemle beslemeye bağlıdır. Larva beslemede artemia besinsel içeriğinin yüksek olması larva üretimindeki hedeflere ulaşmada en önemli rolü oynamaktadır. Deniz balıkları ve kabukluların büyüme ve yaşama oranında vücutlarından sentezlenemeyen esansiyel yağ asitlerinden yüksek doymamış yağ asitleri EPA, ARA, DHA'nın besinlerle alınması gerekmektedir (Park vd., 2006; Nghi, vd., 2007; Naceur, 2020).

Bu çalışmada artemiaların yağ asidi içeriğini zenginleştirilmede yaygın olarak kullanılan özellikle DHA içeriğince zengin Selco Presso, Easy DHA Selco ve Red Algamac kullanılmıştır. Çalışmada zenginleştirilen nauplii'ler +4°C depolanmıştır. Zenginleştirilmiş artemialar ve kontrol grubu yani zenginleştirilmeyen nauplii'ler +4°C farklı depolama sürelerinin yağ asidi içeriğine etkisi belirlenmiştir. Farklı ticari ürünlerle zenginleştirilmiş artemiaların yağ asidi içeriğindeki PUFA, EPA, DHA içeriği kontrol grubundan daha yüksek olarak saptanmıştır. Kontrol grubu artemiaların depolama süresine bağlı olarak esansiyel yağ asitlerinden PUFA değeri değişmemesine karşın EPA, DHA, ARA içeriğinde azalma olmuştur. Artemialarda zenginleştirilmeyen naupliilerin kistlerinin orijinine ve kültür şartlarına göre besinsel içeriğinin değişmesinin yanı sıra DHA içeriğince fakir olduğu bilgileri ile kontrol grubu değerleri benzerlik göstermiştir (Kobayashi, vd., 2008; Seychelles vd., 2009; Naceur, 2020; Khudiyi; 2020).

Artemiaların farklı zenginleştiricilere göre yağ asidi içeriği tüm zamanlara göre değerlendirildiğinde; PUFA değeri en yüksek Red Algamac ile zenginleştirilen

artemialarda olup, diğer gruplardan istatistiki olarak farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Artemialarda elde edilen PUFA değeri önceki araştırmacılar Robin vd. (1998) ve Herrera vd. (2011)'nin Easy DHA Selco ile 24. saat sonraki elde edilen değerlerinden yüksek bulunmuştur. Betancor vd. (2019)'nin Algamac 3050 ile 24 saat zenginleştirme sonrasındaki PUFA değerden yüksek, Garcia vd. (2008)'nin Protein Selco ile zenginleştirilen artemialardaki PUFA değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir.

Zenginleştirilen artemialarda elde edilen yüksek DHA değeri Red Algamac ile beslenenlerde 24. saatte saptanmış olup, bu değer önceki çalışmalardan yüksek (Garcia vd., 2008) benzer (Herrera vd., 2011) veya DHA düşük (Woods, 2003; Figueiredo vd., 2009) olarak farklılık göstermesi, artemia türü ve farklı zenginleştiricilerin yanı sıra uygulanan dozlar ve zenginleştirme sürelerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Denemelerde artemiaların yağ asidi içeriğindeki en yüksek EPA içeriği 24. saat Easy DHA Selco ile zenginleştirilenlerde olup, diğer gruplardan istatistiki olarak farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Zenginleştirici ürün Easy DHA Selco'nun kullanıldığı yapılmış önceki çalışmalarla EPA değeri ile karşılaştırıldığında; EPA değeri benzer (Robin, 1998; Eraslan, 2012) ve aynı ürünün kullanıldığı önceki çalışmalardan düşük bulunmuştur (Ahmadi vd., 2019; Betancor vd., 2019). Buna karşın farklı ticari ürünlerin kullanıldığı çalışmalardan EPA değeri yüksek olarak bulunmuştur (Garcia vd., 2008; Figueiredo vd., 2009; Herrera vd., 2011). Castell vd. (1994), toplam yağ asidinin %0.5-1.0'i arasındaki ARA miktarının larva beslemede yaşama oranını artırdığını belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada tüm gruplarda artemiaların ihtiva ettiği ARA miktarı 0.05-1.08 arasında bulunmuştur.

Artemiaların özellikle aç kaldıkları süre esnasında da DHA seviyesi sabit kalmadığından (Helland, 1995) zenginleştirme ürün ve teknikleri ile yağ asidi içeriğindeki n-3 HUFA içeriğinin geliştirilmesinin yanı sıra larvaya besin olarak verilene kadar ki süreçte besinsel kalitesinin korunması gerekmektedir (Rodriguez vd., 2010; Araujo ve Rosa, 2016; Campoverde ve Estevez, 2017). Kuluçkahanelerde yoğun üretimde artemialar kuluçkalanma veya zenginleştirilmesinden sonra naupliilerin büyümesinin engellenmesi ve besin verilmeden depolandığı süreçte besinsel içeriğinin azalmaması için rutin olarak +4°C muhafaza edilmektedir. Bu çalışmada besin verilmeden 12 ve 24 saat soğuk depolanan artemiaların besinsel

içeriğindeki yağ asidi kompozisyonu belirlenmiş olup, zenginleştirilmiş artemiaların depolanma süresine bağlı olarak artemiaların yağ asidi içeriğindeki değişimler belirlenmiştir. Artemialarda kontrol grubunda depolama süresince yağ asidi PUFA'da en yüksek değer 24. saatte olmakla birlikte depolama süresince önemli bir değişim göstermemiştir. Buna karşın ARA, EPA ve DHA değerlerinin depolama süresince azaldığı saptanmış olup, bu değerler artemia naupliilerinin aç kalma süresince besinsel içeriğindeki yağ asidi değerlerinin azaldığı bilgileri ile benzerlik göstermektedir (Navarro vd., 1999). Bununla birlikte Naz (2008), yaptığı çalışmada +4°C 16 saat aç bırakılan naupliilerin DHA, EPA ve PUFA değerinin arttığı bilgileri ile kontrol grubunda elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Zenginleştirilen artemialarda depolama süresince yağ asidi içeriğindeki değişimler değerlendirildiğinde; esansiyel yağ asitleri PUFA, EPA, DHA, ARA değerlerinin azalmadığı, dahası ticari ürünler göre bu değerlerin sabit kaldığı ya da artış gösterdiği saptanmış olup, önceki çalışma (Erarslan, 2012) ile benzerlik göstermiştir. Evjemo vd. (2001), yaptıkları çalışmada zenginleştirme sonrası farklı sıcaklıklarda bekletilen *A. francisca*'nın 30°C de aç bırakılan artemialarda DHA miktarının %92 oranında azaldığı, DHA oranı 12°C de ise %51 oranında azaldığını ve aynı sıcaklıkta EPA oranının da %15 oranında azaldığı belirtmiştir. Çalışmada soğuk depolamada aç bırakılan zenginleştirilmiş artemiaların besinsel içeriğindeki, yağ asitlerinde kayıpların olmadığı araştırmacıdan farklı olarak artış göstermesinin ise soğuk depolamanın besinsel kayıpları önlediğini düşündürmektedir. Artemiaların besinsel içeriğinin artırılmasında uygulanan besleme rejimi kadar uygulanan zenginleştirme süresi ve depolama sıcaklığının da önemli olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak ticari ürünlerle zenginleştirilen *A. franciscana*'nın yağ asidi içeriğinde maksimum PUFA (%49.39±0.01) ve DHA (%19.97±0.01) içeriği Red Algamac ile beslenen grupta, maksimum EPA (%9.63±0.00) içeriği ise Easy DHA Selco ile beslenen grupta saptanmıştır. *A. franciscana*'nın yağ asidi kompozisyonuna depolama süresinin etkisi önemli (P<0.05) olmuştur. Artemialarda depolama süresine göre kontrol grubunda esansiyel yağ asidi EPA, DHA içeriğinin azalmasına karşın, zenginleştirilmiş artemialarda PUFA, EPA, DHA değerleri artış göstermiştir. Zenginleştirilmiş artemiaların besin verilmeden +4°C soğuk depolanması besinsel değerini kaybetmediği, özellikle yağ asidi içeriğindeki en yüksek PUFA, EPA ve DHA değerleri 24.saatlik depolama süresi sonrasında saptanmıştır. Araştırmada

artemianın yağ asidi içeriğinde zenginleştiricilerden Red Algamac PUFA ve DHA oranını, Easy DHA Selco ise EPA oranını artırmada 24 saatlik soğuk depolamanın daha iyi sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Artemialara uygulanan zenginleştirme prosedürü ve soğuk depolama süresine göre elde edilen sonuçların larva beslemede kuluçkahanelerde pratikte kullanılmasına ışık tutması ve verimli üretim yapılmasına katkı sağlayacağı beklenmektedir.



KAYNAKLAR

- Ahmadi, A., Torfi Mozanzadeh, M., Agh, N. & Nafisi Bahabadi, M. (2019). Effects of enriched Artemia with n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on growth performance, stress resistance and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* postlarvae.
- Anonim, (2021a). INVE Aquaculture İnternet Sitesi. <https://www.inveaquaculture.com> (Son erişim tarihi: 15.06.2021)
- Anonim, (2021b). INVE Aquaculture İnternet Sitesi. <https://www.inveaquaculture.com> (Son erişim tarihi: 15.06.2021)
- Anonim, (2021c). Bio – Marine İnternet Sitesi <https://www.biomarin.com> (Son erişim tarihi: 15.06.2021)
- Araujo, F.G. & Rosa, P.V. (2016). Docosahexaenoic acid (C22:6n-3) alters cortisol response after air exposure in *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) larvae fed on enriched artemia. *Aquaculture Nutrition*, 23, 1216-1224.
- Beck, J.L. & Turingan, R.G. (2007). The effects of zooplankton swimming behavior on prey-capture kinematics of red drum larvae, *Sciaenops ocellatus*. *Marine Biology*, 151(4), 1463-1470.
- Betancor, M.B., Ortega, A., de la Gándara, F., Tocher, D.R. & Mourente, G. (2017). Molecular aspects of lipid metabolism, digestibility and antioxidant status of Atlantic bluefin tuna (*T. thynnus* L.) larvae during first feeding. *Aquaculture*, 479, 357-369.
- Bligh, G.E. & Dyer, J.N. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 912-917.
- Boglino, A., Darias, M.J., Ortiz-Delgado, J.B., Özcan, F., Estévez, A., Andree, K.B. & Gisbert, E. (2012). Commercial products for Artemia enrichment affect growth performance, digestive system maturation, ossification and incidence of skeletal deformities in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae. *Aquaculture*, 324, 290-302.
- Boglino, A., Wishkerman, A., Darias, M.J., Iglesia, P., Andree, K.B., Gisbert, E., Estevez, A. (2014). *Senegalese sole (Solea senegalensis)* metamorphic larvae are more sensitive to pseudo-albinism induced by high dietary arachidonic acid levels than post-metamorphic larvae. *Aquaculture*, 433, 276-287.
- BSGM, (2020). Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü. (Son erişim tarihi: 15.06.2021)
- Campoverde, C. & Estevez, A. (2017). The effect of live food enrichment with docosahexaenoic acid (22: 6n-3) rich emulsions on growth, survival and fatty

acid composition of meagre (*Argyrosomus regius*) larvae. *Aquaculture*, 478, 16-24.

- Carrier, J.K., Watanabe, W.O., Harel, M., Rezek, T.C., Seaton, P.J. & Shafer, T.H. (2011). Effects of dietary arachidonic acid on larval performance, fatty acid profiles, stress resistance and expression of Na⁺/K⁺ ATPase mRNA in black sea bass *Centropristis striata*. *Aquaculture*, 319, 111-121.
- Castell, J. D., Bell, J. G., Tocher, D. R., & Sargent, J. R. (1994). Effects of purified diets containing different combinations of arachidonic and docosahexaenoic acid on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 128(3-4), 315-333.
- Conceição, L.E., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S. & Dinis, M.T. (2010). Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture research*, 41(5), 613-640.
- Eraslan, D. (2012). *Bazı Ticari Zenginleştirici Ürünlerin Artemia franciscana'nın Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Evjemo, J.O., Coutteau, P., Olsen, Y. & Sorgeloos, P. (1997). The stability of docosahexaenoic acid in two *Artemia* species following enrichment and subsequent starvation. *Aquaculture*, 155, 135-137.
- Evjemo, J.O., Olsen, Y. & Danielsen, T.L. (2001). Losses of lipid, protein and n-3 fatty acids in enriched *Artemia franciscana* starved at different temperatures. *Aquaculture*, 193, 65-80.
- FAO, (2020). FishStat Plus-Universal software for fishery statistical time series <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en> (Son erişim tarihi: 15.06.2021)
- Faulk, C.K. & Joan Holt, G. (2005). Advances in rearing cobia *Rachycentron canadum* larvae in recirculating aquaculture systems: Live prey enrichment and greenwater culture. *Aquaculture*, 294, 231-243.
- Figueiredo, J., van Woesik, R., Lin, J. & Narciso, L. (2009). *Artemia franciscana* enrichment model—How to keep them small, rich and alive. *Aquaculture*, 294(3-4), 212-220.
- Garcia, A.S., Parrish, C. & Brown, J.A. (2008). Growth and lipid composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae in response to differently enriched *Artemia franciscana*. *Fish physiology and biochemistry*, 34, 77-94.
- Gonzalez, A., Silva, A., Gajardo, G. & Martinez, C. (2017). Survival and growth improvement of palm ruff, *Serirolella ciolacea*, larvae fed artemia nauplii enriched with an experimental emulsion. *Journal of the World Aquaculture Society*, 48(2), 268-279.

- Hagiwara, A., Gallardo, W.G., Assavaaree, M., Kotani, T. & De Araujo, A.B. (2001). Live food production in Japan: recent progress and future aspects. *Aquaculture*, 200(1-2), 111-127.
- Helland, S. (1995). Modulation of the free amino acid pool and protein content in the brine shrimp *Artemia*. *Candidatus Scientiarum thesis, University of Bergen, Bergen*.
- Herrera, A., Gómez, M., Molina, L., Otero, F. & Packard, T. (2011). Rearing techniques and nutritional quality of two mysids from Gran Canaria (Spain). *Aquaculture Research*, 42(5), 677-683.
- Hoff, F.H. & Snell, T.W. (1997). Plankton culture manual. Florida: Florida aqua farms.
- Khudiyi, O., Khuda, L., Kushniryk, O., Prusinska, M., Kolman, R. & Marchenko, M. (2017). An effectiveness of artemia nauplii enrichment with polyunsaturated fatty acids using a supplement Easy DHA Selco. *Acta Biol Univ Daugavp*, 17(2), 169-183.
- Kobayashi, T., Nagase, T., Hino, A. & Takeuchi, T. (2008). Effect of combination feeding of *Nannochloropsis* and freshwater *Chlorella* on the fatty acid composition of rotifer *Brachionus plicatilis* in a continuous culture. *Fisheries Science*, 74(3), 649-656.
- Méndez-Martínez, Y., García-Guerrero, M.U., Lora-Vilchis, M.C., Martínez-Córdova, L.R., Arcos-Ortega, F.G., Alpuche, J.J. & Cortés-Jacinto, E. (2018). Nutritional effect of *Artemia* nauplii enriched with *Tetraselmis suecica* and *Chaetoceros calcitrans* microalgae on growth and survival on the river prawn *Macrobrachium americanum* larvae. *Aquaculture International*, 26(4), 1001-1015.
- Naceur, H.B., Romdhan, M.S. & Van Stappen, G. (2020). Potential Use of Fatty Acid Profile for *Artemia* spp. Discrimination. *Inland Water Biology*, 13(3), 434-444.
- Navarro, J., Henderson, J., McEvoy, L., Bell, M. & Amat, F. (1999). Lipid conversions during enrichment of artemia. *Aquaculture*, 174, 155-166.
- Naz, M. (2008). The changes in the biochemical compositions and enzymatic activities of rotifer (*Brachionus plicatilis*, Muller) and *Artemia* during the enrichment and starvation periods. *Fish Physiol Biochem*, 34, 391-404.
- Nghia, T.T., Wille, M., Vandendriessche, S., Vinh, Q.T. & Sorgeloos, P. (2007). Influence of highly unsaturated fatty acids in live food on larviculture of mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador 1949). *Aquaculture Research*, 38(14), 1512-1528.

- Park, H.G., Puvanendran, V., Kellett, A., Parrish, C.C. & Brown, J.A. (2006). Effect of enriched rotifers on growth, survival, and composition of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*). *ICES Journal of Marine Science*, 63, 285-295.
- Planas, M., Silva, C., Quintas, P., Chamorro, A. & Pinero, S. (2017). Ongrowing and enhancement of n-3 HUFA profile in adult artemia: short- vs long-time enrichment. *J. Appl. Phycol.*, 29, 1409-1420.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I. & Olsen, Y. (1997). The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. *Aquaculture*, 155, 103–115.
- Ritar, A.J., Dunstan, G.A., Nelson, M.M., Brown, M.R., Nichols, P.D., Thomas, C.W., Smith, E.G., Crear, B.J. & Kolkovski, S. (2004). Nutritional and bacterial profiles of juvenile Artemia fed enrichments and during starvation. *Aquaculture*, 239, 351–373.
- Robin, J.H. (1998). Use of borage oil in rotifer production and Artemia enrichment: effect on growth and survival of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae. *Aquaculture*, 161(1-4), 323-331.
- Rodrigues, M. L., Fereira, P. P., Ribeiro, L., Coutinho, J., Bandarrra, N. M., Gavaia, P. J., Narciso, L. & Morais, S. (2010). Lack of essential fatty acids in live feed during larval and post-larval rearing: effect on the performance of juvenile *Solea senegalensis*. *Aquaculture international*, 18, 741-757.
- Roo, J., Hernández-Cruz, C.M., Mesa-Rodriguez, A., Fernández-Palacios, H. & Izquierdo, M.S. (2019). Effect of increasing n-3 HUFA content in enriched Artemia on growth, survival and skeleton anomalies occurrence of greater amberjack *Seriola dumerili* larvae. *Aquaculture*, 500, 651-659.
- Samat, N.A., Yusoff, F.M., Rasdi, N.W. & Karim, M. (2020). Enhancement of live food nutritional status with essential nutrients for improving aquatic animal health: A review. *Animals*, 10(12), 2457.
- Sexias, P., Otero, A., Valente, M.P., Dias, J. & Mendez, M.R. (2010). Growth and fatty acid composition of *Octopus vulgaris* paralarvae fed with enriched Artemia orco-fed with an inert diet. *Aquacult International*, 18, 1121–1135.
- Seychelles, L. H., Audet, C., Tremblay, R., Fournier, R. & Pernet, F. (2009). Essential fatty acid enrichment of cultured rotifers (*Brachionus plicatilis*, Müller) using frozen-concentrated microalgae. *Aquaculture Nutrition*, 15(4), 431-439.
- Sorgeloos, P., Dhert, P. & Candreva, P. (2001). Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200, 147–159.
- TÜİK, (2020). Su Ürünleri İstatistikleri.
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Son erişim tarihi: 15.06.2021)

- Tziouveli, V., Hall, M. & Smith, G.G. (2012). Evaluation of lipid-enriched Artemia on the reproductive performance of the white-striped cleaner shrimp, *Lysmata amboinensis*. *Aquaculture International*, 20(2), 201-211.
- Viciano, E., Monroig, Ó., Barata, C., Peña, C. & Navarro, J.C. (2017). Antioxidant activity and lipid peroxidation in Artemia nauplii enriched with DHA-rich oil emulsion and the effect of adding an external antioxidant based on hydroxytyrosol. *Aquaculture Research*, 48(3), 1006-1019.
- Watanabe, W.O., Alam, M.S., Ostrowski, A.D., Montgomery, F.A., Gabel, J.E., Morris Jr, J.A. & Seaton, P.J. (2016). Live prey enrichment and artificial microdiets for larviculture of Atlantic red porgy *Pagrus pagrus*. *Aquaculture Reports*, 3, 93-107.
- Woods, C.M. (2003). Effects of varying Artemia enrichment on growth and survival of juvenile seahorses, *Hippocampus abdominalis*. *Aquaculture*, 220(1-4), 537-548.
- Yang, Q., Zheng, P., Ma, Z., Li, T., Jiang, S. & Qin, J.G. (2015). Molecular cloning and expression analysis of the retinoid X receptor (RXR) gene in golden pompano *Trachinotus ovatus* fed Artemia nauplii with different enrichments. *Fish physiology and biochemistry*, 41(6), 1449-1461.

ÖZGEÇMİŞ

