

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Derya ÇİÇEK

**AÇLIK PERİYOTLARININ YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus*)’NDE
TOPLAM LİPİT VE YAĞ ASİTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AÇLIK PERİYOTLARININ YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus*)’NDE TOTAL LİPİT VE YAĞ ASİTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Derya ÇİÇEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Bu Tez 02/02/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Prof.Dr. Metin KUMLU	Doç. Dr. O. Tufan EROLDOĞAN	Doç. Dr. Yasemen YANAR
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeler Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF2010YL2

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AÇLIK PERİYOTLARININ YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus*)'NDE TOPLAM LİPİT VE YAĞ ASİTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Derya ÇİÇEK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Danışman : Prof.Dr. Metin KUMLU

Yıl: 2011, Sayfa: 43

Jüri : Prof.Dr. Metin KUMLU

: Doç.Dr. O. Tufan EROLDOĞAN

: Doç.Dr. Yasemen YANAR

Bu çalışmada, kısa (1 hafta) ve uzun (3 hafta) açlık dönemlerinin ve açlık sonrasında yeniden beslemenin yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*)'nde (9.27 ± 1.52 g) kas total lipit ve yağ asitleri (YA) üzerine olan etkileri incelenmiştir. Denemede; 1. Grup sürekli beslenen karidesleri (kontrol), 2. Grup 3 hafta beslemenin ardından 1 hafta aç bırakılan ve 2 hafta daha yeniden beslenen grubu ve 3. Grup ise 3 hafta beslendikten sonra 3 hafta aç kalan grubu oluşturmuştur. Deneme 50x80x50 cm boyutlarında plastik tanklarda, her birine 14 adet karides (her grup için 3 tekerrürlü olarak) tesadüfi şekilde stoklanarak 6 hafta süreyle yürütülmüştür. Karidesler besleme dönemlerinde %40 protein ve %7 lipit içeren yapay yemlerle günde 3 kez yemlenmişlerdir. Kısa (1 hafta) ve uzun süreyle (3 hafta) aç bırakılan karideslerde, kontrol grubuna göre, kas dokuda %17.24 ve %40.38 lipit kaybı gerçekleşmiştir ($P < 0.05$). Kısa süreli açlıktan sonra yeniden 2 hafta beslenen karideslerde kas lipit seviyesi %10.44 oranında yükselmiştir ($P > 0.05$). Bulgularımız karideslerin kısa süreli açlık neticesinde, genel olarak, doymamış (SFA) ve tekli doymamış (MUFA) YA'lerinin seviyelerini kas dokularında koruduğunu, çoklu doymamış YA (PUFA'lar)'nin seviyelerini ise yükselttiğini göstermiştir ($P < 0.05$). Bu dönemde n-3 ve n-6 serileri ile 18:00 ve 18:2n-6 YA'lerinin kas dokudaki seviyeleri önemli düzeyde artmış ve katabolize edilen YA'lerinin ise 24:0, 20:5n-3 ve 22:2n-6 olduğu belirlenmiştir. Uzun süreli açlıkta; MUFA'lar hariç, genel olarak kas dokuda SFA, PUFA ve n-3 YA'leri seviyesinde önemli artışlar görülmüştür ($P < 0.05$). Bu dönemde en fazla katabolize edilen YA'nin MUFA'lardan 18:1n-7 olduğu belirlenmiştir. Hem açlık hem de besleme dönemlerinde 24:0'ün seviyesinde görülen önemli dalgalanmalar bu YA'nin enerji sağlamada önemli bir rol oynadığını işaret etmektedir. Yeniden besleme kas dokuda MUFA, PUFA, n-3 ve n-6 YA seviyelerinde ciddi oranda düşmelere neden olmuştur. Bu sonuçlar, *P. semisulcatus*'un açlık dönemlerinde lipitleri ve bazı yağ asitlerini etkin bir şekilde katabolize ederek enerji amaçlı kullanabildiklerini, ancak açlığa rağmen membran yapılarında önemli roller oynayan PUFA ve HUFA'ları dokularında muhafaza ederek hatta yükselterek koruduklarını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Penaeus semisulcatus*, Açlık, Yeniden Besleme, Lipit, Yağ Asitleri

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF STARVATION PERIODS ON TOTAL LIPID AND FATTY ACID COMPOSITION OF GREEN TIGER SHRIMP (*Penaeus semisulcatus*)

Derya ÇİÇEK

DEPARTMENT OF FISHERIES
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Prof.Dr. Metin KUMLU
Year: 2011, Page: 43
Jurry : Prof. Dr. Metin KUMLU
: Assoc.Prof. Dr. O. Tufan EROLDOĞAN
: Assoc.Prof. Dr. Yasemen YANAR

In this study, the effects of short (1 week) and long (3 weeks) starvation periods and re-feeding on muscle total lipid and fatty acids (FA) of the green tiger shrimp *Penaeus semisulcatus* (9.27±1.52 g) were investigated for 6 weeks. In the experiment; the 1st Group of shrimps were fed continuously (control), while the 2nd Group fed 3 weeks and fasted 1 week then re-fed for another 2 weeks, and the 3rd Group fed 3 weeks then starved for another 3 weeks. The experiment was performed in plastic containers (50x80x50 cm) in triplicates for each group, and each tank received 14 shrimps randomly. The shrimps were fed a shrimp diet consisting of 40% protein and 7% lipid three times daily during feeding periods. Short (1 week) and long (3 weeks) starvations resulted in 17.24% and 40.38% losses in the shrimp muscle total lipid content compared to that of the control group (P<0.05). Following the short starvation period, re-feeding for 2 weeks increased the muscle total lipid by 10.44% (P>0.05). Our results have demonstrated that, in general, while saturated (SFA) and mono-unsaturated (MUFA) FA's were conserved in the muscle tissue, polyunsaturated (PUFA) FA's were elevated during the short starvation period (P<0.05). The level of n-3 and n-6 series as well as 18:0 and 18:2n-6 rose, but 24:0, 22:2n-6 and 20:5n-3 were catabolised significantly during this period (P<0.05). Except MUFA's, generally the levels of SFA, PUFA and n-3 FA's were found to increase during the long starvation period (P<0.05). The highest catabolised FA was 18:1n-7 of the MUFA's at this time. Significant fluctuations of the level of 24:0 during either starvation or feeding imply that this FA might be playing an important role in the energy requirement. The muscle MUFA, PUFA, n-3 and n-6 FA's showed some sharp declines during the re-feeding period. The current results demonstrate that lipids and some FA's are effectively catabolised as energy source during starvation in *P. semisulcatus* and that, despite hunger, the PUFA's and HUFA's, which play important roles in the structure of membranes, appear to be selectively retained or even elevated in the muscle tissue of this species.

Key Words: *Penaeus semisulcatus*, Starvation, Re-feeding, Lipid, Fatty Acids

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimin her aşamasında sonsuz destek, anlayış ve yardımlarını esirgemeyen, denemenin planlaması ve kurgulanmasında sonsuz katkılarda bulunan danışmanım sayın Prof. Dr. Metin KUMLU'ya, deneme boyunca ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. O. Tufan EROLDOĞAN'a, Arş. Gör. Abdullatif ÖLÇÜLÜ'ye, ayrıca, öğrenim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Birim tarafından SÜF2010YL2 kodlu proje kapsamında desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.2. Deneme Dizaynı	11
3.3. Çevresel Faktörler.....	13
3.4. Örneklerin Hazırlanması.....	13
3.4.1. Lipit Analizi	13
3.4.2. Yağ Asitleri Analizi	14
3.5. İstatistik Hesaplamalar	15
4. BULGULAR	17
4.1. Çevresel Parametreler	17
4.2. Ağırlık Olarak Büyüme	17
4.3. Besin Madde Bileşenleri	17
4.3.1. Lipit içerikleri	17
4.3.1.1. Kısa süreli açlık periyodu.....	17
4.3.1.2. Kısa süreli açlık periyodu sonrasında yeniden besleme.....	17
4.3.1.3. Uzun süreli açlık periyodu	18
4.3.1.4. Kısa ve uzun süreli açlık periyotları	18
4.3.2. Yağ asitleri içerikleri	19
4.3.2.1. Kısa süreli açlık periyodu	19
4.3.2.2. Kısa süreli açlık periyodu sonrasında yeniden besleme	21
4.3.2.3. Uzun süreli açlık periyodu.....	23
4.3.2.4. Kısa ve uzun süreli açlık periyotları	25
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	35
7. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Deneme planı ve örnekleme zamanları	12
Çizelge 4.1. Farklı dönemlerde örneklenen karides gruplarında ölçülen lipit değerleri	18
Çizelge 4.2. Kontrol (sürekli beslenen) ve 1 hafta açlık uygulanan grubun 4. hafta sonundaki yağ asitleri içerikleri (% olarak).....	20
Çizelge 4.3. 1 hafta (Aç 1, 4. hafta) aç bırakıldıktan sonra 2 hafta süreyle yeniden beslenen (Aç 1, 6. hafta) gruplarda yağ asitleri içerikleri (%).....	22
Çizelge 4.4. 6 hafta beslenen kontrol grubu ile 3 hafta beslendikten sonra 3 hafta aç bırakılan (Aç 3) gruplarda 6. haftada ölçülen yağ asitleri içerikleri (%).....	24
Çizelge 4.5. 3 hafta beslendikten sonra 1 hafta (Aç 1) ve 3 hafta (Aç 3) aç bırakılan gruplarda yağ asitleri içerikleri (%).....	26

Şekil 4.1. Sürekli beslenen kontrol grubu ile 3 hafta beslendikten sonra 1 hafta aç bırakılan karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%)...	19
Şekil 4.2. 1 Hafta aç bırakıldıktan sonra yeniden 2 hafta beslenen karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%).....	21
Şekil 4.3. Sürekli beslenen kontrol grubu ile 3 hafta beslendikten sonra 3 hafta aç bırakılan karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%)...	23
Şekil 4.4. 3 hafta beslendikten sonra 1 hafta (Aç 1) veya 3 hafta (Aç 3) aç bırakılan karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%).....	25

1. GİRİŞ

İnsan tüketimi amacıyla üretimleri yaygın olarak yapılan karideslerin beslenmesinde kullanılan yemlerin maliyetinin azaltılması ve yetiştiricilik performanslarının arttırılmasında uygulanacak enerji kaynağı tercihlerini anlama konusundaki bilgi gerekliliği giderek daha da önem kazanmaya başlamıştır. Enerji kaynağı tercihleri açısından türler arasında farklılıklar olduğu, bu farklılıkların da sadece besinlerin biyokimyası ve canlının fizyolojisi ile değil, aynı zamanda yaşam ortamları ile de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Doğada, genel olarak, krustaseler yılın belirli dönemlerinde besin bulamayıp açlığa maruz kalabildikleri gibi, doğal gelişim süreçlerinde kabuk değişimi esnasında da beslenememektedirler. Canlının açlığı esnasında meydana gelen morfolojik, fizyolojik ve davranışsal değişimlerin incelenip anlaşılması ve beslemenin optimize edilmesinde açlıkla ilgili çalışmalar önemli ipuçları verebilmektedir (Sanchez-Paz ve ark., 2006).

Açlık periyotları geçiren hayvanlar enerji kaynaklarının depolanması ve kullanımı ile ilgili ilginç adaptasyonlar gösterirler. Açlık dokularda ciddi miktarlarda besin kayıplarına neden olabilir ve türlerin enerji ve metabolik gereksinimlerini anlama konusunda önemli katkılar getirebilirler (Guderley ve ark., 2003). Krustaseler büyümeleri esnasında açlık döngüleriyle karşılaştıkları için yapay olarak uygulanan açlık neticesinde alınan veriler krustaselerin bu uygulamalara biyokimyasal ve fizyolojik olarak geliştirdikleri adaptasyon mekanizmalarının ve metabolik rotalarının anlaşılmasına yardımcı olurlar (Barclay ve ark., 1983). Bu bilgiler de krustaselerin yetiştiricilik parametrelerinin iyileştirilmesinde kullanılabilirler. Yem kaynaklarının değişmesi veya yokluğu durumlarında krustaselerin büyüyebilme, yaşama ve üreyebilme yeteneklerinin, sindirim fizyolojilerindeki esneklikler de dikkate alındığında, fizyolojik ve biyokimyasal olarak nasıl etkilendiğinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Krustaselerin ve özellikle de bunların içinde en ekonomik grup olan penaeid karideslerin besinsel gereksinimlerinin daha iyi belirlenebilmesine ihtiyaç vardır ve bunun için daha fazla araştırma yapılması gerekliliği ortadadır (Rodriguez ve ark., 1994; Icely ve Nott, 1992).

Açlık metabolik aktiviteyi etkiler ve bu zorunlu süreçteki giderler depolanan iç enerji rezervlerinden karşılanır ki; bu da bazen ağırlıkta kayıplar ile sonuçlanır (Comoglio ve ark., 2008). Canlının açlık periyodu sonrasında yaşadığı ortamın tekrar normale dönmesinin ardından veya canlının yeniden beslenmeye başlamasıyla yem alımı ve büyümenin çok hızlı bir şekilde artabildiği bildirilmektedir (Jobling ve Johansen, 1999). Açlık esnasında ağırlık kaybı ve yeniden beslemeyle ortaya çıkan ağırlık kazancıyla ilgili bilgiler çelişkili olup, Comoglio ve ark. (2008) yengeçlerden *Lithodes santolla*'da açlık esnasında mortalite ve bireysel ağırlıkta farklılık saptanmadığını bildirirken, aynı araştırmacılar (Comoglio ve ark., 2004) karideslerden *Litopenaeus vannamei* ile yaptıkları bir çalışmada açlıkla birlikte yaş ağırlıkta bir değişiklik olmadığını fakat yaşama oranının azaldığını belirtmişlerdir. Diğer yandan, Ritar ve ark. (2003), dikenli istakozlardan *Jasus edwardsii* larvalarında açlıkla birlikte kuru ağırlıkta azalmalar meydana geldiğini bildirmektedir.

Açlık esnasında krustaselerin protein ve lipid gereksinimleri ve metabolizmaları ile ilgili bilgiler oldukça çelişkilidir. Açlığın krustaselerin enerji metabolizması üzerindeki ilk etkisi glikojen ve yağ asitlerinin öncelikle tüketilerek dokularda azaltılması yönündedir (Vonk, 1960). Benzer tepkiler aç bırakılan deniz karideslerinde de saptanmıştır. Örneğin; Cuzon ve ark. (1980)'nın *Penaeus japonicus* ile yaptıkları bir çalışmada; aç bırakılan karideslerde enerji ihtiyacının öncelikle karbonhidratlardan, ardından lipidlerden karşılandığı, protein yıkımının ise en son aşamada gerçekleştiği belirlenmiştir. Wen ve ark. (2007) kerevitlerden *Procambarus clarkii* ile yapılan bir çalışmada; 70 gün süren bir açlık denemesinde, denemenin 30. gününden itibaren proteinin, ardından 50. gününden sonra da yağ içeriğinin önemli ölçüde düştüğünü, ancak yağ asitlerinde önemli bir değişim olmadığını bildirmişlerdir.

Her ne kadar deniz karideslerinde açlık esnasında katabolize edilen temel besinin protein olduğu genel bir kabul görüyorsa olsa da, son zamanlarda *L. vannamei* ile yapılan bir çalışmada, kısa dönem açlıklar esnasında (96 saate kadar) öncelikle plazma ve hepatopankreas glikozunun kullanıldığı, daha sonraki aşamada ise lipid fraksiyonlarından asilgliseritlerden yararlanıldığı tespit edilmiştir (Sanchez-Paz ve ark., 2007). Bu araştırmacılar açlık esnasında protein seviyesinin ilgili dokularda oldukça istikrarlı kaldığını ve katabolizmada çok kullanılmadığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Ritar ve ark.

(2003), dikenli istakoz (*J. edwardsii*) larvalarında açlık periyodu boyunca lipidlerin proteinlere kıyasla sürekli ve daha fazla oranda tüketildiğini ve tüm yağ asitlerinin açlık esnasında enerji kaynağı olarak harekete geçirildiğini saptamışlardır. Bu araştırmacılar, başlangıçta tercihen enerji açısından zengin lipid rezervlerinin harekete geçirildiğini, ulaşılabilir lipid depolarının çoğu bittiği zaman giderek artan bir şekilde proteinlerin kullanıldığını, açlığın ölümden önceki son aşamasında ise yapısal lipidlerin de parçalanabileceğini ve bu durumda larvanın geri dönüşü olmayan noktaya gelmiş olup yeniden besleme sonrasında iyileşme gösteremeyeceğini bildirmektedir. Wen ve ark. (2006) yengeçlerde (*Eriocheir sinensis*) yürüttükleri bir çalışmada; açlığa maruz kalan bireylerde lipidlerin temel enerji kaynağı olarak kullanıldığını belirlemişlerdir.

Lipitler karideslerin de içinde bulunduğu deniz omurgasızlarında temel enerji kaynağıdır ve büyüme, kabuk değişimi ve üremelerinde esansiyel işlevler görürler. Hücre membranları büyük oranda spesifik lipid ve protein kombinasyonlarından oluşmaktadır. Lipitler krustaselerin gelişiminde sadece enerji kaynakları olarak değil, aynı zamanda esansiyel besin kaynakları olarak da önemli roller oynarlar (Kanazawa ve ark., 1985). Karideslerin çoklu doymamış yağ asitlerinden (HUFA) linoleik (18:2n-6, LOA) ve linolenik asitler (18:3n-3, LNA) de dahil olmak üzere, n-6 ve n-3 yağ asitlerini sentezlemede, ayrıca araşidonik (20:4n-6, ARA), eikozapentaenoik (20:5n-3, EPA) ve dokozaheksaenoik (22:6n-3, DHA) asitler gibi yüksek doymamış yağ asitlerini dönüştürme yetenekleri sınırlıdır. Bu yağ asitlerinin esansiyel oldukları bilinmekte olup, yemde her birinden %0.5 oranında LOA ve LNA ile beslenen *Farfantepenaeus chinensis* karideslerinde daha fazla büyüme gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Xu ve ark., 1994).

Deniz karideslerinde açlığın farklı dokulardaki (hepatopankreas, kas vb.) lipid rezervleri ve özellikle de yağ asitleri üzerindeki etkilerini inceleyen sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bunlardan; Barclay ve ark. (1983) karideslerden *Penaeus esculentus*'un kas dokusundaki protein ve lipidlerin 14 gün süren açlık süresince temel enerji kaynağı olarak kullanıldığını, Chandumpai ve ark. (1991) ise açlık esnasında aynı türün yarı-yetişkin bireylerinde triasilgliserol (TAG) rezervinin hızla tüketildiğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Pasifik beyaz karidesinde (*L. vannamei*) Stuck ve ark. (1996) da, açlığın ilk gününde, karideslerin lipidlerden TAG

rezervlerini büyük ölçüde tükettiklerini, ikinci günden itibaren ise proteinleri katabolize etmeye başladıklarını bildirmişlerdir. Pascual ve ark. (2006) *L. vannamei*'nin hepatopankreasında toplam lipit seviyesinin açlığın ilk haftasında hızla düştüğünü, ancak bu düşüşün sonraki 2 hafta boyunca yavaşladığını gözlemlemişlerdir. Perez-Velazquez ve ark. (2003) normal ve sürekli beslenen *L. vannamei*'de kas lipit içeriğini %1.4-1.5 arasında bulmuş ve 17 gün süren açlık sonrasında kas dokularının lipit içeriğinde önemli azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Ritar ve ark. (2003) dikenli istakozlardan *J. edwardsii*'de açlık esnasında lipitlerin protein kaynaklarından daha önce kullanıldığını bildirmektedir. Comoglio ve ark. (2004)'ı da aç bırakılan *L. vannamei*'de öncelikle lipitlerin hızla katabolize edildiklerini göstermişlerdir. Holme ve ark. (2009) yengeçlerden *Scylla serrata* juvenillerinin 4 gün süren açlık periyodu esnasında vücutlarına depoladıkları lipit kaynaklarını enerji gereksinimlerini karşılamak amacıyla etkin bir şekilde kullandıklarını bildirmiştir. Perez-Velazquez ve ark. (2003), *L. vannamei*'de, açlık esnasında bazı bireysel yağ asitlerinden özellikle n-3'lerin kas dokudaki polar lipitlerden, n-3 ve n-6'ların ise hepatopankreastaki nötral lipitlerden katabolize edildiklerini bildirmişlerdir. Wen ve ark. (2006)'ı da yengeçlerin (*E. sinensis*) açlık esnasında doymuş yağ asitlerinden (SFA) 14:0 ve 16:0'ların ve tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) de 16:1n-7 ve 18:1n-9'ların hem hepatopankreas hem de kas dokuda azalmasını bunların enerji amaçlı olarak kullanıldıkları şeklinde yorumlamışlardır. Tatlı su karidesi (*Macrobrachium borelli*)'nin uzun zincirli yağ asitlerinden EPA ve ARA'yı sentezleyemediği ve bunları yem ile alması gerektiği belirlenmiştir (Gonza'lez-Baro' ve Pollero, 1998). Holme ve ark. (2009) *S. serrata* türü yengeçte yaptıkları açlık çalışmasında; EPA, DHA ve ARA'nın açlık boyunca dokuda korunmadığını ve bundan dolayı da muhtemelen bu yengeç türünün HUFA'lara olan ihtiyacının diğer krustaselerden daha düşük olabileceğini ifade etmişlerdir.

Indo-Pasifik bir tür olan yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) ülkemizin kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde yaygın olarak bulunan ve ticari değeri çok yüksek olan bir karides türüdür. 1990'lı yılların ortalarından beri, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ne ait araştırma tesislerinde, bu karides türünün yetiştiricilik potansiyelinin

belirlenmesi ve ülkemiz koşullarına uygun üretim modellerinin geliştirilmesi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (Kumlu ve Lök, 2007). Bu tür ile ilgili olarak doğadan yakalanan bireylerde yağ asidi, amino asit, mineral madde, karotenoyit içeriklerinin mevsimlere bağlı değişimleri gibi konularda da çalışmalar yapılmıştır (Yanar ve Çelik, 2006). Ancak açlık dönemlerinin ve yeniden beslemenin bu karidesin toplam lipit ve yağ asitleri üzerine olan etkileri henüz çalışılmamıştır.

Büyümesini sürdürmekte olan su ürünleri yetiştiricilik sektöründe üretilecek ürününün besin kalitesi değiştirilmeden daha ekonomik yetiştiricilik yapılabilmesine olanak verecek çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca, ülkemiz gibi yarı-tropik ülkelerde kış aylarında karşılaşılan ölümcül düşük su sıcaklıklarından ($<12^{\circ}\text{C}$) karideslerin korunabilmesi için uygulanan kışlatma teknikleri esnasında aç kalan veya çok düşük oranlarda yem almak zorunda kalan karideslerde kas dokuda gerçekleşen besin kayıplarının ne oranda olduğunu bilmesi de önemlidir. Açlık dönemlerinde lipit ve özellikle de esansiyel yağ asitlerinden EPA ve DHA'nın nasıl etkilendiğini belirlemek hem karideslerin beslenmesi hem de insan gıdası olarak bu besinlerdeki değişimlerin anlaşılması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde, yürütülmesi planlanan bu çalışma açlık dönemlerinin ve yeniden beslemenin karideslerde hem toplam lipit hem de özellikle yağ asitleri üzerine ne tür etkilerde bulunacağını ortaya koymayı hedeflemiş bir araştırmadır. Bu projenin sonuçları farklı açlık sürelerinin ve tekrar besleme rejimlerinin yeşil kaplan karidesi (*P. semisulcatus*)'nde toplam lipit ve yağ asidi değişimi ve/veya birikimi üzerine etkisinin anlaşılmasına katkı getirilebilme imkanı verecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Karideslerde türlerin toplam lipit içerikleri ve yağ asitleri kompozisyonları üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış olup açlık periyodu sonrasındaki lipit ve yağ asitleri kompozisyonundaki değişimler üzerine az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Cuzon ve ark. (1980) *P. japonicus* ile yaptıkları bir çalışmada 4 haftalık açlık süresi boyunca vücut ağırlığında belirgin bir azalma olmadığını, bu karides türünün enerji ihtiyacını karşılamak için temel olarak karbonhidratları, daha sonra lipitleri ve açlığın son haftasında ise belirgin olarak proteinleri kullandıklarını bildirmişlerdir. Chandumpai ve ark. (1991) ise açlığa maruz bırakılan *P. esculentus*'un yarı-yetişkin bireylerinde triasilgliserol (TAG) rezervinin hızla tüketildiğini belirlemişlerdir.

Barclay ve ark. (1983), *P. esculentus*'un açlık ve kabuk değiştirme döngüsü sırasında yağ ve proteindeki değişimleri saptamak amacıyla yaptıkları bir çalışmada; beslenen karideslerin ağırlıklarının %3'e kadar artış gösterdiği belirlenirken, aç bırakılan karideslerde ağırlığın %4'e kadar düştüğünü, 14 günlük açlık süresince toplam proteinden 550 mg ve toplam yağdan 84 mg kayıpla temel enerji kaynağının protein olduğunu belirlemişlerdir.

Gu ve ark. (1996), beslenme seviyesi ve açlığın kerevitlerden *Cherax quadricarinatus*'un gelişimi, su ve protein içeriği üzerine yaptıkları bir çalışmada kilo artışının beslenme seviyesi ile doğru orantılı olduğunu, beslenme seviyesindeki artışın su içeriğinde azalma ve protein seviyesinde artma ile sonuçlandığını tespit etmişlerdir. Beslenmenin kesilmesinin ağırlık kaybına ve protein içeriğinin gittikçe azalmasına ve eş zamanlı olarak su içeriğinin artmasına neden olduğunu, 3 gün aç kalan juvenillerde toplam protein içeriğinin %3.9 ve 12 gün aç kalanlarda ise %8.3 azaldığını, diğer yandan normal vücut protein içeriğinin 12 gün açlık sonrasını takip eden beslenme ile 6 gün içerisinde düzeldiğini bildirmişlerdir.

Stuck ve ark. (1996), *P. vannamei* postlarvaları ile yaptıkları 24 günlük bir çalışmada; gruplardan birini 12 gün aç bıraktıktan sonra 12 gün boyunca beslemiş, diğer grubu ise 24 gün sürekli olarak beslemişlerdir. Kabuk değiştirme ve gelişimin aç bırakılıp yeniden beslenen post-larvalarda; aç bırakılmanın ikinci gününden sonra durduğunu, beslenen post-larvalarda ise anlamlı derecede arttığını tespit etmişlerdir.

Yine bu çalışmada vücut su içeriğinin açlığa yanıt olarak hızla arttığını, protein seviyesinin açlığın ikinci gününden sonra azalmaya başladığını, triasilgliserol rezervlerinin ise açlığın ilk gününde ciddi bir şekilde boşaldığını, sonuç olarak da uzayan açlık durumunda proteinin kullanılırken açlığın kısa süreli devrelerinde triasilgliserolün enerji sağladığını belirtmişlerdir.

Gonza'lez-Baro' ve Pallero (1998) tatlı su karidesi *Macrobrachium borelli*'nin uzun zincirli yağ asitlerinden EPA ve ARA'yı sentezleyemediklerini ve bunları yem ile almaları gerektiğini belirlemişlerdir.

Ritar ve ark. (2003), kültürü yapılan dikenli istakozlardan *J. edwardsii*'de phyllosoma ve yumurtadan çıktıktan sonraki evreye kadar (yumurtadan çıktıktan 74 saat sonra) açlığın neden olduğu biyokimyasal değişiklikleri incelemişler ve yağ miktarının yumurtadan çıkışta %7.9'dan 4. evrede %12.5 ile en yüksek seviyeye ulaştığını ancak açlık süresince (6-11 gün) %50 ya da daha fazla azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca temel yağ asitlerinin muhafaza edildiğini (ARA, EPA ve DHA) ve çoklu doymamış 18 karbonlu yağ asitleri profilinde (18:1n-9, 18:2n-6) yüksek kazanımlar olduğunu ifade etmişlerdir.

Sven ve ark. (2004) karideslerden *Campylonotus vagans* türünde kısıtlanmış larval gelişim süresince vücuttaki temel bileşimlerdeki değişimleri incelemişler, baskın olarak bulunan yağ asitlerinin 18:1n-9, 16:0, 20:5n-3, 18:1n-7, 18:3n-3, 18:0, 16:1n-7 olduğunu ve bunlardan 20:5n-3 (EPA) dışındakilerin *Artemia* nauplileri ile beslemeye bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Perez-Velazquez ve ark. (2003) normal ve sürekli beslenen *L. vannamei*'de kas lipid içeriğini %1.4-1.5 arasında bulmuş ve 17 gün süren açlık sonrasında kas dokusunu lipid içeriğinde önemli azalmalar olduğunu, hatta hepatopankreaslarındaki azalmanın daha da yüksek oranda gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar *L. vannamei*'nin kas dokusunda ağırlıklı olarak 16:0, 18:0, 18:1, 18:2n-6 (LNA), 20:5n-3(EPA) ve 22:6n-3(DHA) yağ asitlerinin bulunduğunu bildirmiştir. Bu araştırmacılar toplam yağ asitleri içerisinde özellikle PUFA ve HUFA'ların %50'den fazla bulunduğunu, ikinci sırada SFA ve üçüncü sırada ise MUFA'ların yer aldığını belirlemişlerdir.

Comoglio ve ark. (2004)'ı aç bırakılan *L. vannamei*'de 3. ile 9. günler arasında hızlı bir lipit metabolizması belirlediklerini ve bu esnada öncelikle lipitlerin hızla katabolize edildiklerini göstermişlerdir. Bu araştırmacılar açlık öncesinde yüksek protein (%40) içeren yemlerle beslenen *L. vannamei*'nin 14 gün açlığı rahatlıkla tolere edebildiğini, ancak %5 protein içeren yemlerle beslenenlerin sadece 1 hafta süren açlığa dayanabildiklerini belirlemişlerdir.

Pascual ve ark. (2006) *L. vannamei*'nin hepatopankreastaki toplam lipit seviyesinin açlığın ilk haftasında hızla düştüğünü, ancak bu düşüş hızının sonraki 2 hafta boyunca yavaşladığını gözlemlemişlerdir.

Wen ve ark. (2006)'ı da yengeçlerin (*E. sinensis*) açlık esnasında SFA'lardan 14:0 ve 16:0'ların ve MUFA'lardan da 16:1n-7 ve 18:1n-9'ların hem hepatopankreas hem de kas dokuda azalmasını bunların enerji amaçlı olarak kullanıldıkları şeklinde yorumlamışlardır.

Kerevitlerden *Procambarus clarkii* ile yapılan bir çalışmada; Wen ve ark. (2007), 70 gün süren bir açlık denemesinde, denemenin 30. gününden itibaren proteinin, ardından 50. günden sonrada yağ içeriğinin önemli ölçüde düştüğünü, ancak yağ asitlerinde önemli bir değişme olmadığını bildirmişlerdir.

Sánchez-Paz ve ark. (2007), kısa süreli açlığın *L. vannamei*'nin hepatopankreası ve enerji rezervleri üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışmada; kısa süreli açlık koşullarında (96 saate kadar) plazma ve hepatopankreas glikozunda hızlı bir düşüş ve hepatopankreatik glikojende de önemli bir azalma tespit etmişlerdir. Buna ek olarak, hepatopankreastaki ve plazmadaki proteinin deneme esnasında sabit kaldığını, hepatopankreastaki asilgliseridlerin miktarının ise sonraki zamanlarda belirgin bir şekilde azaldığını ifade etmişlerdir.

Holme ve ark. (2009) yengeçlerden *S. serrata* larvalarının 4 gün süren açlık periyodu esnasında vücutlarına depoladıkları lipit kaynaklarını enerji gereksinimlerini karşılamak amacıyla etkin bir şekilde kullandıklarını bildirmiştir. Bu araştırmacıların bulguları *S. serrata* larvalarının kısa dönem aç bırakılmaları esnasında yağ asitlerinin enerji deposu olarak önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Daha uzun süreli açlık (>6 gün) durumunda ise lipitlerden ziyade diğer besin kaynaklarının katabolize edilerek enerji gereksiniminde kullanıldığını bildirmişlerdir.

Comoglio ve ark. (2008) yengeçlerden *Lithodes santolla*'da açlık esnasında mortalite ve bireysel ağırlıkta farklılık saptanmadığını bildirirken, aynı araştırmacılar (Comoglio ve ark., 2004) karideslerden *L. vannamei* ile yaptıkları bir çalışmada açlıkla birlikte yaş ağırlıkta bir değişiklik olmadığını fakat yaşama oranının azaldığını belirtmişlerdir.

Rivera-Perez ve ark. (2010) *L. vannamei*'de sindirim enzimlerinden lipazın açlık ile etkilendiğini ve bu enzimin aktivitesinin açlıktan 24 saat sonra artışının lipitlerin enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla ilişkili olduğunu belirtmektedirler.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak, Çukurova Üniversitesi, Su ürünleri Fakültesi'ne ait olan Yumurtalık Deniz Ürünleri Araştırma İstasyonu'ndaki kuluçkahanede, *Penaeus semisulcatus* anaçlarının yumurtlatılmasıyla elde edilmiş olan juvenil karidesler kullanılmış ve deneme aynı istasyonda yürütülmüştür. Denemede kullanılan karidesler 2.0x1.0x0.6 m boyutlarında 2 adet dikdörtgen fiberglas tank içerisinde 2 haftalık bir alıştırma periyodunda tutulduktan sonra deneme başlatılmıştır.

3.2. Deneme Dizaynı

Denemede kullanılan juvenil karidesler (9.27 ± 1.52 g) 14'er adet olacak şekilde tesadüfî olarak 50x80x50 cm boyutlarında plastik deneme tanklarına her grup için 3 tekerrürlü olarak stoklanmışlardır. Gruplar deneme tanklarına stoklanırken başlangıç ağırlıkları arasında önemli bir farklılık olmamasına dikkat edilmiştir ($P > 0.05$). 3 farklı deneme grubu aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

1. Grup (Kontrol): sürekli beslenen bireyler,
2. Grup (Aç 1, Kısa Açlık Periyodu): 3 hafta besleme sonrasında 1 hafta aç bırakılan ve ardından 2 hafta süreyle yeniden beslenen bireyler,
3. Grup (Aç 3, Uzun Açlık Periyodu): 3 hafta besleme ve ardından 3 hafta aç bırakılan bireyler.

Karideslerin yemlenmesi, bir önceki yemleme saatindeki yem tüketimine göre serbest yemleme (*ad libitum*) olarak günde 3 defa (08:00, 13:00, 18:00'de) halinde yapılmıştır. Yemlemede Abalıoğlu Yem A.Ş. (İzmir)'nin ürettiği %45 protein ve %7 lipit içeren karides yemi kullanılmıştır. Yem ve dışkı atıklarını tanktan uzaklaştırmak amacıyla günde en az bir kez sifonlama yapılmıştır. Sifonlama sonrasında azalan su

yerine yeni su eklenerek deneme tanklarındaki su değişimi günlük %50-80 arasında olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Deneme planı ve deneme süresince yapılan örneklemelerin zamanlaması Çizelge 1’de verilmiştir.

Deneme tanklarına kum ve kartuş filtrelerden 1 μ ’na kadar filtre edilmiş, ‰40 tuzlulukta deniz suyu verilmiş ve her bir deneme tankı bir havataşı yardımıyla sürekli olarak havalandırılmıştır. Karideslerin zıplayarak kaçışlarını engellemek için tankların üzeri ince gözlü ağ ile örtülmüştür. Deneme başladıktan sonra ölen karidesler, ilk hafta boyunca benzer ağırlıktaki yeni bireylerle değiştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme planı ve örnekleme zamanları.

	Haftalar					
	1	2	3	4	5	6
Kontrol				*		*
Aç 1				*		*
Aç 3						*

* ile işaretli haftaların son günlerinde örneklemeler yapılmıştır. Ok ile işaretli ve koyu renkle taralı alan besleme yapılan haftaları, renksiz alan ise aç bırakılan haftaları göstermektedir.

Karides juvenillerinin hassas olmalarından dolayı ağırlık ölçümleri denemenin başlangıcında (0. gün) tüm karideslerde ve sonunda (42. gün) ise örnekleme neticesinde geriye kalan bireylerde yapılmıştır. Karidesler tartılmadan önce kuru bir bez ile kurulanarak üzerlerindeki su alınmıştır. Deneme boyunca yapılan tüm tartım işlemlerinde 0.01 g hassasiyette bir elektronik terazi kullanılmıştır.

3.3. Çevresel Faktörler

Deneme süresince tanklardaki su sıcaklığı birer ısıtıcı aracılığıyla 26°C civarında sabit tutulmuş ve her gün bir termometre aracılığıyla ölçülmüştür. Deneme tanklarındaki çözünmüş oksijen, pH ve tuzluluk ise haftalık olarak, sırasıyla, dijital bir oksijen-metre, pH-metre (WTW, Almanya) ve refraktometre ile ölçülmüştür.

3.4. Örneklerin Hazırlanması

Deneme sonunda karideslerin etlerindeki toplam lipit ve yağ asitleri bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla her örnekleme döneminde, her gruptan 3-4 adet karides olacak şekilde örnek alınmıştır. Örneklerin kabukları soyularak sadece et kısmı kalacak şekilde temizlenmiştir. Kıyma makinesinde homojenize edilen örnekler derin dondurucuda (-20°C) saklanmış ve bir hafta içerisinde tüm örneklerin analizleri tamamlanmıştır.

3.4.1. Lipit Analizi

Toplam lipit miktarının tespiti Bligh ve Dyer (1959)'ın bildirdikleri metoda göre yapılmıştır. Önceden homojenize edilerek dondurucuda bekletilen örneklerden 5'er g örnek 0.1 g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Her bir tekerrür için 3'er paralel alınarak 1:2 oranında 120 mL metanol+kloroform karışımı eklenip ultratorax yardımıyla karıştırılarak tekrar homojenize edilmiştir. Daha sonra bu örnekler üzerine %0.4'lük CaCl_2 solüsyonundan 20 mL eklenerek bir süzme kağıdından (Schleicher ve Schuell, 595 $\frac{1}{2}$ 185 mm) süzülen örnekler, 105°C'de 2 saat kurutma dolabında bekletilip darası alınmış olan balon jojelere süzdürülmüştür. Bu balon jojeler ağızları hava almayacak şekilde parafilm ile kapatılarak bir gece karanlık ortamda bekletilmiştir. Ertesi gün balonlar üzerindeki üst tabakayı oluşturan metanol+su fazı pastör pipeti aracılığı ile dışarı alınmıştır. Balonun alt fazında kalan kloroform+lipit kısmından kloroform, 60°C'de su banyosu yardımıyla bir rotasyon evaporatör kullanarak uçurulmuştur. Son olarak balon jojeler etüvde 1 saat süreyle

60 °C’de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutup 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranın hesaplanmasında;

$$\% \text{ Lipit} = \frac{[(\text{Balon Darası (g)} + \text{Lipit (g)}) - \text{Balon Darası (g)}]}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

formülü kullanılmıştır. Paralellerin oranları hesaplandıktan sonra tekerrür ortalaması, tekerrürlerin ortalamasından da her bir örnek gruba ait lipit oranları (%) olarak bulunmuştur.

3.4.2. Yağ Asitleri Analizi

Eksrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichihara ve ark. (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4 mL 2M’lık KOH ve 2 mL n-heptan ilave edilmiştir. Örnekler daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000 rpm’ de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve heptan tabakası GC’de analiz için alınmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu alev iyonizasyon dedektörlü (FID) ve 30m x 0.32mm ID x 0.25µm film kalınlığında SGE kolonlu otomatik örneklemeli GC (Gaz kromatografik, Perkin Emler, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör ve detektör sıcaklıkları sırasıyla önce 220°C sonra 280°C’ ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakikada 140 °C’de tutulmuştur. Sonrasında 200 °C’ye kadar, her dakika 4 °C arttırılarak, 200 °C’den 220’ye de her dakika 1°C arttırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1 mL olup, taşıyıcı gazı kontrolü 16 ps’de olması sağlanmıştır. Ayıraç (split) uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan yağ asiti metil esterleri (FAME) karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Sonuçlar yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.5 İstatistik Hesaplamalar

Deneme sonunda elde edilen veriler SPSS18 istatistik programının one-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) testi ile analiz edilmiş ve Tukey, Scheffe ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem düzeyinde test edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Çevresel Parametreler

Deneme süresince tanklardaki su sıcaklıkları minimum 24°C ile maksimum 27°C arasında değişmiş olup, ortalama 26.5°C olarak hesaplanmıştır. Deneme esnasında ölçülen minimum ve maksimum O₂ değerleri 4.60 mg/L ve 5.40 mg/L arasında, ortalama tuzluluk değeri ise ‰39 olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, deneme boyunca ölçülen bu su parametrelerinde önemli değişikliklerin olmadığını göstermiştir.

4.2. Ağırlık Olarak Büyüme

Deneme sonunda gruplardaki ortalama ağırlık değerleri, tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile karşılaştırıldığında; gruplar arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$). Altı hafta sonunda deneme sonu ortalama ağırlık değerleri 12.8 ile 13.5 g arasında değişmiştir.

4.3. Besin Madde Bileşenleri

4.3.1. Lipit içerikleri

4.3.1.1. Kısa süreli açlık periyodu

Dört hafta süreyle devamlı olarak beslenen grup (Kontrol) ile 1 hafta aç bırakılan grubun (Aç 1) lipit değerleri tek yönlü varyans analizi ile kıyaslandığında, 1 haftalık açlık periyodunun lipit içeriği (%1.20) açısından, kontrol grubuna kıyasla (%1.45), %17.2 oranında önemli bir düşüş yarattığı ($P<0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.1).

4.3.1.2. Kısa süreli açlık periyodu sonrasında yeniden besleme

Bir hafta aç bırakıldıktan sonra 2 hafta süreyle yeniden beslenen grupta (Aç 1) lipit değerlerinde bir yükselme görülmesine rağmen, bu artışın istatistik olarak farklı olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

4.3.1.3. Uzun süreli açlık periyodu

Sürekli beslenen kontrol grubu ile üç hafta beslendikten sonra üç hafta aç bırakılan (Aç 3) grubun lipit değerleri kıyaslandığında, uzun süreli açlık periyodunun karideslerde %40.4 oranında azalmaya neden olduğu anlaşılmıştır ($P<0.05$) (Çizelge 4.1).

4.3.1.4. Kısa ve uzun süreli açlık periyotları

Yapılan hesaplama neticesinde, uzun süreli yani üç hafta (Aç 3) süreyle aç bırakılan karideslerle, kısa süreli (1 hafta, Aç 1) açlığa maruz kalan karideslerde kas dokudaki lipit değerleri kıyaslandığında %22.5 lipit kaybı gerçekleştiği görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge, 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı dönemlerde örneklenen karides gruplarında kas dokudan ölçülen lipit değerleri (% olarak).

	Haftalar						
	Başlangıç	1	2	3	4	5	6
Kontrol	0.85±0.07	-	-	1.03±0.05	1.45±0.09		1.56±0.11
Aç 1	0.85±0.07	-	-		1.20±0.05		1.34±0.07
Aç 3	0.85±0.07	-	-				0.93±0.09

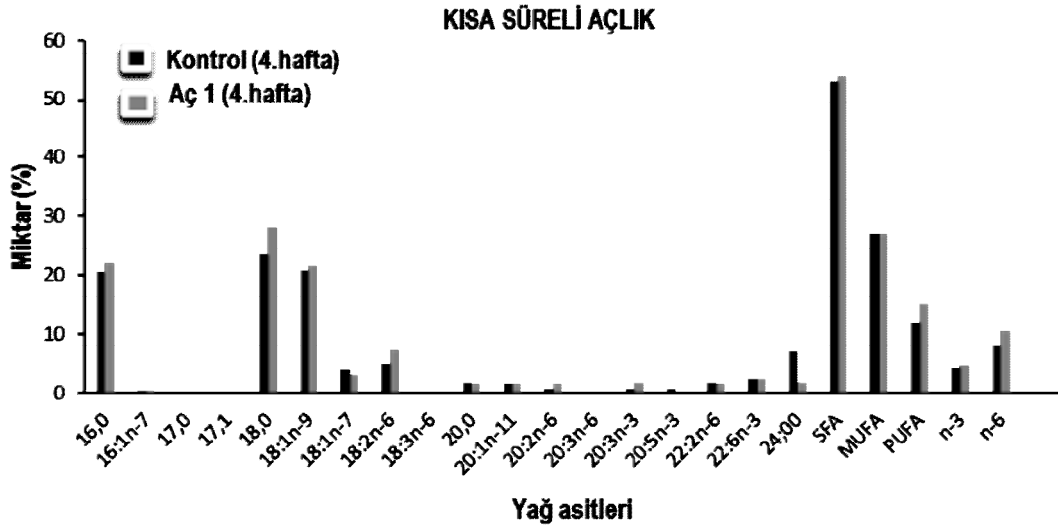
Her değer bir ortalama ($n=3$) $\pm$ standart sapmadan oluşmaktadır. Koyu renkle taralı alan besleme yapılan haftaları, renksiz alan ise aç bırakılan haftaları göstermektedir.

4.3.2. Yağ asitleri içerikleri

4.3.2.1. Kısa süreli açlık periyodu

Sürekli beslenen kontrol grubuyla, bir hafta açlığa maruz bırakılan (Aç 1) grubun 4. hafta sonundaki örneklemelerinde yapılan analizler sonucunda (Çizelge 4.2); bu iki grup arasında toplam doymuş (SFA), tek doymamış (MUFA) ve n-3 yağ asitleri açısından herhangi bir istatistiksel farklılık görülmezken ($P>0.05$), toplam çok doymamış (PUFA) ve toplam n-6 yağ asitlerinde istatistiki anlamda farklılıklar görülmüştür ($P<0.05$).

Doymuş yağ asitlerinden 18:0 miktarında artış görülürken, 24:0 miktarında azalma gözlenmiş ve bu değişiklikler istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca, açlık grubunda (Aç 1) n-3 yağ asitlerinden 20:3n-3 miktarında önemli bir artış görülürken, DHA miktarında önemli bir azalma saptanmış ($P<0.05$), diğer n-3 yağ asitlerinde ise istatistiksel herhangi bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Diğer yandan, açlık grubunda n-6 yağ asitlerinden sadece 20:2n-6 miktarında istatistiksel olarak bir artış gözlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.2; Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Sürekli beslenen kontrol grubu ile 3 hafta beslendikten sonra 1 hafta aç bırakılan karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%).

Çizelge 4.2. Kontrol (sürekli beslenen) ve 1 hafta açlık uygulanan grubun 4. hafta sonunda kas dokudaki yağ asitleri içerikleri (% olarak).

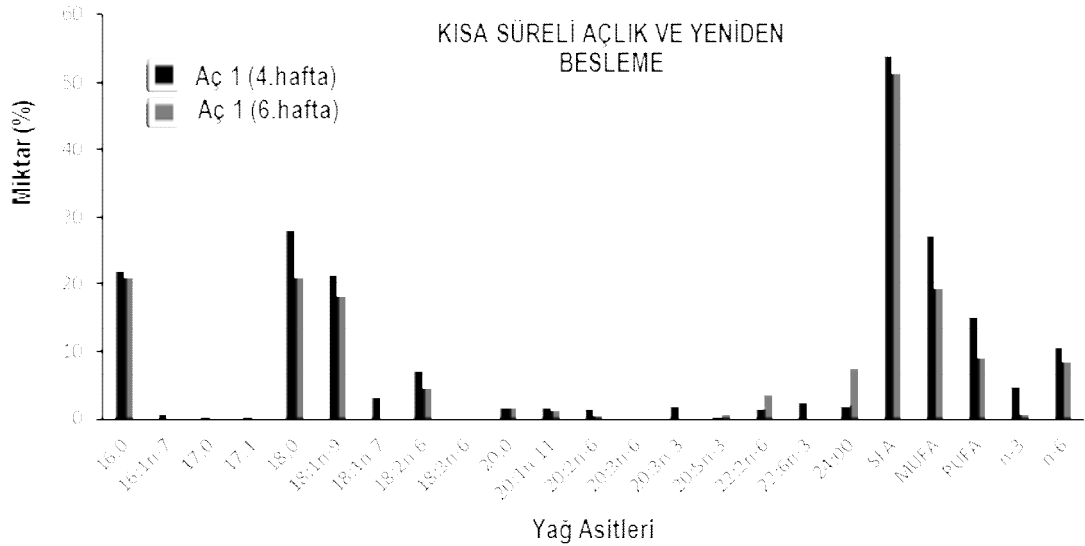
GRUPLAR	Kontrol (4. Hafta)	Aç 1 (4. Hafta)
Yağ asitleri		
16:0	20.6±0.2 ^a	22.0±1.2 ^a
16:1n-7	0.6±0.0 ^a	0.6±0.0 ^a
17:0	0.2±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a
17:1	0.3±0.0 ^a	0.3±0.0 ^a
18:0	23.6±2.3 ^b	28.1±0.9 ^a
18:1n-9	20.7±0.8 ^a	21.5±0.9 ^a
18:1n-7	3.9±0.1 ^a	3.1±0.8 ^a
18:2n-6	4.9±1.5 ^a	7.2±0.3 ^a
18:3n-6	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a
20:0	1.7±0.7 ^a	1.6±0.2 ^a
20:1n-11	1.5±0.4 ^a	1.6±0.1 ^a
20:2n-6	0.8±0.1 ^b	1.5±0.4 ^a
20:3n-6	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a
20:3n-3	0.7±0.1 ^b	1.8±0.3 ^a
20:5n-3	0.8±0.3 ^a	0.3±0.2 ^b
22:2n-6	1.9±1.2 ^a	1.5±0.6 ^a
22:6n-3	2.5±0.2 ^a	2.4±0.8 ^a
24:0	7.0±0.9 ^a	1.9±0.6 ^b
Σ SFA	52.9±3.0 ^a	53.8±1.6 ^a
Σ MUFA	27.0±0.5 ^a	27.1±0.2 ^a
Σ PUFA	11.9±0.7 ^b	15.1±1.7 ^a
Σ n-3	4.1±0.5 ^a	4.6±1.1 ^a
Σ n-6	7.8±0.3 ^b	10.5±0.9 ^a
n-3/n-6	0.5±0.0 ^a	0.4±0.1 ^a
TOPLAM		
Tanımlanabilen yağ asitleri	91.8	96.0
Tanımlanamayan yağ asitleri	8.2	4.0

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı (n=3) göstermektedir. Her satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar birbirlerinden farklıdır (P<0.05).

4.3.2.2. Kısa süreli açlık periyodu sonrasında yeniden besleme

Kısa süreli açlık periyodunun sonrasında uygulanan yeniden besleme sonucunda, doymuş yağ asitlerinin miktarında önemli bir değişiklik görülmezken ($P>0.05$), toplam MUFA ve PUFA'lar ile n-3 ve n-6 yağ asitlerinin miktarlarında, ($P<0.05$) yeniden besleme sonucunda, önemli ölçüde azalmalar gözlenmiştir (Çizelge 4.3). Doymuş yağ asitlerinden 18:0 miktarında azalma, diğer yandan 24:0 miktarında ise artış istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($P<0.05$).

Yeniden besleme neticesinde MUFA'lardan 16:1n-7, 17:1, 18:1n-9, 18:1n-7 miktarlarında azalmalar belirlenmiştir ($P<0.05$). PUFA'lardan 18:2n-6, 18:3n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:3n-3 ve 22:6n-3 miktarlarında da önemli ölçüde azalmalar ($P<0.05$) görülmüş olup, bu yağ asitlerinden sadece 22:2n-6 miktarında istatistiksel olarak bir artış meydana gelmiştir ($P<0.05$, Çizelge 4.3; Şekil 4.2). Açlık periyodu sonrasında yeniden beslenen karideslerde özellikle toplam n-3 yağ asitlerinde çok önemli azalma kaydedilmiş olup, bu azalma oransal olarak toplam n-6 grubu yağ asitlerinde daha düşük çıkmıştır ($P<0.05$).



Şekil 4.2. 1 Hafta aç bırakıldıktan sonra yeniden 2 hafta beslenen karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%).

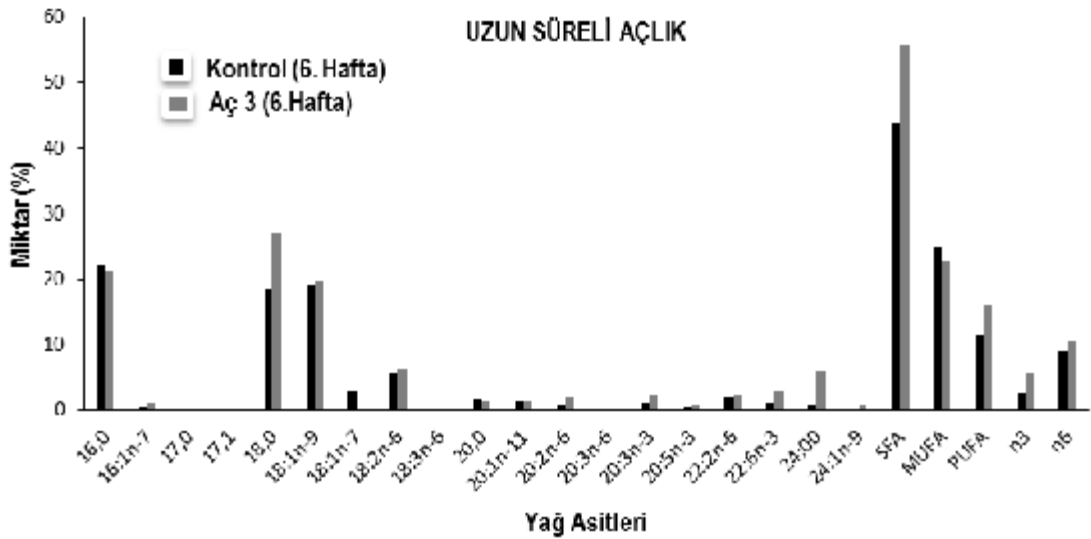
Çizelge 4.3. 1 hafta (Aç 1, 4. hafta) aç bırakıldıktan sonra 2 hafta süreyle yeniden beslenen (Aç 1, 6. hafta) gruplarda kas dokudaki yağ asitleri içerikleri (% olarak).

GRUPLAR	Aç 1 (4. Hafta)	Aç 1 (6. Hafta) (Yeniden Besleme)
Yağ asitleri		
16:0	22.0±1.2 ^a	21.0±0.2 ^a
16:1n-7	0.6±0.0 ^a	0.0±0.0 ^b
17:0	0.2±0.0	-
17:1	0.3±0.0	-
18:0	28.1±0.9 ^a	21.0±0.1 ^b
18:1n-9	21.5±0.9 ^a	18.1±1.1 ^b
18:1n-7	3.1±0.8 ^a	0.0±0.0 ^b
18:2n-6	7.2±0.3 ^a	4.5±0.9 ^b
18:3n-6	0.1±0.0	-
20:0	1.6±0.2 ^a	1.7±0.4 ^a
20:1n-11	1.6±0.1 ^a	1.2±0.3 ^a
20:2n-6	1.5±0.4 ^a	0.5±0.2 ^b
20:3n-6	0.1±0.0	-
20:3n-3	1.8±0.3 ^a	0.0±0.0 ^b
20:5n-3	0.3±0.2 ^a	0.6±0.3 ^a
22:2n-6	1.5±0.6 ^b	3.5±0.5 ^a
22:6n-3	2.4±0.8	-
24:0	1.9±0.6 ^b	7.6±2.1 ^a
Σ SFA	53.8±1.6 ^a	51.2±2.3 ^a
Σ MUFA	27.1±0.2 ^a	19.3±1.0 ^b
Σ PUFA	15.1±1.7 ^a	9.1±0.5 ^b
Σ n-3	4.6±1.1 ^a	0.6±0.3 ^b
Σ n-6	10.5±0.9 ^a	8.5±0.6 ^b
n-3/n-6	0.4±0.1 ^a	0.1±0.0 ^b
TOPLAM		
Tanımlanabilen yağ asitleri	96.0	88.9
Tanımlanamayan yağ asitleri	4.0	11.1

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı (n=3) göstermektedir. Her satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar birbirlerinden farklıdır (P<0.05). ‘-’ Analizlerde belirlenememiş yağ asitlerini ifade etmektedir.

4.3.2.3. Uzun süreli açlık periyodu

Sürekli beslenen kontrol grubu ile üç hafta beslendikten sonra üç hafta açlık uygulanan grup (Aç 3) arasında uzun süreli açlığın etkilerinin incelendiği kıyaslamada; toplam SFA, PUFA ve n-3 yağ asitlerinin miktarlarında istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir ($P<0.05$, Çizelge 4.4). Uzun süreli açlığın toplam MUFA ve n-6 yağ asitleri miktarları üzerinde ise herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Doymuş yağ asitlerinden 18:0 ve 24:0 miktarlarında önemli bir artış gözlenirken ($P<0.05$), 20:0 miktarında önemsiz bir azalma görülmüştür ($P>0.05$). Uzun süreli açlığın MUFA'lerden özellikle 18:1n-7 miktarında önemli bir azalmaya neden olduğu ($P<0.05$), 16:1n-7, 18:1n-9 ve 24:1n-9 miktarlarında önemsiz bir artışa, öte yandan 20:1n-11 miktarında ise önemsiz bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). Üç haftalık açlık periyodu PUFA'lerden 18:2n-6, 20:5n-3, 22:2n-6 miktarlarında önemsiz bir artışa ($P>0.05$), ancak 20:2n-6, 20:3n-3, 22:6n-3 yağ asitlerinde ise önemli bir artışa neden olmuştur ($P<0.05$)(Çizelge 4.4; Şekil 4.3). Açlık periyodu ile n3/n6 oranında bir yükselme belirlenmiştir ($P<0.05$).



Şekil 4.3. Sürekli beslenen kontrol grubu ile 3 hafta beslendikten sonra 3 hafta aç bırakılan karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%).

Çizelge 4.4. 6 hafta beslenen kontrol grubu ile 3 hafta beslendikten sonra 3 hafta aç bırakılan (Aç 3) gruplarda 6. haftada kas dokuda ölçülen yağ asitleri içerikleri (%).

GRUPLAR	Kontrol (6. Hafta)	Aç 3 (6. Hafta)
Yağ asitleri		
16:0	22.2±0.6 ^a	21.2±2.5 ^a
16:1n-7	0.4±0.2 ^a	1.0±0.3 ^a
17:0	0.2±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a
17:1	0.3±0.1 ^a	0.3±0.0 ^a
18:0	18.5±2.6 ^b	27.0±1.6 ^a
18:1n-9	19.3±0.8 ^a	19.6±0.8 ^a
18:1n-7	3.0±1.2 ^a	0.0±0.0 ^b
18:2n-6	5.7±1.2 ^a	6.1±1.0 ^a
18:3n-6	0.2±0.0	-
20:0	1.8±0.5 ^a	1.3±0.2 ^a
20:1n-11	1.5±0.4 ^a	1.4±0.3 ^a
20:2n-6	0.9±0.1 ^b	2.0±0.2 ^a
20:3n-6	0.2±0.0	-
20:3n-3	1.0±0.0 ^b	2.2±0.2 ^a
20:5n-3	0.5±0.5 ^a	0.6±0.1 ^a
22:2n-6	2.0±1.1 ^a	2.4±1.2 ^a
22:6n-3	1.1±0.0 ^b	2.8±0.3 ^a
24:0	0.9±0.0 ^b	6.0±2.6 ^a
24:1n-9	0.3±0.5 ^a	0.6±0.0 ^a
Σ SFA	43.6±3.2 ^b	55.5±8.6 ^a
Σ MUFA	24.8±1.7 ^a	22.8±0.8 ^a
Σ PUFA	11.5±2.1 ^b	16.1±0.9 ^a
Σ n3	2.6±0.5 ^b	5.6±0.3 ^a
Σ n6	8.9±2.0 ^a	10.5±0.8 ^a
n3/n6	0.3±0.1 ^b	0.5±0.1 ^a
TOPLAM		
Tanımlanabilen yağ asitleri	79.8	94.4
Tanımlanamayan yağ asitleri	20.2	5.6

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı (n=3) göstermektedir. Her satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar birbirlerinden farklıdır (P<0.05). ‘-’ Analizlerde belirlenememiş yağ asitlerini ifade etmektedir.

4.3.2.4. Kısa ve uzun süreli açlık periyotları

Bir hafta (kısa süreli) açlık uygulanan (Aç 1) grupla, üç hafta (uzun süreli açlık) uygulanan (Aç 3) grup arasında yağ asitleri içerikleri kıyaslandığında; toplam SFA, PUFA, n-3 ve n-6 yağ asitleri içeriklerinde istatistiksel olarak benzer ($P>0.05$) çıkmış, ancak uzun süreli aç bırakılan grupta toplam MUFA'larda ise istatistiksel olarak önemli bir azalma görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 4.5). Açlık periyodunun uzaması doymuş yağ asitlerinden 16:0, 18:0, 20:0 ve 24:0 miktarlarında önemli bir değişikliğe neden olmamıştır ($P>0.05$). Açlık periyodunun uzaması MUFA'lardan 18:1n-9, 18:1n-7 miktarlarında önemli bir azalmaya ($P<0.05$), 16:1n-7 miktarında önemsiz bir artışa ve 20:1n-11 miktarında ise önemsiz bir azalmaya ($P>0.05$) neden olmuştur. PUFA'larda ise açlık periyodunun uzamasıyla birlikte, istatistiksel olarak olmasa da, 18:2n-6, 18:3n-6 miktarlarında azalma ($P>0.05$), ancak 20:2n-6, 20:3n-3, 20:5n-3, 22:2n-6, 22:6n-3 miktarlarında ise bir artış ($P>0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.5; Şekil 4.4).



Şekil 4.4. 3 hafta beslendikten sonra 1 hafta (Aç 1) veya 3 hafta (Aç 3) aç bırakılan karideslerde kas dokudaki yağ asitleri miktarları (%).

Çizelge 4.5. 3 hafta beslendikten sonra 1 hafta (Aç 1) ve 3 hafta (Aç 3) aç bırakılan gruplarda kas dokuda ölçülen yağ asitleri içerikleri (%).

GRUPLAR	Aç 1 (4. Hafta)	Aç 3 (6. Hafta)
Yağ asitleri		
16:0	22.0±1.2 ^a	21.2±2.5 ^a
16:1n-7	0.6±0.0 ^a	1.0±0.3 ^a
17:0	0.2±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a
17:1	0.3±0.0 ^a	0.3±0.0 ^a
18:0	28.1±0.9 ^a	27.0±1.6 ^a
18:1n-9	21.5±0.9 ^a	19.6±0.8 ^b
18:1n-7	3.1±0.8 ^a	0.0±0.0 ^b
18:2n-6	7.2±0.3 ^a	6.1±1.0 ^a
18:3n-6	0.1±0.0	-
20:0	1.6±0.2 ^a	1.3±0.2 ^a
20:1n-11	1.6±0.1 ^a	1.4±0.3 ^a
20:2n-6	1.5±0.4 ^a	2.0±0.2 ^a
20:3n-6	0.1±0.0	-
20:3n-3	1.8±0.3 ^a	2.2±0.2 ^a
20:5n-3	0.3±0.2 ^a	0.6±0.1 ^a
22:2n-6	1.5±0.6 ^a	2.4±1.2 ^a
22:6n-3	2.4±0.8 ^a	2.8±0.3 ^a
24:0	7.6±2.1 ^a	6.0±2.6 ^a
24:1n-9	-	0.6±0.0
Σ SFA	53.8±1.6 ^a	55.5±8.6 ^a
Σ MUFA	27.1±0.2 ^a	22.8±0.8 ^b
Σ PUFA	15.1±1.7 ^a	16.1±0.9 ^a
Σ n3	4.6±1.1 ^a	5.6±0.3 ^a
Σ n6	10.5±0.9 ^a	10.5±0.8 ^a
n3/n6	0.4±0.1 ^a	0.5±0.0 ^a
TOPLAM		
Tanımlanabilen yağ asitleri	96.0	94.4
Tanımlanamayan yağ asitleri	4.0	5.6

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı (n=3) göstermektedir. Her satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar birbirlerinden farklıdır (P<0.05). ‘-’ Analizlerde belirlenememiş yağ asitlerini ifade etmektedir.

5. TARTIŞMA

Açlık dokularda ciddi miktarlarda besin kayıplarına neden olabilir (Guderley ve ark., 2003). Bu zorunlu süreçteki giderler depolanan iç enerji rezervlerinden karşılanır ki; bu da bazen ağırlıkta kayıplar ile sonuçlanır (Comoglio ve ark., 2008). Açlık esnasında ağırlık kaybı ve yeniden beslemeyle ortaya çıkan ağırlık kazancıyla ilgili bilgiler çelişkili olup, Comoglio ve ark. (2008) yengeçlerden *Lithodes santolla*'da açlık esnasında bireysel ağırlıkta farklılık saptanmadığını bildirirken, aynı araştırmacılar (Comoglio ve ark., 2004) karideslerden *Litopenaeus vannamei* ile yaptıkları bir çalışmada da açlıkla birlikte yaş ağırlıkta bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Diğer yandan, Ritar ve ark. (2003), dikenli istakozlardan *Jasus edwardsii* larvalarında açlıkla birlikte kuru ağırlıkta azalmalar meydana geldiğini bildirmektedir. *P. semisulcatus* ile yaptığımız açlık çalışmamızda, kısa süreli ve uzun süreli açlık uygulamalarının, kontrol grubuna ve birbirlerine oranla yaş ağırlıkta önemli bir farklılık yaratmadığı görülmüştür.

Doğada kısa veya uzun süreli açlık periyotlarına ve değişken habitat koşullarına iyi adapte olmuş olan krustaseler tüketilebilecek yem olmadığında vücutlarının değişik bölgelerine depoladıkları lipid kaynaklarını katabolize ederek enerji gereksinimlerini karşılarlar (Wen ve ark., 2006). Bu rezerv kaynaklarının kullanım sırası türden türe, önceki yemleme rejimine, yem kompozisyonuna ve açlık süresine göre değişim göstermektedir (Vinagre ve ark., 2007; Holme ve ark., 2009). Türlerin çoğu açlık durumlarında metabolik oranlarını azaltarak protein, glikojen ve lipid kaynaklarını tüketmeye yönelirler (Comoglio ve ark., 2004). Barclay ve ark. (1983) penaeid karideslerden *P. esculentus*'un kas dokusundaki protein ve lipidlerin 14 gün süren açlık süresince temel enerji kaynağı olarak kullanıldığını, Chandumpai ve ark. (1991) ise açlığa maruz bırakılan *P. esculentus*'un yarı-yetişkin bireylerinde triasilgliserol (TAG) rezervinin hızla tüketildiğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Pasifik beyaz karidesi (*L. vannamei*) ile çalışan Stuck ve ark. (1996)'ı da, açlığın ilk gününde, bu karides türünün lipidlerden TAG rezervlerini büyük ölçüde tükettiklerini, ikinci günden itibaren ise proteinleri katabolize etmeye başladıklarını bildirmişlerdir. Pascual ve ark. (2006) *L. vannamei*'nin hepatopankreas total lipid seviyesinin açlığın ilk haftasında hızla düştüğünü, ancak düşüş hızının sonraki 2

hafta boyunca yavaşladığını gözlemlemişlerdir. Bizim de yeşil kaplan karidesi (*P. semisulcatus*) ile yürüttüğümüz araştırmamızda; üç hafta beslendikten sonra 1 hafta (kısa süreli) ve üç hafta (uzun süreli) aç bırakılan gruplarda, sürekli olarak beslenen kontrol grubuna kıyasla kas dokuda sırasıyla %17 ve %40 civarında lipit kaybı gerçekleştiği bulunmuştur. Diğer karides türlerinde de gösterildiği gibi, bu bulgular *P. semisulcatus*'ta da lipitlerin açlık süresince enerji kaynağı olarak etkin bir şekilde kullanıldığını ve açlık periyodunun 3 haftaya kadar uzamasıyla lipit katabolizasyonunun azalmadığını göstermektedir. Benzer olarak, Perez-Velazquez ve ark. (2003) normal ve sürekli beslenen *L. vannamei*'de kas lipit içeriğini %1.4-1.5 arasında bulmuş ve 17 gün süren açlık sonrasında kas dokularının lipit içeriğinde önemli azalmalar olduğunu, hatta hepatopankreaslarındaki azalmanın daha da yüksek oranda gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Ritar ve ark. (2003) dikenli istakozlardan *J. edwardsii*'de açlık esnasında lipitlerin protein kaynaklarından daha önce kullanıldığını bildirmektedir. Comoglio ve ark. (2004)'ı da aç bırakılan *L. vannamei*'de 3. ile 9. günler arasında hızlı bir lipit metabolizması belirlediklerini ve bu esnada öncelikle lipitlerin hızla katabolize edildiklerini göstermişlerdir. Bu araştırmacılar açlık öncesinde yüksek protein (%40) içeren yemlerle beslenen *L. vannamei*'nin 14 gün açlığı rahatlıkla tolere edebildiğini, ancak %5 protein içeren yemlerle beslenenlerin sadece 1 hafta süren açlığa dayanabildiklerini belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda, %40 protein içeren yemle beslenen *P. semisulcatus*'ta 1 ve 3 hafta aç bırakılan bireylerde yaş ağırlıkta anlamlı bir artış ve/veya azalma gerçekleşmediği gibi önemli bir ölüm (mortalite) de görülmemiştir. Benzer şekilde, Comoglio ve ark. (2008) yengeçlerden *Lithodes santolla*'da açlık esnasında mortalite ve bireysel ağırlıkta farklılık saptanmadığını bildirirken, aynı araştırmacılar (Comoglio ve ark., 2004) karideslerden *Litopenaeus vannamei* ile yaptıkları bir çalışmada açlıkla birlikte yaş ağırlıkta bir değişiklik olmadığını fakat yaşama oranının azaldığını belirtmişlerdir. Diğer yandan, Ritar ve ark. (2003), dikenli istakozlardan *Jasus edwardsii* larvalarında açlıkla birlikte kuru ağırlıkta azalmalar meydana geldiğini bildirmektedir.

Çalışmamızda 1 haftalık açlık periyodundan sonra yeniden 2 hafta süreyle beslemenin karideslerde kas lipit içeriğini yükselttiği, ancak bu artışın yine de kontrol grubuna göre yeterli olmadığı belirlenmiştir. Holme ve ark. (2009)

yengeçlerden *S. serrata* larvalarının 4 gün süren açlık periyodu esnasında vücutlarına depoladıkları lipid kaynaklarını enerji gereksinimlerini karşılamak amacıyla etkin bir şekilde kullandıklarını bildirmiştir. Bu araştırmacıların bulguları *S. serrata* larvalarının kısa dönem aç bırakılmaları esnasında yağ asitlerinin enerji deposu olarak önemli bir rol oynadığını ve daha uzun süreli açlık (>6 gün) durumunda ise lipidlerden ziyade diğer besin kaynaklarının katabolize edilerek enerji gereksiniminde kullanıldığını göstermiştir. Ancak *P. semisulcatus* ile yaptığımız çalışmamızda; 1 haftadan daha uzun süren açlık periyodu sonunda yaptığımız ölçümlerde karideslerin kas dokularında biriktirdikleri lipid kaynaklarını daha da fazla kullanmaya devam ettikleri görülmüştür. Çalışmamızda uygulanan uzun süreli açlık (3 hafta) neticesinde katabolize edilen lipid oranının kontrol grubuna göre %40 daha fazla olduğu ve yapılan hesaplama neticesinde, kısa süreli (1 hafta) açlığa maruz kalan karideslere göre ise %22.5 civarında daha fazla lipid tükettikleri görülmüştür. 1 hafta süren kısa açlık periyodu sonrasında yeniden 2 hafta süreyle beslenen karideslerde kas dokusundaki lipid değerleri %10 civarında yükselme göstermiştir. Bu sonuçlar *P. semisulcatus* juvenillerinin kısa ve uzun açlık periyotları esnasında lipidleri etkin bir şekilde katabolize ederek enerji gereksinimlerinde kullanabildiklerini göstermektedir. Uzun açlık periyotlarında lipidlerden yararlanma oranının düşmesini Johnston ve ark. (2004) dikenli istakozlardan *J. edwardsii*'de azalan lipaz aktivitesi ile belirlemişlerdir. Bu enzimin azalması ile dokulardaki lipidlerin etkin bir şekilde katabolize edilmesi mümkün olamamıştır. Rivera-Perez ve ark. (2010) *L. vannamei*'de sindirim enzimlerinden lipazın açlık ile etkilendiğini ve bu enzimin aktivitesinin açlıktan 24 saat sonra artışının lipidlerin enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla ilişkili olduğunu belirtmektedirler. Karideslerde uzun süreli açlık durumunda dokulardaki depo lipid kaynaklarının azalması ile lipaz enzimi arasındaki ilişkinin ileriki çalışmalarda birlikte ele alınması ve araştırılması yararlı olacaktır.

Karideslerin n-6 ve n-3 serisi PUFA'ları sentezleme ve bunları HUFA'lara [araşidonik (20:4n-6, ARA), eikosapentaenoik (20:5n-3, EPA) ve dokozaheksaenoik (22:6n-3, DHA) asitler] çevirme yetenekleri sınırlıdır, dolayısıyla bu esansiyel yağ asitlerinin yemlerle vücuda alınması gerekmektedir (Kanazawa ve Teshima, 1977). Gonza'lez-Baro' ve Pallero (1998) tatlı su karidesi *M. borelli*'nin uzun zincirli yağ

asitlerinden EPA ve ARA'yı sentezleyemediklerini ve bunları yem ile almaları gerektiğini belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada, genel olarak, *P. semisulcatus*'un kas dokusunda belirlediğimiz baskın yağ asitleri 16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:1n-7, 18:2n-6, 24:0 ve 22:6n-3 olarak kaydedilmiştir. Perez-Velazquez ve ark. (2003) ise pasifik beyaz karidesi *L. vannamei*'nin kas dokusunda ağırlıklı olarak 16:0, 18:00, 18:1, 18:2n-6, 20:5-n3 ve 22:6n-3 yağ asitlerinin bulunduğunu bildirmiştir. Bu araştırmacılar toplam yağ asitleri içerisinde özellikle toplam çok doymamış (PUFA) ve toplam yüksek doymamış (HUFA)'ların %50'den fazla bulunduğunu, ikinci sırada toplam doymuş (SFA) ve üçüncü sırada ise toplam tek doymamış (MUFA)'ların yer aldığını belirlemişlerdir. Oysa yeşil kaplan karidesi ile yaptığımız çalışmada; kas dokusunda, miktar olarak ilk sırada toplam SFA'lar (>%50), ikinci sırada toplam MUFA'lar ve üçüncü sırada ise toplam PUFA'lar yer almıştır. Bu farklılıkların türlere özgü olabileceği gibi, ilgili karides türünün boyutları, besin rejimi ve çevresel faktörlerle de ilgili olabileceği bilinmektedir (Vinagre ve ark., 2007; Holme ve ark., 2009).

Yağ asitlerinin oksidasyonunun balıklarda enerji sağlamada önemli rol oynadığı bilinmektedir (Halver, 1989). Perez-Velazquez ve ark. (2003) açlık esnasında *L. vannamei*'de özellikle n-3 yağ asitlerinin kas dokudaki polar lipitlerden, n-3 ve n-6 yağ asitlerinin ise hepatopankreastaki nötral lipitlerden katabolize edildiklerini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar karideslerin açlık esnasında kas dokularındaki polar lipitlerin %28'ini, diğer yandan hepatopankreaslarındaki lipitlerin ise tamamını tükettiklerini belirlemişlerdir. Her iki dokuda da polar ve nötral lipitlerden farklı yağ asitlerinin açlık esnasında tüketildiğine dikkat çekmişlerdir. Benzer şekilde, *P. semisulcatus* ile yürüttüğümüz çalışmamızda da, açlığın kas dokusunda bulunan yağ asitleri rezervleri üzerinde önemli etkilerde bulunduğu ortaya çıkartılmıştır. Kısa süreli açlık periyodu yağ asitlerinden özellikle toplam doymuş (SFA) ve toplam tek doymamış (MUFA) yağ asitlerinde herhangi bir değişikliğe neden olmaz iken, toplam çok doymamış (PUFA) yağ asitlerinde 1 hafta süren açlık neticesinde önemli bir artış dikkat çekmiştir. Kısa süreli açlık esnasında karideslerin doymuş yağ asitlerinden özellikle 18:0, çok doymamış yağ asitlerinden (PUFA) ise 20:3n-3 ve 20:2n-6'nın seviyelerini önemli ölçüde yükselttikleri görülmüştür. Bu dönemde katabolize edilen en önemli yağ asitleri SFA'lardan 24:0

ve PUFA'lardan ise 22:2n-6 ve 20:5n-3 (EPA) olarak belirlenmiştir. Uzun zincirli yağ asitlerinden 24:0'un seviyesi kısa süreli açlık esnasında %73 oranında azalırken, EPA %62.5 ve DHA ise %21 oranında azalmıştır. Genel olarak bulgularımız 1 haftalık açlık süresince n-3 serisi yağ asitlerinin dokuda korunduğunu, n-6 serisi yağ asitlerinin ise seviyelerinin yükseltildiğini göstermiştir. Uzun süreli açlığın (3 hafta) toplam SFA, PUFA ve n-3 yağ asitlerinin miktarlarında, sürekli beslenen kontrol grubuna göre, istatistiksel olarak önemli bir artışa, ancak toplam MUFA ve n-6 yağ asitleri miktarları üzerinde ise herhangi bir etkiye neden olmadığı anlaşılmıştır. Açlık grubunda SFA'lardan 18:0'de %31'lik, 24:0'de ise %85'lik oranda bir artış kaydedilmiştir. MUFA'lardan özellikle 18:1n-7 miktarı 3 haftalık açlık döneminde tamamen sıfırlanmıştır. Genel olarak bazı doymuş (SFA) ve tek doymamış (MUFA) yağ asitlerinin açlık ile kas dokuda azalması, bu yağ asitlerinin enerji amaçlı kullanıldığını göstermektedir. Wen ve ark. (2006)'ı da yengeçlerin (*E. sinensis*) açlık esnasında SFA'lardan 14:0 ve 16:0'ların ve MUFA'lardan da 16:1n-7 (palmitooleik asit) ve 18:1n-9 (oleik asit)'ların hem hepatopankreas hem de kas dokuda azalmasını bunların enerji amaçlı olarak kullanıldıkları şeklinde yorumlamışlardır.

Çalışmamızda, uzun süreli açlığın PUFA'lardan 18:2n-6 (linoleik asit), 20:5n-3, 22:2n-6 miktarlarında önemsiz bir artışa, ancak 20:2n-6 (ikosadienoik asit), 20:3n-3 (ikosatri asit), 22:6n-3 yağ asitlerinde ise önemli bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Perez-Velazquez ve ark. (2003)'ı da açlık esnasında *P. vannamei*'de toplam SFA ve MUFA'larda belirgin bir azalmanın gerçekleştiğini, ancak diğer grup yağ asitlerinde ise farklı oranlarda tüketimin meydana geldiğini bildirmişlerdir. Holme ve ark. (2009) yengeç (*S. serrata*) ile yaptıkları bir çalışmada; 4 gün aç bırakılan bireylerde yağ asitlerinde 3.5 kat azalmanın gerçekleştiğini ve bu dönemde lipid kaynaklarının etkili bir şekilde enerji amaçlı kullanıldığı bulmuşlardır. Bu çalışmada 4 günden daha uzun süren açlık periyodunda ise yengeçlerin, lipidlerden ziyade, temel enerji kaynağı proteinlerin katabolize edildiğini ortaya koymuşlardır. Bu araştırmacılar *S. serrata*'nın kas dokusundaki temel yağ asitlerinin 18:1n-9 (oleik asit), 16:0 (palmitik asit), 20:5n-3 (EPA), 18:3n-3 (linolenik asit, LNA), 18:0 (stearik asit) ve 22:6n-3 (DHA) olduğunu ve bu yağ asidi profilinin hem beslenen hem de aç kalan bireylerde sürekli olarak ölçüldüğünü belirlemişlerdir. Açlık esnasında yüksek

HUFA'lardan EPA, DHA ve ARA'nın dokularda korunmadığı ve bundan dolayı da *S. serrata*'nın bu HUFA'lara olan ihtiyacının diğer krustaselerden daha az olabileceğini ifade etmişlerdir. Buna göre, çalışmamızda, açlığa rağmen özellikle toplam PUFA ve HUFA'ların korunması hatta miktarlarının arttırılmasının bu yağ asitlerinin *P. semisulcatus* için öneminden kaynaklanmaktadır. Gerçekten de, kısa süren açlık sonrasında toplam PUFA'larda %21 oranında artış kaydedilmesi ve ardından 2 hafta süren yeniden besleme periyodunda ise toplam PUFA seviyesinin %40 oranında azalması bu hipotezi desteklemektedir. Yeniden besleme ile hem toplam n-3 hem de toplam n-6 yağ asidi serilerinde önemli oranda azalmalar görülmüştür. Bu bulgular, hücre membranlarının yapısında önemli roller oynayan HUFA'ların açlık stresi ortadan kalktıktan sonra, bu karides türü tarafından artık dokularda korunmasına gerek duyulmadığı için azaltıldığını göstermektedir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak, Wen ve ark. (2006)'ı da yengeç (*E. sinensis*) ile yürüttükleri bir çalışmada, 70 gün süren açlık neticesinde kas dokuda SFA'lardan 14:0 ve 16:0'da önemli bir düşme, PUFA'lardan da özellikle 18:2n-6 ve 18:3n-3'te önemli artışlar belirlemişlerdir. Kiessling ve ark. (1989) alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) ve Murata ve Higashi (1980) sazan (*Cyprinus carpio*)'larda da açlık esnasında dokularda MUFA'ların azaldığını, diğer yandan ise PUFA'ların arttığını bildirmiştir. Özellikle n-3 serisi HUFA'ların, biyolojik membranlardaki esansiyel pozisyonları itibarıyla, açlık esnasında enerji amaçlı kullanılmayıp korunması veya seviyelerinin yükseltilmesinin mantıklı bir biyokimyasal strateji olduğu kabul edilmektedir (Mourente ve Tocher, 1992; Wen ve ark., 2006). Yeniden besleme neticesinde SFA'lardan 18:0'in miktarı %25.2 oranında azalmış ve daha önce açlık esnasında çok yüksek oranlarda enerji amaçlı olarak katabolize edilen 24:0 miktarı ise %75 oranında artmıştır. Gerek açlık gerekse yeniden besleme neticesinde 24:0'ün seviyesinde gerçekleşen önemli dalgalanmalar, bu yağ asidinin açlık durumlarında önemli rol oynadığını göstermektedir. Yeniden besleme neticesinde MUFA'larda gerçekleşen en belirgin azalmalar 20:1n-11, 16:1n-7 ve 18:1n-9'da kaydedilmiştir.

Kısa süreli (1 hafta) ve uzun süreli (3 hafta) açlık uygulanan gruplar kıyaslandığında; SFA, PUFA, n-3 ve n-6 yağ asitleri içeriklerinde herhangi bir

değişiklik gerçekleşmediği, ancak uzun süreli aç kalan grupta MUFA'larda önemli kayıplar (%16) olduğu görülmüştür. Açlık periyodunun uzaması SFA'lardan 16:0, 18:0, 20:0 ve 24:0 miktarlarında önemli bir değişikliğe neden olmaz iken, MUFA'lardan 18:1n-7 miktarında önemli bir azalmaya neden olmuştur. Uzun dönem aç kalan karideslerde PUFA'larda, istatistiksel olarak olmasa da, 18:2n-6, 18:3n-6 miktarlarında bir azalma, ancak 20:2n-6, 20:3n-3, 20:5n-3, 22:2n-6, 22:6n-3 miktarlarında ise bir artış görülmüştür.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- *Penaeus semisulcatus* juvenillerinin kısa ve uzun açlık periyotları esnasında lipitleri etkin bir şekilde katabolize ederek enerji gereksinimlerinde kullanabildikleri görülmüştür.
- Genel olarak, *P. semisulcatus*'un kas dokusunda belirlediğimiz baskın yağ asitlerinin 16:0, 18:0, 18:1n-9, 18:1n-7, 18:2n-6, 24:0 ve 22:6n-3 olduğu belirlenmiştir.
- *P. semisulcatus*'un kas dokusunda miktar olarak ilk sırada toplam doymuş yağ asitlerinin (SFA)(>%50), ikinci sırada toplam tek doymamış yağ asitlerinin (MUFA) ve üçüncü sırada ise toplam çok doymamış yağ asitlerinin (PUFA) yer aldığı tespit edilmiştir.
- Genel olarak bazı SFA ve MUFA'ların açlık ile kas dokuda azalması, bu yağ asitlerinin enerji amaçlı kullanıldığını göstermektedir.
- Genel olarak bulgularımız, 1 haftalık açlık süresince n-3 serisi yağ asitlerinin dokuda korunduğunu, n-6 serisi yağ asitlerinin ise seviyelerinin yükseltildiğini göstermiştir.
- Açlığa rağmen özellikle toplam PUFA ve HUFA'ların korunması hatta miktarlarının arttırılmasının bu yağ asitlerinin *P. semisulcatus* için önemine işaret eden bir sonuç olarak yorumlanmıştır.
- Gerek açlık gerekse yeniden besleme neticesinde SFA'lardan 24:0'ün seviyesinde gerçekleşen önemli dalgalanmalar, bu yağ asidinin açlık durumlarında önemli bir rol oynadığını göstermektedir.
- Farklı açlık ve yeniden besleme rejimlerinin uygulanarak karideslerde değişik dokulardaki (hepatopankreas, plazma vb.) enerji kaynaklarının (protein, lipit, karbonhidrat) nasıl metabolize edildiklerinin daha kapsamlı çalışmalarla belirlenmesine gereksinim duyulmaktadır.
- Karideslerde açlık durumunda dokulardaki depo lipit kaynaklarının azalması ile lipaz enzimi arasındaki ilişkinin ileriki çalışmalarda birlikte ele alınması ve araştırılması yararlı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- BARCLAY, M.C., DALL, W. and SMITH, D.M., 1983. Changes in lipid and protein during starvation and the molting cycle in the tiger prawn, *Penaeus esculentus* Haswell. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 68: 229-244.
- BLIGH E.G. and DYER, W.G., 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917
- CHANDUMPAI, A., DALL, W. and SMITH, D.M., 1991. Lipid-class composition of organs and tissues of the tiger prawn *Penaeus esculentus* during the moulting cycle and during starvation. Marine Biology 108: 235-245.
- COMOGLIO, L.I., GABRIELA, G., ROQUE, A., CUZON, G. and AMIN, O., 2004. The effect of starvation on refeeding, digestive enzyme activity, oxygen consumption, and ammonia excretion in juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Journal of Shellfish Research, 23(1): 243-249.
- COMOGLIO, L., GOLDSMIT, J. and AMIN, O., 2008. Starvation effects on physiological parameters and biochemical composition of the hepatopancreas of the southern king crab *Lithodes santolla* (Molina, 1782). Revista de Biología Marina y Oceanografía 43(2): 345-353.
- CUZON, G., CAHU, C., ALDRIN, J.F., MESSEGER, J.L., STEPHAN, G. and MEVEL, M., 1980. Starvation effect on metabolism of *Penaeus japonicus*. Proc. World Maricult. Soc. 11: 410-423.
- D'ABRAMO, L.R., 1989. Lipid requirements of shrimp. Advances in Tropical Aquaculture. AQUACOP-IFREMER, Tahiti, pp. 271-285.
- DALL, W., CHANDUMPAI, A. and SMITH, D.M., 1992. Fatty acid composition of organs and tissues of the tiger prawn *Penaeus esculentus* during the moulting cycle and during starvation. Marine Biology 113: 45-55.
- GONZA'LEZ-BARO', M.R. and POLLERO, R.J., 1998. Fatty acid metabolism of *Macrobrachium borellii*: dietary origin of arachidonic and eicosapentaenoic acids. Comp. Biochem. Physiol. 119A(3): 747-752.
- GONZA'LEZ-FE'LIX, M.L. and PE'REZ-VELA'ZQUEZ, M., 2002. Current status of lipid nutrition of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. In: Cruz-Sua'

- rez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M.G., Simoes, N. (Eds.), Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.
- GU, H., ANDERSON, P.B., MATHER, P.B. and CAPRA, M.F., 1996. Effects of feeding level and starvation on growth and water and protein content in juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). Marine and Freshwater Research 47(5): 745-748.
- GUDERLEY, H., LAPOINTE, D., BEDARD, M. and DUTIL, J.D., 2003. Metabolic priorities during starvation: enzyme sparing in liver and white muscle of Atlantic cod, *Gadus morhua* L. Comp. Biochem. Physiol. 2A: 347-356.
- HALVER, J.E., 1989. Fish Nutrition, (2nd Edn.) Academic Press, New York, pp. 239-345.
- HOLME, M.-H., BROCK, I., SOUTHGATE, P.C. and ZENG, C., 2009. Effects of starvation and feeding on lipid class and fatty acid profile of late stage mud crab, *Scylla serrata*, larvae. Journal of the World Aquaculture Society 40(4): 493-504.
- ICELY, J.D. and NOTT, J.A., 1992. Digestion and absorption: digestive system and associated organs. In: Harrison, F.W. (Ed.), Microscopic Anatomy of Invertebrates, vol. 10. Wiley, New York, pp. 147-202.
- ICHIHARA K, SHIBAHARA A, YAMAMOTO K. and NAKAYAMA T., 1996. An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. Lipids 31: 535-539.
- JOBLING, M. and JOHANSEN, S.J.S., 1999. The lipostat, hyperphagia and catch-up growth. Aquaculture Research 30: 473-478.
- JOHNSTON, D.J., RITAR, A.J. and THOMAS, C.W., 2004. Digestive enzyme profiles reveal digestive capacity and potential energy sources in fed and starved spiny lobster larvae (*Jasus edwardsii*) phyllosoma larvae. Comparative Biochemistry and Physiology B, 138: 137-144.

- KANAZAWA A. and TESHIMA S., 1977. Biosynthesis of fatty acids from acetate in the prawn, *Penaeus japonicus*. Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University 26: 49-53.
- KANAZAWA, A., TESHIMA, S. and SAKAMOTO, M., 1985. Effects of dietary lipids, fatty acids, and phospholipids on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. Aquaculture 50: 39-49.
- KIESSLING, A., JOHANSSON, L. and STOREBAKKEN, T., 1989. Effect of reduced feed ration levels on fat content and fatty acid composition in white and red muscle from rainbow trout. Aquaculture 79: 169-175.
- KUMLU, M. and LÖK, A., 2007. Crustacean and mollusk production. In: Candan, A., Karataş, S., Küçüktaş, H., Okumuş, İ. (Eds.), Marine Aquaculture in Turkey, Turkish Marine Research Foundation, İstanbul, Turkey, No: 27, pp. 71-80.
- MOURENTE, G. and TOCHER, D.R., 1992. Effects of weaning onto a pelleted diet on docosahexaenoic acid (22:6n-3) levels in brain of developing turbot (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture 105: 363-377.
- MURATA, H. and HIGASHI, T., 1980. Selective utilization of fatty acids as energy in carp. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 46: 1333-1338.
- PASCUAL, C., SANCHEZ, A., ZENTENO, E., CUZON, G., GABRIELA, G., BRITO, R., GELABERT, R., HIDALGO, E. and ROSAS, C., 2006. Biochemical, physiological, and immunological changes during starvation in juveniles of *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 251: 416-429.
- PEREZ-VELAZQUEZ, M., GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L., LAWRENCE, A.L. and GATLIN, D.M., 2003. Changes in lipid class and fatty acid composition of adult male *Litopenaeus vannamei* (Boone) in response to culture temperature and food deprivation. Aquaculture Research 34(13): 1205-1213.
- RITAR, A. J., DUNSTAN, G.A., CREAM, B.J. and BROWN, M.R., 2003. Biochemical composition during growth and starvation of early larval stages of cultured spiny lobster (*Jasus edwardsii*) phyllosoma. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 136: 353-370.
- RIVERA-PÉREZ, C., DE LOS ÁNGELES NAVARRETE DEL TORO, M. and GARCÍA-CARREÑO, F.L., 2010. Digestive lipase activity through

- development and after fasting and re-feeding in the whiteleg shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 300: 163-168.
- RODRI'GUEZ, A., LE VAY, L., MOURENTE, G. and JONES, D.A., 1994. Biochemical composition and digestive enzyme activity in larvae and postlarvae of *Penaeus japonicus* during herbivorous and carnivorous feeding. *Mar. Biol.* 118: 45-51.
- SANCHEZ-PAZ, A., GARCÍA-CARREÑO, F.L., MUHLIA-ALMAZÁN, A., PEREGRINO-URIARTE, A.B., HERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. and YEPIZ-PLASCENCIA, G., 2006. Usage of energy reserves in crustaceans during starvation: status and future directions. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 36: 241-249.
- SÁNCHEZ-PAZ, A., GARCÍA-CARREÑO, F., HERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., MUHLIA-ALMAZÁN, A. and YEPIZ-PLASCENCIA, G., 2007. Effect of short-term starvation on hepatopancreas and plasma energy reserves of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 340: 184-193.
- STUCK, K.C., WATTS, S.A. and WANG, S.Y., 1996. Biochemical responses during starvation and subsequent recovery in postlarval Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. *Mar. Biol.* 125: 33-45.
- SVEN, T., LOVRICH, G.A., TORRES, G., HAGEN, W. and ANGER, K., 2004. Changes in biomass, lipid, fatty acid and elemental composition during the abbreviated larval development of the subantarctic shrimp *Campylonotus vagans*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 301(2): 159-174.
- VINAGRE, A.S., NUNES DO AMARAL, A.P., RIBARCKI, F.P., FRAGA DA SILVEIRA, E. and PÉRICO, E., 2007. Seasonal variation of energy metabolism in ghost crab *Ocypode quadrata* at Siriú Beach (Brazil). *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular and Integrative Physiology* 146(4): 514-519.
- VONK, H.J., 1960. Digestion and metabolism. In: Waterman, T.H. (Ed.), *The Physiology of the Crustacea*, vol. 1. Academic Press, New York, pp. 291- 316.

- WEN, X., CHEN, L., KU, Y. and ZHOU, K., 2006. Effect of feeding and lack of food on the growth, gross biochemical and fatty acid composition of juvenile crab, *Eriocheir sinensis*. *Aquaculture* 252: 589-607.
- WEN, X., KU, Y. and ZHOU, K., 2007. Starvation on changes in growth and fatty acid composition of juvenile red swamp crawfish, *Procambarus clarkii*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 25(1): 97-105.
- XU, X., WENJUAN, J., CASTELL, J.D. and O'DOR, R., 1994. Essential fatty acid requirement of the Chinese prawn, *Penaeus chinensis*. *Aquaculture* 127, 29-40.
- YANAR, Y. and ÇELİK, M., 2006. Seasonal amino acid profiles and mineral contents of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844) and speckled shrimp (*Metapenaeus monoceros* Fabricus, 1789) from the Eastern Mediterranean. *Food Chemistry* 94(1): 33-36.

ÖZGEÇMİŞ

21.01.1979 Gaziantep doğumlu olan araştırmacı ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Lise eğitimi için geldiği Adana'da 2000 yılında girdiği Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'nden 2004 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen 1997 yılından bu yana Ç.Ü. Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalında radyoloji teknisyeni olarak çalışmaktadır.