



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

**AVRUPA İSTAKOZU (HOMARUS GAMMARUS) LARVA VE
JÜVENİLLERİNİN BÜYÜME VE HAYATTA KALMA
ORANLARININ BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ENES OSMAN

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. UMUR ÖNAL**

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

**AVRUPA İSTAKOZU (HOMARUS GAMMARUS) LARVA VE
JÜVENİLLERİNİN BÜYÜME VE HAYATTA KALMA ORANLARININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENES OSMAN

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. UMUR ÖNAL

ÇANAKKALE – 2023



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ENES OSMAN tarafından Prof. Dr. Umur ÖNAL yönetiminde hazırlanan ve 22/08/2023 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Avrupa ıstakozu (*Homarus gammarus*) larva ve juvenillerinin büyüme ve hayatta kalma oranlarının belirlenmesi” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Umur ÖNAL

(Danışman)

Prof. Dr. İlknur AK

Doç. Dr. ŞAFAK SEYHANEYILDIZ CAN

İmza

.....

.....

.....

Tez No : 10574891

Tez Savunma Tarihi : 22/08/2023

.....
Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

Enstitü Müdürü

..../..../2023

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

ENES OSMAN

05/07/2023

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde ve 3 sene boyunca değerli bilgilerini bizlerle paylaőan, kendisine ne zaman danıősam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaőadıęımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana yol gösteren, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayaağım saygıdeğer danışman hocam; Prof. Dr. Umur NAL' a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Teőekkürlerin az kalacağı, bana destek veren tüm niversite hocalarımdın da bana yüksek lisans eğitimim boyunca kazandırdıkları her Őey için ve beni gelecekte söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için hepsine teker teker teőekkürlerimi sunuyorum.

Enes Osman
anakkale - Temmuz 2023

ÖZET

AVRUPA İSTAKOZU (*HOMARUS GAMMARUS*) LARVA VE JÜVENİLLERİNİN BÜYÜME VE HAYATTA KALMA ORANLARININ BELİRLENMESİ

Enes OSMAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans

Danışman: Prof. Dr. UMUR ÖNAL

05/07/2023, 39

Avrupa ıstakozu (*Homarus gammarus*) stokları Türkiye sularında son 20 yılda oldukça azalmıştır. Bu türün avcılık yolu ile üretimi miktarı 2003 yılında 25 ton olurken 2022 yılında 1,8 ton olarak gerçekleşmiştir. Yüksek ekonomik değerine bağlı olarak bu tür üzerindeki aşırı avcılık baskısı, türün üreme yaşına geç ulaşması ve doğada larvaların düşük hayatta kalma oranları ıstakozun doğal stoklarını olumsuz etkileyen en önemli faktörlerdir. *H. gammarus* stoklarında 40-50 yıl önce Avrupa'da tecrübe edilen benzer azalma, başta İngiltere olmak üzere, çeşitli Avrupa ülkelerinde ıstakozların akuakültür yolu ile üretimlerinin temel nedeni olmuştur. Bu çalışma Türkiye'de azalan ıstakoz popülasyonlarının akuakültür yolu ile desteklenmesine yönelik olarak planlanmıştır. İlk aşamada ıstakoz larvası yetiştiriciliği yapılmış ikinci aşamada ise juvenil ıstakozların büyüme ve hayatta kalma oranları incelenmiştir. Larva yetiştiricilik çalışması amacıyla biyolojik filtrasyon içeren kapalı devre bir sisteme entegre 100 litre hacminde 3 adet silindir-konik tank kullanılmıştır. Her bir tanka 150 adet yumurtadan yeni çıkmış larvanın stoklandığı bu çalışmada (toplam 450 larva) larvaların büyüme ve hayatta kalma oranları IV. evre sonuna kadar tespit edilmiş ve deneme larvalar IV. evreye ulaşınca sona erdirilmiştir. İkinci denemede farklı yemlerin juvenil ıstakoz büyümesi ve hayatta kalması üzerindeki etkileri incelenmiştir. Büyüme denemesine larvalar bentik aşamaya geçtikleri IV. evreden sonra başlanmıştır. Bu amaçla mollusk (M) veya crustacea (C) içeren 2 farklı yem ile ticari levrek yemi (L) olmak üzere toplam 3 farklı yem kullanılmıştır. Her bir

uygulama için 45 adet olmak üzere toplamda 135 adet ıstakoz kullanılmıştır. Larval yetiştiricilik denemesinde IV. evre larvalarının ortalama karapaks uzunluğu ve toplam uzunluğu sırasıyla $5,255\pm 0,052$ mm ve $13,027\pm 0,486$ mm olarak tespit edilmiş ve tanklar arasında karapaks boyu ve total boy bakımından istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) ve ortalama hayatta kalma oranı %13,11 olarak bulunmuştur. Istakoz juvenillerinin büyütme denemesinde en büyük karapaks boyu $1,371\pm 0,023$ cm ile C ile beslenen grupta bulunurken, M ve L ile beslenen gruplarda karapaks uzunluğu sırasıyla, $1,251\pm 0,039$ cm ve $1,187\pm 0,095$ cm arasında değişiklik göstermiştir. 102 gün süren besleme çalışması sonucunda juvenil ıstakozların ortalama hayatta kalma oranları, krustase bazlı yemle beslenenlerde %98,7 mollusk bazlı yemle beslenenlerde %80 ve levrek bazlı yemle beslenenlerde %53,3 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, gelecekte *H. gammarus* türü için başarılı stoklama programlarının oluşturulması ve yetiştiricilik yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik önemli bir adım olarak nitelendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Istakoz Stok Destekleme Programı, Istakoz Yetiştiriciliği, Zoea Larvası

ABSTRACT

DETERMINATION OF GROWTH AND SURVIVAL RATES OF LARVAE AND JUVENILES OF THE EUROPEAN LOBSTER (*HOMARUS GAMMARUS*)

Enes OSMAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Aquaculture

Advisor: Prof. Dr. Umur ÖNAL

05/07/2023, 39

The stocks of the European lobster (*Homarus gammarus*) in Turkish waters have declined considerably during the last two decades. The capture production of this species amounted to 25 tons in 2003 but declined to 1,8 tons in 2022. Over exploitation due to its high economic value, relatively older age at first reproduction and low survival rates of early stages in the wild are the major factors that affect their survival in nature. Similar declines experienced in *H. gammarus* populations in Europe are the major impetus for the aquaculture efforts of this species for restocking purposes. This study aims to develop early culture methods for lobster aquaculture in order to enhance natural lobster stocks in the region. For this purpose, larval culture trials and juvenile growth trials were carried out. For larval lobster culture, 100 liter cylindro-conical tanks in triplicate with an integrated recirculating system were used. Each tank was stocked with 150 lobster larvae (a total of 450 larvae) and the growth and survival of larvae at the end of stage IV were determined. In the second trial, the growth and survival of juvenile lobsters fed on three different diets were determined. For this purpose, a total of 3 different diets including a mollusk based (M), a crustacean based (C) and a commercial seabass diet (L) were used. A total of 135 juvenile lobsters, 45 for each treatment were used for the juvenile growth trial. At the end of the larval growth experiment, the mean carapace and total length of Stage IV larvae were $5,255\pm 0,052$ mm and $13,027\pm 0,486$ mm, respectively, with no significant differences within tanks ($p>0,05$) and the mean survival rate of lobsters was 13,11%. In the juvenile growth trial, the highest carapace length was $1,371\pm 0,023$ cm in treatment C followed by

1,251±0,039 cm and 1,187±0,095 cm in treatment M and L, respectively. At the end of 102 days, the mean survival rates of juvenile lobsters were %98,7, %80 and %53,3 in treatments C, M and L, respectively. The most successful diet for juvenile lobsters, with respect to growth and survival, was the crustacean based diet. The findings of this study can be considered as a critical step towards developing lobster restocking programs and aquaculture methods in the future.

Keywords: Lobster Restocking Programs, Lobster Aquaculture, Zoea larvae



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	
1.1 <i>Homarus gammarus</i> 'un Sistematığı.....	2
1.2 <i>Homarus gammarus</i> 'un Dağılım Alanları.....	3
1.3. İstakozların Yaşadığı Habitat ve Beslenme.....	4
1.4. <i>Homarus gammarus</i> 'un Temel Anatomisi ve Fizyolojik Özellikleri.....	5
1.4.1. İstakozlarda Büyüme	7
1.4.2. İstakozlarda üreme.....	8
1.5. Üretim Verileri.....	9
İKİNCİ BÖLÜM	
KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	
2.1 <i>Homarus gammarus</i> 'un Yetiştiricilik Çalışmaları.....	11
2.1.1. Anaç Temini ve Bakımı.....	12
2.1.2. Larval Yetiştiricilik.....	12
2.1.3. <i>Homarus gammarus</i> 'un Larval Evreleri.....	13
2.2 <i>Homarus gammarus</i> 'un Jüvenil Yetiştiriciliği.....	14
2.3 Su Filtrasyonu ve Kalitesi.....	16
2.4 Yapılan Çalışmalar.....	16

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	21
ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM	
3.1. Anaç Temini ve Adaptasyonu.....	21
3.2. Istakoz Larva Yetiştiriciliği.....	21
3.3. Istakoz Juvenil Büyütme Denemesi.....	22
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	23
ARAŞTIRMA BULGULARI	
4.1. Istakoz Larva Yetiştiriciliği Denemesi.....	23
4.2. Juvenil Istakoz Büyüme Denemesi.....	27
BEŞİNCİ BÖLÜM	32
SONUÇ ve ÖNERİLER	
5.1. Tartışma.....	32
KAYNAKÇA.....	35
ÖZGEÇMİŞ	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
°C	Santigrat derece
Kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
%	Yüzde oranı
L	Litre
ml	Mililitre
ppt	Binde bir

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Homarus cinslerinin büyüme oranlarına göre gelişim aşamaları (Cobb ve Wahle, 1994)	15
Tablo 2	Istakoz yetiştiriciliği için uygun olan su parametreleri	16
Tablo 3	Larvaların büyüme oranları (karapaks uzunluğu)	24
Tablo 4	Larvaların büyüme oranları (toplam uzunluk)	24
Tablo 5	Istakoz juvenillerinin deneme süresince karapaks boylarında tespit edilen değişimler.	28
Tablo 6	Istakoz juvenillerinin deneme süresince total boylarında tespit edilen değişimler.	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa No
Şekil 1	Avrupa ıstakozu'nun (<i>Homarus gammarus</i>) dünya üzerindeki dağılım haritası	4
Şekil 2	Yetişkin <i>Homarus gammarus</i> 'un üstten görünümü (FAO, 2007).	6
Şekil 3	Yetişkin <i>Homarus gammarus</i> 'un alttan görünümü (FAO, 2007).	7
Şekil 4	Istakoz'un anatomisi. (Kaestner, 1970).	7
Şekil 5	Dünyada <i>Homarus gammarus</i> 'un Avcılık Yolu ile Üretim Miktarları (ton) (FAO, 2020)	9
Şekil 6	Türkiye'de avcılık yolu ile yıllara göre ıstakoz üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2023)	10
Şekil 7	<i>Homarus gammarus</i> 'un 4 larval safhası (Nichols ve Lawton, 1978).	13
Şekil 8	Çalışmada kullanılan plastik kutular (Enes Osman 2022)	15
Şekil 9	Istakoz Larva Yetiştiriciliği Denemesinde Tank 1'de Larva Gelişim Evreleri(Enes Osman.2022)	25
Şekil 10	Istakoz larvalarının ilk 4 evre süresince karapaks boyu ile EVRE arasındaki korelasyon	25
Şekil 11	Istakoz larvalarının ilk 4 evre süresince Total boyu ile EVRE arasındaki korelasyon	26
Şekil 12	Istakoz larvalarının ilk 4 evre süresince karapaks boyu ile total boyları arasındaki korelasyon.	26
Şekil 13	Deneme süresince juvenil ıstakozların karapaks boylarında tespit edilen büyüme	30
Şekil 14	Deneme süresince juvenil ıstakozların total boylarında tespit edilen büyüme	31

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Türkiye sularında da bulunan Avrupa İstakozu (*Homarus gammarus*) son derece yüksek ekonomik değere sahiptir. Sahip olduğu yüksek ekonomik değere bağlı olarak aşırı avcılığa maruz kalan bu canlının Türkiye denizlerindeki popülasyonu oldukça azalmıştır. Türkiye’de avlanan ıstakoz miktarı 2003 yılında 25 ton, 2008’de 15 ton, 2012 yılında 8 ton gerçekleşirken son yıllarda sadece 2-4 ton/yıl bir üretim bildirilmiştir (TÜİK, 2022).

Bununla birlikte, ıstakozun sahip olduğu ekonomik değere bağlı olarak kayıt dışı avcılığı çok yaygındır. Dolayısı ile Türkiye denizlerinden yakalanan ıstakoz miktarının çok daha fazla olduğu söylenebilir. Ancak ıstakoz popülasyonundaki azalma, resmi verilerde de gözlemlendiği üzere barizdir. Türkiye’de görülen bu azalma, geçmiş yıllarda Avrupa ülkeleri tarafından da tecrübe edilmiştir. Meydana gelen azalma sonucu özellikle İngiltere başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde ıstakoz yetiştiriciliğinin yapılmaya başlanmasına neden olmuştur. Aşırı avlanmaya ek olarak, son yıllarda Marmara Denizi’nde ortaya çıkan musilajın, özellikle ıstakoz gibi bentik canlılara olumsuz etkileri olması beklenmektedir.

Ülkemiz sularında da yaşayan Avrupa ıstakozunun azalan stoklarının arttırılmasına yönelik olarak öncelikle türün başarılı bir şekilde larva yetiştiriciliğinin yapılması gereklidir. Ülkemizde ıstakoz larva yetiştiriciliğine yönelik bilgi birikimi son derece sınırlıdır ve bugüne kadar Avrupa ülkelerinde elde edilen hayatta kalma oranlarına benzer bir başarı elde edilememiştir. Bu türün larval yetiştiriciliğine yönelik sorunların çözülerek yüksek hayatta kalma oranları elde edildiği takdirde, doğadaki popülasyonun akuakültür yolu ile desteklenerek, özellikle bölgemizdeki ıstakoz stoklarının iyileştirilmesine yönelik önemli bir adım atılmış olacaktır. Bu nedenle, akuakültür ile üretilen diğer sucul canlılarda olduğu üzere, mortalitenin en yüksek olduğu larval aşamaların üretimine yönelik bilgi birikimi ve teknolojinin geliştirilmesi gereklidir. Dolayısı ile ıstakoz larvaların erken dönemde hayatta kalma oranlarının arttırılmasına yönelik her türlü çaba yetiştiricilik sektörünün başarısı için oldukça önemlidir.

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye’de azalan ıstakoz stoklarının iyileştirilmesine akuakültür yoluyla bir çözüm getirmek üzere, erken dönem ıstakoz üretiminin yapılarak, doğaya salınabilir boyda genç ıstakozların üretilmesine yönelik bilgi birikiminin

arttırılmasıdır. Çalışma, Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında, ülkemizde bugüne kadar başarılı bir şekilde üretimi yapılmamış olan *H. gammarus* türünün larva ve juvenil yetiştiriciliği üzerine 2 bölüm içermektedir. Bu kapsamda ilk olarak, bilimsel literatürde belirtilmiş temel parametreler kullanılarak, 3 hafta süre ile ıstakoz larva yetiştiriciliği yapılmıştır. Takiben IV. evreye ulaşmış genç ıstakozların büyüme ve hayatta kalma oranları, yaklaşık 3 ay süresince tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların, Türkiye’de başarılı bir şekilde erken dönem ıstakoz yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için önemli bir referans olacağı ve tıpkı Avrupa ülkelerinde olduğu üzere, gelecekte karada kurulacak ıstakoz kuluçkahanelerinde üretilen yavruların denize bırakılarak, ülkemizde doğada azalan ıstakoz stoklarının desteklenmesine yönelik programlar oluşturulmasına katkıda bulunacağı öngörülmektedir.

1.1. *Homarus gammarus*’un Sistematığı

Global ıstakoz ticaretinde 2 kabuklu grubu öne çıkmaktadır. Bunlar Nephropidae ailesine mensup kısıkaçlı ıstakozları ve Palinuridae ailesine mensup (*Jasus* spp., *Palinurus* spp.) dikenli ıstakozları içerir. Nephropidae ailesine ait türler aynı zamanda gerçek ıstakozlar olarak bilinirler. Bu türler diğer ıstakozlardan (*Jasus* ve *Panuliris* cinslerine ait bireyler) dış görünüş itibariyle bariz şekilde ayrılırlar. *Homarus* cinsine ait türlerde yürüme bacaklarından modifiye olmuş 1 çift büyük kısıkaç barizken, langust olarak ta bilinen dikenli ıstakozlarda kısıkaç bulunmaz ancak oldukça kalın ve uzun 1 çift anten mevcuttur.

Türkiye denizlerinde bulunan ve ekonomik değeri yüksek tür *Homarus gammarus*’ tur. Ülkemizde bu tür “ıstakoz” veya “deniz ıstakozu” olarak adlandırılır. *H. gammarus*, diğer ıstakozlar, karidesler, yengeçler, su pireleri, amfipodlar, sülükayaklılar (barnacle) ile birlikte eklembacaklılar şubesi ve crustacea alt şubesine ait kitinli bir dış iskelete (exoskeleton) sahip canlılardandır. Yaklaşık 40 bin üyesi olan, kabuk değiştirdikten sonra yeni gelen kabuğun hemen sertleşmemesine bağlı olarak “yumuşak kabuk” anlamına gelen malacostraca sınıfına ve besin toplamak, kırmak, parçalamak üzere özelleşmiş 2 büyük kısıkaça dönüşmüş olan toplam 10 bacakla karakterize decapod takımına aittirler.

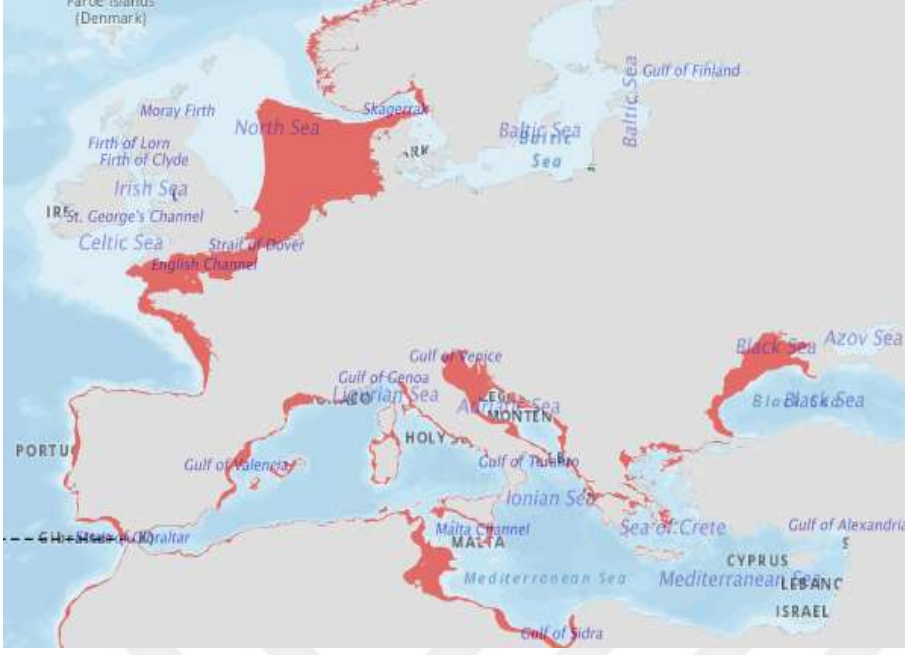
Homarus gammarus'un sistematik dizilimi şu şekildedir:

- Üst Alem: Eukaryota
- Alem: Metazoa
- Şube: Arthropoda
- Alt Şube: Crustacea
- Sınıf: Malacostraca
- Alt Sınıf: Eumalacostraca
- Takım: Decapoda
- Alt Takım: Reptantia
- Familya: Nephropidae
- Cins: *Homarus*
- Tür: *Homarus gammarus*

Homarus cinsine ait günümüzde Avrupa ıstakozu *Homarus gammarus* ve Amerikan ıstakozu *Homarus americanus* olmak üzere 2 tür yaşamaktadır. Bu türler temelde birbirlerine oldukça benzerler ve belki de bu türleri birbirinden ayırt edici en önemli özellik yaşadıkları coğrafyalardır. *H. americanus* Atlantiğin batı kıyılarında yaşarken, *H. gammarus* Atlantiğin doğu kıyılarında ve Akdenizde dağılım gösterir. Bununla birlikte, 2 tür arasındaki en belirgin farklardan bir tanesi rostrum yapısıdır. *H. americanus* türünde rostrumun altında 1-2 adet diş bulunurken *H. gammarus* türünde rostrumun altı dişsizdir.

1.2. *Homarus gammarus*'un Dağılım Alanları

Avrupa ıstakozu Kuzey Norveç'ten başlayıp, güneyde Fas'a kadar uzanır ancak Baltık Denizi'nde bulunmamaktadır. Ayrıca Karadeniz'in kuzeybatısı boyunca başlayıp boğazlardan Akdeniz'e kadar (Girit Adası'nın doğusunda kalan kısımda gözlemlenmemiştir) bu türe rastlamak mümkündür (Şekil 1). (Cobb ve Wahle, 1994; Cobb ve Castro, 2007).



Şekil 1. Avrupa ıstakozu'nun (*Homarus gammarus*) dünya üzerindeki dağılım haritası (FAO, 2023).

Türkiye sularında ıstakoz tüm denizlerimizde bulunmakla beraber avcılık baskısı nedeniyle günümüzde derin sularda ve kayalık bölgelerde daha çok bulunur. Bölgemizde ise geçmiş yıllara göre çok daha az olsa da ıstakoz bulunmaktadır. Avrupa ıstakozu Marmara Denizi'nde başta Erdek Körfezi, Kapıdağ Yarımadası ve Biga kıyıları olmak üzere Anadolu yakasında Yeniköy-Assos-Küçükkuşu hattında, Çanakkale Boğazı'nda ve Avrupa yakasında Gelibolu Yarımadası, Saroz Körfezi ve Gökçeada ile Bozcaada kıyılarındaki uygun zeminlerde bulunmaktadır.

1.3. İstakozların Yaşadığı Habitat ve Beslenme

İstakozlar 0-150 m arası derinliklerde yaşarlar (Holthuis, 1991). Deniz tabanında ve özellikle kayalık bölgelerde yaşarlar. Genellikle ortalama 50 m'de, kayalık gibi sert zeminlerdeki, yarık veya mağara gibi boşluklarda barınırlar (Cobb ve Castro, 2006). Bununla birlikte, erken dönemdeki hayatlarına yönelik bilgi azdır. Larval safhaları atlatıp bentik safhaya ulaşan yavrular, çok sayıda pelajik avcının ulaşamayacağı ve göremeyeceği yerlerde saklandıkları için larval döneme göre çok daha yüksek hayatta kalma oranına sahiptirler. Bentik yaşam döngüsünde az gözlemlenen ıstakozlar deniz dibinde yaşamaya

başladıktan sonra daha az hareket ederler. Doğada genellikle iri kumdan ince çakıla kadar olan kalınlıklarda çakıllı alanları tercih ettikleri görülmüş fakat juvenil bireylerin sert yapışkan çamurda da yuva yaptıklarına rastlanmıştır (Pollock, 1997). Karapaks uzunlukları 15 mm'ye ulaştığında buldukları alanları terk edip kayalık ve oyuk şeklindeki alanlara geçiş yaparlar (Fig.3.6; Marx ve Herrnkind, 1985).

Istakozlar büyüdükçe predasyona maruz kalma ihtimalleri azalır. Bu nedenle özellikle küçük bireyler yuvalarından fazla uzaklaşmazlar. Sedarter yaşam tarzına sahip olan istakozlar üremek ve beslenmek için 2 ila 10 km arasında bir mesafe katedebilirler. Yetişkin bireyler küçük gruplar halinde veya çift olarak bulunabilirler. Istakozlar genellikle gece avlanırlar. Midye gibi çift kabuklular, yengeçler, deniz kestaneleri, deniz yıldızları, poliketler, karındanbacaklılar ve diğer deniz solucanları ile beslenir. Istakozlar çok uzun yıllar yaşayabilen canlılardır. *Homarus americanus* türünün 50-100 yıl yaşayabildiği ve 19 kg ağırlığa ulaşabildiği bildirilmiştir.

1.4. Homarus gammarus'un Temel Anatomisi ve Fizyolojik Özellikleri

Istakozlar sefalotoraks ve karın (abdomen) bölgesi olmak üzere 2 temel bölümden oluşurlar. Kitin içeren sert bir koruyucu dış iskelet, bu bölümleri kaplar (Şekil 2 ve Şekil 3). Istakozlarda büyüme, tıpkı karides ve yengeçlerde olduğu üzere, dış iskeletin periyodik olarak dökülmesi ve yerine yenisinin gelişmesiyle meydana gelir. Sefalotoraksın üst tarafı karapaks ile kaplıdır. Gerek sefalotoraks gerekse abdomen segmentlerden oluşmuştur. Sefalotoraksta bulunan segmentler birbirilerine kaynamışken abdomende bulunan segmentler birbirine kaynamamıştır ve esnektir. Bu esneklik özellikle bir tehlike anında kaçmak için avantaj sağlar zira tüm abdomen kasılarak bir kepçe gibi suyu ittirerek hızla ortamdaki uzaklaşmaya olanak sağlar. Kasılma karın bölgesinden kuyruğa kadar uzanan güçlü kaslar ile sağlanır. Bu kaçma hareketi geriye doğru olur. Buna karşın yürüme sefalotoraksın alt bölgesindeki bacaklar (pereipod) ile sağlanır. Bacaklar her 2 tarafta 5 tane olmak üzere toplam 10 adettir ancak bunların 4 çifti yürümek için kullanılır. İlk 3 çift bacak modifiye olarak kıskaç (pens ya da dactyl) haline dönüşmüştür. Hatta ilk çift bacak bacağı benzemez ve çok iri kıskaçlara dönüşmüştür. Kıskaçlardan bir tanesi kırıcı iken diğeri kesici yapıdadır. Diğer 2 çift bacak hem yürümede hem beslenmede kullanılır. Istakozlarda yüzme abdomenin altında yer alan yüzme bacakları (pleopod) ile sağlanır. Bununla birlikte, bentik yaşama geçtikten sonra yüzme tercih edilmez. Yüzme bacakları

yumurta taşıyan dişilerde yumurtaların havalandırılması amacıyla kullanılır. Dişilerde 3. çift yürüme bacağı arasında yumurta kanalının dışarıya açıldığı açıklık yer alır. Erkeklerde ise sperm kanalının dışarı açıldığı açıklık 5. çift yürüme bacağı arasında ve ileriye doğru uzanır.

Istakozlarda sindirim, boşaltım, solunum, dolaşım ve üreme sistemleri sefalotoraksta yer alır. Baş ve beyin sefalon kısmında yer alırken mide, hepatopankreas, ve kalp toraksta yer alır. Kalp vücudun dorsalinde, solungaçlar ise vücudun ventralinde sefalotoraks bölgesinde boylu boyunca uzanırlar (Şekil 4). Kalpten çıkan aort damarları anterior ve posteriora doğru devam eder (Şekil 4). Istakozlar da diğer krustaseler, yengeçler ve örümcekler gibi kanlarında hemosiyanin bulunmaktadır bu sebepten de kanları mavi renktedir (Jenkins, 1972).

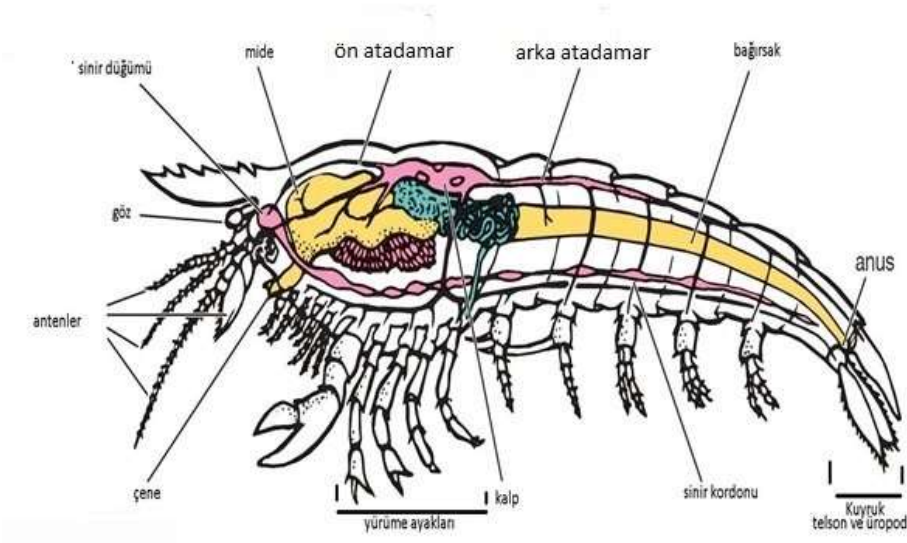
Istakozlarda her 2 tarafta olmak üzere 20 çift solungaç bulunur. Su solungaçlara bacakların arasındaki kanallardan girer ve anterior yönde ilerler. Sindirim sistemi ön, orta ve arka bağırsakları içerir. Besinler ön bağırsakta ufalanır, orta ve arka bağırsakta sindirilir. Hepatopankreas karaciğer ve pankreas görevini birlikte üstlenmiştir. Kuyruğun en ucunda ise telson ve üropod kısmı bulunur. Sindirim ürünleri abdomen boyunca uzanan bağırsaktan yani kuyruğun ucundan dışarı atılır. Anüs, telson ve üropodun anterior ventralinde kalmaktadır (Şekil 4).



Şekil 2. Yetişkin *Homarus gammarus*'un üstten görünümü (FAO, 2007).



Şekil 3. Yetişkin *Homarus gammarus*'un alttan görünümü (FAO, 2007).



Şekil 4. Istakoz'un anatomisi. (Kaestner, 1970).

1.4.1. Istakozlarda Büyüme

Istakozlarda büyüme dış iskeletlerinin değişimi yoluyla gerçekleşmektedir. Vücutta bulunan dış iskelet atılırken vücutta su girişi olur ve vücut şişerken dış iskeletin de atılması gerçekleşir. Dış iskelet vücuttan atıldığında yeni gelen iskelet henüz yumuşak olduğu için istakoz diğer yırtıcı canlılara karşı savunmasız duruma gelir ve kendini savunmak için dış

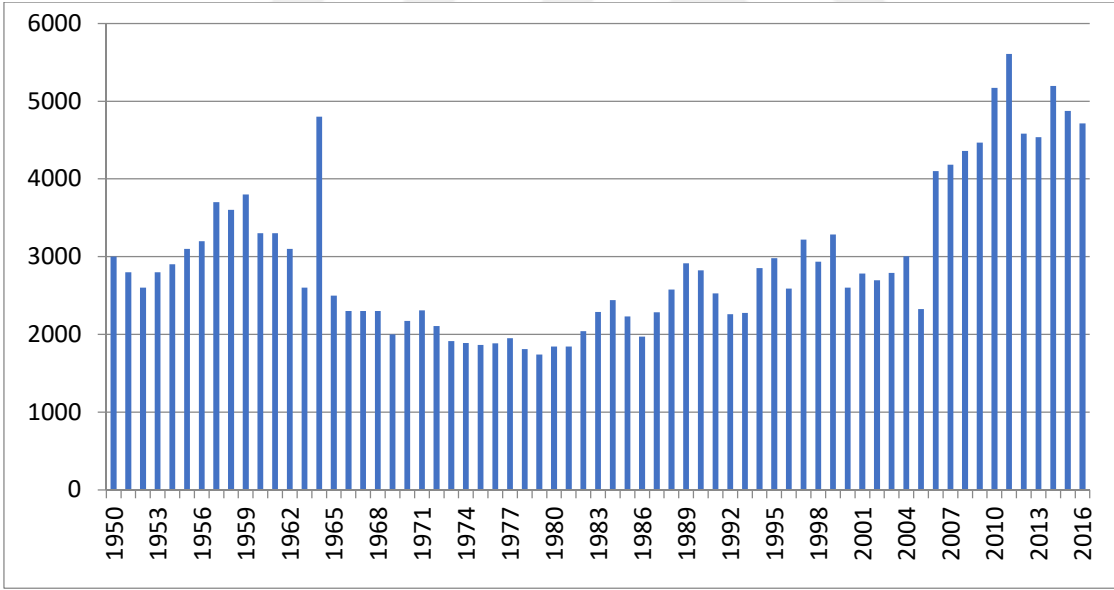
iskeleti sertleşene kadar saklanma ihtiyacı duyar. Dış iskeletin sertleşmesi ıstakozun büyüklüğüne, beslenmesine, vücudunda bulunan kalsiyum miktarına bağlı olarak birkaç saat ile birkaç hafta kadar sürebilir. Her kabuk değiştirme periyodunda kabuk uzunluğu yaklaşık %10-15 ve toplam vücut ağırlığı %50 ye kadar artar. İstakozlar kabuklarını döktükten sonra dökülmüş olan kabuğu yiyerek yeni kabuk için ihtiyaç duyduğu kalsiyumun büyük bir kısmını eski kabuğundan almış olur. Genç ıstakozlar ilk 5 yılda yaklaşık 25 defaya kadar kabuk değişimi gerçekleştirebilirler. Bu değişimin çoğu ilk aylarda gerçekleşir; ilk aylarda ıstakozlar yaklaşık olarak her hafta kabuk değiştirirler. Yetişkin bireyler daha az sıklıkta kabuk değiştirirler. Büyük yetişkin bireylerde 2 yılda bire kadar bu rakam düşebilir fakat yaşam döngüsü boyunca büyüme hiç durmaz. Bugüne kadar kayıtlara geçmiş en büyük *Homarus gammarus* bireyi 1,26 m boyunda ve 9,3 kg ağırlığındadır. Ezici kolunun ağırlığı ise yaklaşık 1,2 kg'dır. İstakozlar kaybettikleri kollarının yerine yenisini çıkarabilir fakat bu işlem ıstakozların büyümesini olumsuz etkilemektedir.

1.4.2. İstakozlarda Üreme

Dişi ıstakozların karapaksları yaklaşık 7,5 – 8 cm iken üreme olgunluğa ulaşırlar bu da yaklaşık olarak 5 ila 7 yıl arasında bir süreye denk gelmektedir. Erkek ıstakozlar ise daha erken ve daha küçük boyutlarda üreme olgunluğuna erişirler. Çiftleşme genellikle sert kabuklu erkek ile kabuğunu yeni dökmüş dişi birey arasında gerçekleşir. Sperm, erkeğin yürüme bacaklarının son çiftinin tabanında bulunan kanallar aracılığıyla dişinin sperm yuvasına aktarılır. Yumurtlama genellikle yaz aylarında gerçekleşir. Yumurtalar küçük kanallardan dışarı atılarak döllenir ve 9-12 ay boyunca dişi bireyin karnının altında taşınır. Yumurtalar geliştikçe renk değiştirirler; önce koyu yeşil, sonra siyah renktedirler ve sonunda embriyo geliştikçe kırmızıya dönmeye başlarlar. Yumurtadan çıkma, birkaç gece boyunca, bir seferde birkaç binlik gruplar halinde gerçekleşir. Yumurtadan çıkan ıstakozların suya salınması için dişi birey kuyruğunu ve pleopodlarını sallar, bu sayede yavru ıstakozlar planktonik evreye geçmiş olurlar. Yumurtadan çıkma genelde baharda 15-20 °C sıcaklıklarda meydana gelir.

1.5. Üretim Verileri

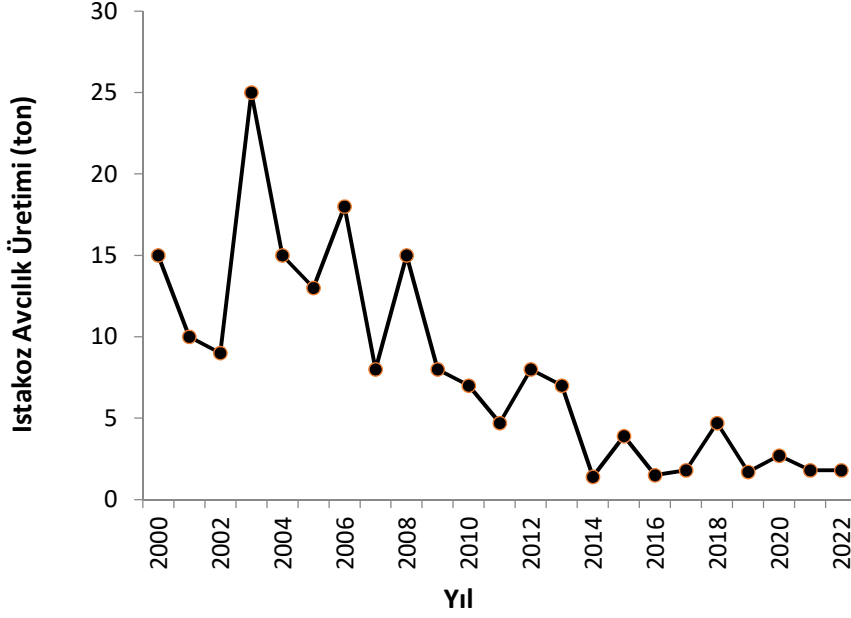
Avrupa ıstakozunun üretim verilerine bakıldığında avlanan ıstakoz rakamlarında azalma-artma eğilimleri gözlenmekle birlikte 2000'lerin başından itibaren genel bir artış eğilimi göze çarpmaktadır (Şekil 5). İstakoz üretiminde Avrupa ülkelerinin payları da zaman içerisinde değişiklik göstermiştir. 1950-75 arasında, ilk 2 sırada İskoçya ve Norveç yer alırken bu ülkelerin ıstakoz üretimindeki payları sırasıyla, %26 ve %18 olmuştur. Bu ülkeleri %16 pay ile İngiltere, Galler ve Fransa takip ederken, İrlanda'nın payı %9, İsveç, Danimarka ve İspanya'nın payları ise %5'ten azdı. Avrupa'da 1960'larda yıllık 3000-3500 ton üretim miktarlarına rastlanırken, 1970'lerde bu değer 2000 tonların altına inmiştir. Ancak, özellikle 2006'dan sonra üretimde artışlar gözlenmeye başlamıştır. Günümüzde Avrupa'da İngiltere açık ara önde gitmektedir: Örneğin İngiltere'de 2016 yılı ıstakoz avcılık üretimi 2500 tonun üzerindedir ve Avrupa genelinde %70 üzerinde bir paya sahiptir. İngiltere'yi sırasıyla, Fransa 587 tonla (%13), İrlanda 138 tonla (%3), Hollanda 64 tonla (%1,4) ve Norveç 54 tonla (%1,2) takip etmektedir.



Şekil 5. Dünyada *Homarus gammarus*'un Avcılık Yolu ile Üretim Miktarları (ton) (FAO, 2020).

Türkiye'de ıstakoz üretimi tamamen avcılığa dayalıdır dip ağları ve dalarak avcılığı yapılmaktadır. Sahip olduğu ekonomik değere bağlı olarak özellikle Türkiye sularında ıstakoz üretimi 2000'li yıllardan itibaren azalma eğilimine girmiştir. Avrupa ıstakozu üretimi 2003 yılında 25 ton ile maksimuma çıkmış ancak daha sonraki yıllarda artış ve

azalışlarla beraber giderek azalmıştır. 2011 yılından itibaren 5 ton seviyesinin altına inen ıstakoz üretimi azalma eğilimine devam etmiş ve 2021 ve 2022 yıllarında 1,8 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Bununla birlikte, kayıt dışı avcılığa çok elverişli olması nedeniyle Türkiye’de ıstakoz istihsalinin çok daha fazla olduğu bilinmektedir.



Şekil 6. Türkiye’de avcılık yolu ile yıllara göre ıstakoz üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2022).

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde Avrupa ıstakozu yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar incelenmiş ve anaç bakımı, larva ve juvenil yetiştiriciliği ve ideal su kalitesi parametreleri özetlenmiştir. Ayrıca, ıstakoz yetiştiriciliği ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

2.1. *Homarus gammarus*'un Yetiştiricilik Çalışmaları

Ekonomik değerinin yüksek oluşu ıstakoz yetiştiriciliğine yönelik çalışmaların en önemli nedenidir. Bununla birlikte, günümüzde aktif olarak çalışan ıstakoz kuluçkahanelerinin görevi stok destekleme çalışmalarıdır.

Homarus cinsine ait ıstakozların yetiştiriciliğinin yüzyıldan fazla bir geçmişi vardır. 1885 yılından itibaren ABD Balıkçılık Komisyonu yumurtadan yeni çıkmış ıstakoz (*Homarus americanus*) larvalarını kuzeydoğu kıyılarına salmaya başlamıştır. 1907 yılına gelindiğinde denizlerdeki ıstakoz stoklarını desteklemek amacıyla 5 eyalette ıstakoz kuluçkahaneleri kurulmuştur. Bu programlara sonraki yıllarda biyolojik ve ekolojik nedenlere bağlı olarak devam edilmemiştir (Bardach vd., 1972). Avrupa'da ise ıstakoz kuluçkahaneleri ilk defa 1921 yılında kurulmuştur (Bardach vd., 1972). İngiltere, Norveç, İsveç, Danimarka, Almanya, Fransa ve Hollanda'da deneysel yetiştiricilik ve stoklama çalışmaları yapılmıştır. Günümüzde ticari çalışmalar yapılmakla beraber özellikle İngiltere ve Norveç'te doğal stokların desteklenmesi amacıyla kuluçkahanelerde üretilen binlerce genç ıstakoz denizlere bırakılmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda karada veya denizde ticari ıstakoz yetiştiriciliği üzerine yapılan çalışmalarda ümit verici sonuçlar alınmaya başlamıştır. Örneğin, formüle edilmiş suni bir yem ile ıstakozların porsiyonluk boya ulaştırılabildiği gösterilmiştir. Ayrıca, yem masraflarını azaltmak üzere ıstakozların deniz ortamında yetiştirilebilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu konu ile ilgili gelişmelere bağlı olarak yakın bir gelecekte ıstakoz üretiminin tüm aşamalarının ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesi mümkün olabilir.

2.1.1. Anaç Temini ve Bakımı

Yumurta taşıyan dişi ıstakozlar doğadan yakalanabilir veya balıkçılardan temin edilebilirler. Anaçlar ayrı ayrı olmak üzere küçük hacimli tanklarda veya beraber daha büyük tanklarda tutulabilirler. Tutsaklık şartlarında güçlü olan kıskaçları, birbirlerine ve buldukları ortama zarar vermelerini engellemek amacıyla bağlanır. Bu şekilde taşınmaları ve bakımları son derece kolay şekilde yapılabilir.

Yumurta taşıyan dişiler tanklara alındığında arada sırada beslenebilirler. Bu amaçla, balık eti, midye eti ve suni yemler kullanılır. Bu tanklar günlük olarak temizlenmelidirler. Fekundite ıstakoz büyüklüğü ile orantılıdır. Anaçlar büyüklüklerine göre 5000-40000 yumurta verebildikleri bildirilmiş olsa da (Hinchcliffe, 2021) genelde 5-10 bin yumurta bırakırlar. Yumurtlama başladığında larvalar bir kepçe vasıtasıyla başka tanklara alınırlar. Yumurtlama 1 hafta kadar sürebilir. Yumurtlama işlemi bittikten sonra dişi ıstakozlar tekrar doğaya salınırlar.

Istakoz yetiştiriciliğinde genellikle bakım maliyetlerinin azaltılması ve kolaylık açısından dişi ve erkek ıstakozların tutsaklık altında çiftleşmeleri tercih edilmez. Anaçların buldukları tankların ayrı bir filtrasyon sistemi olmalıdır. Anaç ıstakozlar 10 °C ve yukarıdaki sıcaklıklarda bakılırlar.

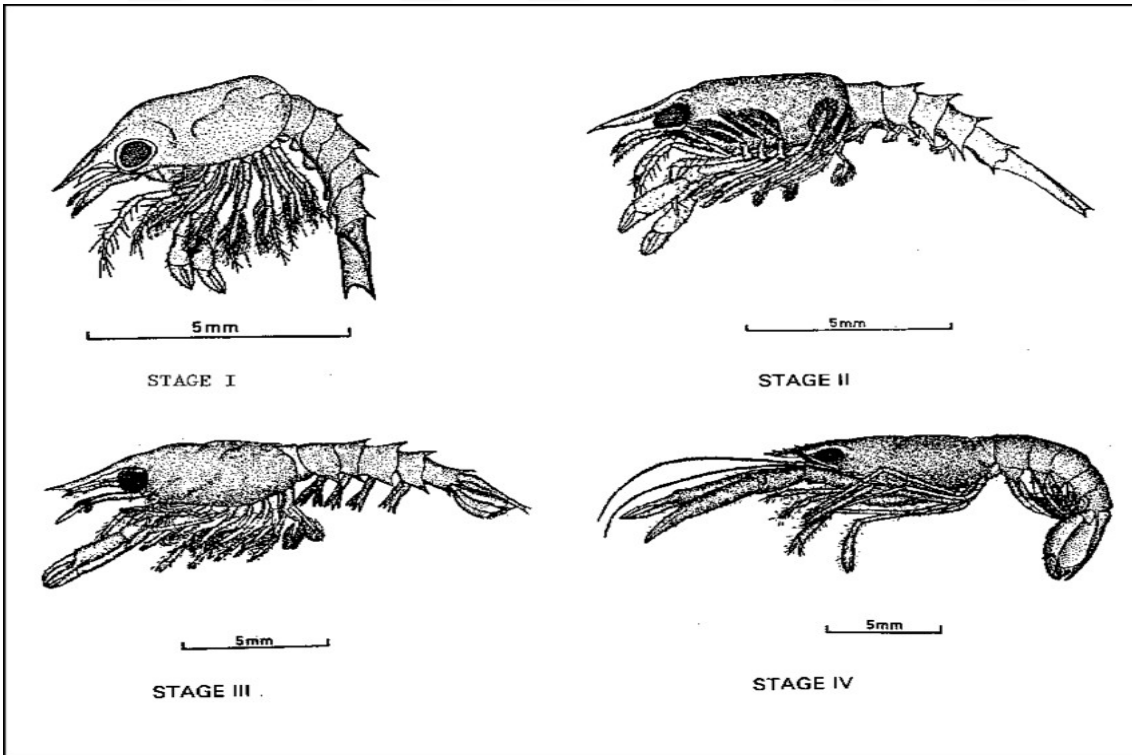
2.1.2. Larval Yetiştiricilik

Günümüzde Avrupa ıstakozu yetiştiriciliği başta İngiltere ve Norveç olmak üzere çeşitli Avrupa ülkelerinde yapılmaktadır. Larval yetiştiricilikte zorluklardan en önemlisi verimli larva kültürüdür. Anaç tanklarında yumurtadan çıkan larvalar tanklardan bir kepçe yardımı ile alınarak larva tankına aktarılırlar. Alternatif olarak açılan yumurtalardan çıkan larvalar, anaç tankından su değişimi vasıtasıyla başka bir tanka kendiliğinden aktarılabilirler. Larvalar 12-25 adet/L oranında tanklara stoklanabilirler. Larvalar serbestçe su kolonunda devamlı olarak yüzerler ve ilk 2-3 haftalık dönemde (Evre I-IV) larva tankında yetiştirilirler. Deniz canlılarının büyük bir bölümünün larval aşamada canlı yemlere ihtiyacı vardır. Larval yetiştiricilikte ihtiyaç duyulan canlı yemler hedef türün ağız açıklığına bağlı olarak belirli bir boya, besin içeriğine ve yüzme kapasitesine sahip olmalıdır (Kumlu ve Jones, 1995). *Homarus gammarus* için yaygın olarak kullanılan yem türleri genelde *Artemia nauplii* ve donmuş mysis yemleridir (Beard ve Wickins, 1992;

Kristiansen, 2004). Fakat doğada bu yemlerle beslenmedikleri için yağ asitleri bakımında yetersiz kalınabilir. Bu nedenle beslemede kullanılan artemia naupliileri zenginleştirilebilir. İstakoz larvalar periyodik olarak kabuk değiştirirler ve IV evreye geldiklerinde su kolundan ayrılarak dibe inerler. Bu aşamada kanibalizm başlar ve genç istakozlar larva tankından alınarak birbirleriyle temas etmeyecekleri şekilde çeşitli boyutlardaki bölmelerde yetiştirilmeye başlanır.

2.1.3. Homarus gammarus'un Larval Evreleri

Larvalar yumurtadan çıktıktan sonra hızlı bir larval gelişim gösterirler ve su sıcaklıklarına bağlı olarak 20-22 °C'de 12 gün içerisinde larval dönemleri son bulur. Daha düşük sıcaklıklarda larval evre süresi uzar. Bentik yaşama başlamadan önce 4 larval safha geçirirler (Şekil 7). Bu safhalardan 3'ü prelarva (zoea) evresidir. Bu aşamada pelajikte yüzerler ve total boyları 0.8-14 mm arasında değişir. IV. safha ise dekapod kabuklularda bulunan postlarva evresidir ve megalopa adı verilir. Bu evreler *Hommarus americanus* için de aynı şekilde geçerlidir. Dördüncü safhadan sonra bentik juvenil ve yetişkin safhaları yer almaktadır (Rötzer ve Hang, 2015).



Şekil 7. Homarus gammarus'un 4 larval safhası (Nichols ve Lawton, 1978).

Safha 1 larvalar güçlü bir pozitif fototaksi sergilerler. Safha 2 larvalarda ise pozitif fototaksi daha azalmıştır ve pleopodların gelişiminin başlamasına bağlı olarak yüzme yeteneği kazanmışlardır. Safha 1 larvaları ışığa yönelim gösterirken kabuk değiştiren larvalar safha 2 ve safha 3'te ışıktan uzaklaşma ve aşağı doğru göç eğilimi sergiler (Harding, 1987). Safha 3'e erişildiğinde bireylerdeki ön kollar ve pleopodlarda büyüme gözlemlenir bunun yanı sıra ilk üropod çiftinin ayrılması da bu safhada gerçekleşir. Safha 4 ise pelajikten bentige geçişi ve postlarva evreyi temsil eder (Browne vd., 2008).

Doğal yaşam alanlarında larval safhada planktonik oldukları için su kütlelerinde su akıntılarıyla birlikte sürüklenirler. Bu da dağılımları için önemli bir fırsattır.

4. Safha olan postlarva safhasında larva ileri doğru yüzebilme ve dibe dalma kabiliyeti kazanmış ve yüzme kabiliyeti de aynı düzeyde gelişmiştir. Yapılan çalışmalarda gün ışığının olduğu zamanlarda larvalara derin sularda (termoklinin üst yüzeyi) rastlanırken, gece olduğunda ise larvalara daha sığ sularda rastlanmıştır. Bu bulgular larvaların dikey göç hareketini göstermektedir (Hadley, 1908).

Yetiştiricilik ortamında ve doğal yaşamında büyüme ve gelişme hızını etkileyen ana etmenler su sıcaklığı, stok yoğunluğu, su kalitesi ve yaşadığı alanın büyüklüğüdür. İstakozların geçirdikleri evrelere bağlı olarak yaşam döngüleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

2.2. *Homarus gammarus*'un Jüvenil Yetiştiriciliği

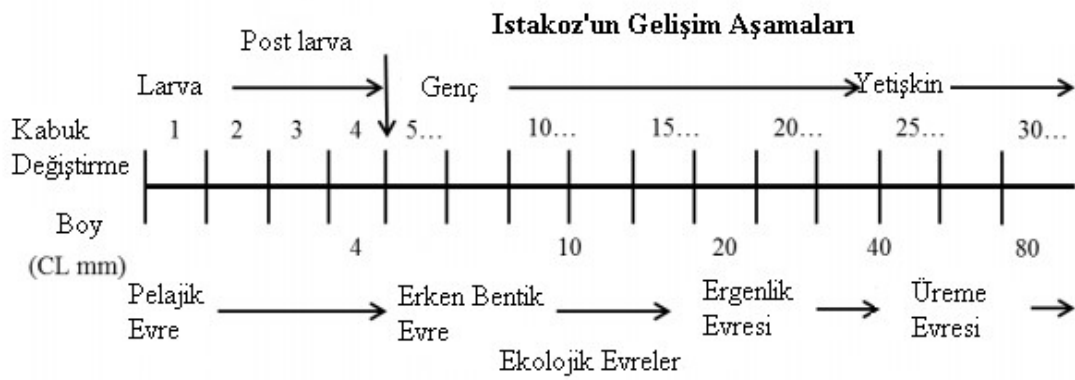
Larvalar pelajik dönemi kapsayan ilk 4 evrede tanklar içerisinde beraber yetiştirilen istakozlar bentik aşamaya geçtikten sonra kanibalizmi engellemek amacıyla tek tek yetiştirilirler. Bu amaçla 50x50 mm ebadında hücreler kullanılabilir. Hücrelerin boyları tercihe bağlı olarak işletmeden işletmeye değişiklik gösterir. İstakozlar büyüdükçe barındırıldıkları hücrelerin ebadı da artar. Bu aşama sırasında çok farklı sistemler kullanılabilir. Tüm bu sistemlerin ortak noktası istakozların ayrı ayrı tutulabilmelerine imkan sağlayan sistemler olmalarıdır. Bu ünitelerin aynı zamanda su değişimine imkan sağlamaları istenir. Aynı zamanda jüvenil istakozlar bu ünitelerden alınarak, kolaylıkla temizlenebilmelidir. Bu nedenle genellikle su ile reaksiyona girmeyen delikli plastik malzemeden yapılmış üniteler kullanılır (Beard ve Wickins, 1992; Kristiansen, 2004).



Şekil 8. Çalışmada kullanılan plastik kutular (Enes Osman, 2022).

Tablo 1

Homarus cinslerinin büyüme oranlarına göre gelişim aşamaları (Cobb ve Wahle, 1994)



2.3. Su Filtrasyonu ve Kalitesi

Istakozlar için kullanılan filtrasyon sistemleri balıklar için kullanılan sistemlere benzerlik gösterir. Öncelikle katı partiküllerin sudan uzaklaştırılacağı mekanik filtreler kullanılır. Bu amaçla kum filtreleri, sedimentasyon tankları veya torba filtreler kullanılabilir. Mekanik filtrasyondan sonra toksik amonyağın elimine edilmesi için biyolojik filtrasyon gereklidir. Istakozların bulunduğu tanklara ulaşmadan önce su UV filtreden geçirilir. Ayrıca hidrofobik çözülmüş maddelerin uzaklaştırılması için protein skimmerlar kullanılabilir. Bu tez çalışmasının istakozların ticari üretimine yönelik olmaması nedeniyle, ticari yetiştiricilik sistemlerinin değerlendirilmesi yapılmamıştır. Ayrıca, istakozların ticari yetiştiriciliğine kullanılan sistemlerde dünya genelinde bir standardizasyon söz konusu değildir. Bu çalışmaların büyük bölümü Ar-Ge aşamasındadır ve konuyla ilgili detaylı bilgi sınırlıdır. Bununla birlikte istakoz yetiştiriciliğine uygun su kalitesi parametreleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 2

Istakoz yetiştiriciliği için uygun olan su parametreleri

Parametre	Değer
Sıcaklık	15 - 22 °C
Salinite	29 - 35 ppt
pH	7.8 - 8.2
Çözülmüş Oksijen (% saturasyon)	98 - 102%
Total Amonyak	0 - 0.1 mg/L
Nitrit	<3.0 mg/L
Nitrat	<50.0 mg/L

2.4. Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde, istakoz larva ve juvenil yetiştiriciliği konusunda daha önce yayınlanmış ve bu tez çalışması ile doğrudan ilgili bilimsel literatür değerlendirilmiştir.

1) Agnalt, A.L., Grefsrud E.S., Farestveit E., Larsen M., Keulder F. 2013. Deformities in larvae and juvenile European lobster (*Homarus gammarus*) exposed to lower pH at two different temperatures. *Biogeosciences*, 10: 7883-7895.

Bu çalışmada, global ısınma ve okyanusların asidifikasyonu ile ilgili artan verilere bağlı olarak, Avrupa ıstakozu larvalarının normalden düşük pH değerlerindeki büyüme performansları incelenmiştir. Buna bağlı olarak larvalar 2 farklı sıcaklıkta (10 ve 18 °C) normal, orta (pH 7,79) ve yüksek (pH 7,62) şiddette çevresel CO₂ değerlerine maruz bırakılmıştır. Sonuçlar karapaks uzunluğu ve kuru ağırlık bakımından bir fark ortaya koymamıştır ancak deformite oranlarında bir artış tespit edilmiştir. Orta şiddetteki CO₂ ortamında larvaların %23'ünde deformite gözlenirken, yüksek miktardaki (düşük pH) ortamında larvaların %43'ünde deformite gözlenmiş ancak pH değerinin 7,9 dan büyük olduğu ortamlarda herhangi bir deformite gözlenmemiştir. Çalışma ıstakoz yetiştiriciliğinde ideal pH oranları bakımından önemlidir.

2) Goncalves R., , Lund, I., ve Gesto, M. 2021. Interactions of temperature and dietary composition on juvenile European lobster (*Homarus gammarus*, L.) energy metabolism and performance. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* (260) 111019.

Bu çalışmada, juvenil Avrupa ıstakozları büyüme oranları ve enerji metabolizmalarının sıcaklık değişimlerine karşı gösterdikleri tepkilerin yem ile düzenlenip düzenlenemeyeceği incelenmiştir. Bu amaçla, ıstakoz juvenilleri 13 ve 19 °C'de yetiştirilmişler ve karbonhidrat veya protein ağırlıklı yemlerle beslenmişlerdir. Yem türüne bakılmaksızın soğuk suda yem alımı, sefalotoraks protein ve glukoz ve abdominal glukojen ve glukoz seviyeleri azalmıştır. Düşük sıcaklığın büyüme (spesifik büyüme oranı ve kabuk değiştirme oranı) ve enerji metabolizması üzerindeki etkileri yüksek karbonhidrat içeren yemde daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, juvenil ıstakozlar üzerinde düşük sıcaklık etkilerinin yem ile modüle edilebildiğini ve bu durumun ıstakoz juvenilleri için uygun yem geliştirilmesinin önemini vurgulamıştır.

3) Jørstad, K. E., Kristiansen, T. S., Farestveit, E., Agnalt, A-L., Prodöhl, P. A., Hughes, M., and Ferguson, A. 2009. Survival of laboratory-reared juvenile European lobster (*Homarus gammarus*) from three brood sources in southwestern Norway. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 43(1): 59-68.

Bu çalışmada 3 farklı anaç soyuna ait (Kvitsøy Wild (KW), Kvitsøy Cultured (KC) ve Rogaland Wild (RW), Norveç) larvaların karşılaştırmalı yetiştiriciliği yapılmıştır. İlk denemede farklı anaçlara ait larvalar yetiştirilmiş ve çalışma sonucunda tüm larvalar IV. evreye ulaşmasına karşın aralarında büyük varyasyonlar görülmüştür. En yüksek hayatta kalma oranı %12.8 ile RW grubunda görülmüştür. Daha sonra, kalan juvenil ıstakozlar 9 ay süre ile büyütülmüştür. Sonuçlar, KW grubuna ait juvenillerin hayatta kalma oranının (7,0%), KC (3,7%) ve RW (3,2%) ailelerine ait hayatta kalma oranlarına göre yüksek bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar yetiştiricilik yolu ile elde edilmiş dişilerden (KC) yavru elde edilebildiğini ve bu yavruların hayatta kalma oranlarının doğadan elde edilmiş (KW) anaçlara ait yavruların hayatta kalma oranlarından daha az ancak karşılaştırılabilir seviyede olduğunu göstermiştir.

4) Haché, R., Dumas, A., Thumbi, D., Forward., B.S., Mallet, M. 2017. Effect of live algae used as green water on survival, growth, behaviour, ontogeny and bacterial profile of lobster larvae (*Homarus americanus* Milne Edwards). Aquaculture Research, 48: 581-593.

Bu çalışmada, balık larvası yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan yeşil su tekniği, Avrupa ıstakozu larval yetiştiriciliğinde uygulanmıştır. Bu amaçla, ıstakoz larvalarının yetiştirildikleri tanklara *Isochrysis galbana* ve *Chaetoceros muelleri* (50:50 oranında) eklenmiştir. Sonuçlar, alg karışımı eklenen tanklardaki ıstakoz larvalarının büyüme ve hayatta kalma oranları eklenmeyen gruba göre bir farklılık göstermemiştir. İstakozlarda lipid sınıfları etkilenmemiştir ve yağ asidi ve bakteri profillerinde çok az bir varyasyon tespit edilmiştir.

5) Knudsen H Knudsen and S Tveite, 1999. Survival and growth of juvenile lobster *Homarus gammarus* L. raised for stock enhancement within in situ cages. Aquaculture Research, 30: 421-425.

Genç ıstakozların (Evre IV) kullanıldığı bu çalışmada, hayvanlar 9x11x6 cm ebadındaki kutularda yetiştirilmiş ve büyüme ve hayatta kalma oranları deniz ortamında kafeslerde yetiştirilen ıstakozlarla karşılaştırılmıştır. Deniz ortamındaki sıcaklıkların daha düşük olmasına karşın karada ve denizde büyütülen ıstakozların büyüme ve hayatta kalma oranları benzer bulunmuştur.

6) Middlemiss, K.L., Daniels, C.L., Urbina, M.A., Wilson, R. W. Combined, 2015. effects of UV irradiation, ozonation, and the probiotic *Bacillus* spp. on growth, survival, and general fitness in European lobster (*Homarus gammarus*). *Aquaculture* 444: 99-107.

Bu çalışmada, Avrupa ıstakozu larva ve juvenil yetiştiriciliğinde ultraviyole, ozon ve probiyotik (*Bacillus* sp) etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, IV-V evreler arasında, ozon kullanımının probiyotik kullanımına göre canlı ağırlık artışı bakımından daha iyi olduğunu göstermiştir. Hayatta kalma oranı 18. günde ozon grubunda probiyotik grubuna oranla %10 daha fazla olurken, 24 ve 31. günlerde sırasıyla, %5 ve %4 daha fazla olmuştur. İstakoz biyoması 18. günde ozon grubunda probiyotik grubuna göre %60 daha fazla bulunurken, 31. günde %116 oranında daha fazla olmuştur. Bu çalışmanın sonuçları ıstakoz larvası yetiştiriciliğinde patojen kontrolü için ozon uygulamasının, probiyotik veya UV uygulamalarına göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

7) Powell, A., Hinchcliffe, J., Sundell, K., Carlsson, N., Eriksson, S.P., 2017. Comparative survival and growth performance of European lobster larvae, *Homarus gammarus*, reared on dry feed and conspecifics. *Aquaculture Research*, 1-11.

Bu çalışmada, Avrupa ıstakozu larvalarının suni yemle beslendiklerinde büyüme performansları çalışılmıştır. Sonuçlar daha ufak yem ebadının (250-360 µm) daha büyük yem ebadına (360-650 µm) göre larvaların büyüme performansını daha olumlu etkilediğini göstermiştir. Suni yemle beslenen ıstakozların hayatta kalma ve gelişim oranlarının yaş yem ile beslenen gruptan farklı olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma, ıstakoz yetiştiriciliğinde suni yem kullanımı için umut verici sonuçlar içermektedir.

8) Umur Önal ve Hakan Baki. 2021. The Growth and Survival of The European lobster (*Hommarus gammarus*) Larvae in Pseudo-Green Water and Clear Water under Low Density Conditions. *COMU Journal of Marine Science and Fisheries*, 4(2): 202-207.

Bu çalışmada, düşük yoğunluklu stoklama şartlarında, konsantre alg içeren pseudo-yeşil su ve temiz su tekniklerinin *H. gammarus* larvalarının I-IV evreler arasındaki büyüme ve hayatta kalma oranları araştırılmıştır. Tüm larvalar 800 L hacmindeki silindir-konik tanklarda 1,25 larva/L stoklama yoğunluğunda 17,1±1 °C sıcaklık ve 32±1 ppt tuzlulukta yetiştirilmiştir. İstakoz larvaları *Artemia* naupliileri ile 3-5 naupli/ml oranında beslenmiştir. Tanklara günlük eklenen konsantre alg, eklenmeyen temiz su şartlarına göre türbiditeyi arttırmış ve görüş mesafesini azaltmıştır. Sonuçlar, farklı gruptaki ıstakoz larvalarının I-IV evrelerde büyüme ve hayatta kalma oranlarının istatistiksel olarak farklı olmadığını

göstermiştir ($p>0,05$). Ortalama hayatta kalma oranı %3 olarak bulunmuştur ve gruplar arasında bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Artan türbidite şartları ve düşük stoklama yoğunluğu hayatta kalma oranlarını arttırmamıştır. Çalışmanın sonuçları, özellikle ülkemizde ıstakoz larvası yetiştiriciliğinde daha başarılı yetiştiricilik yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Yapılan bilimsel literatür derlemesi sonucunda, ıstakoz larva ve juvenil yetiştiriciliğinde ideal su kalitesi parametreleri, çevresel ortam ve besleme rejimi üzerinde önemli bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler, tez çalışmasında kapsamında gerçekleştirilen denemelerdeki şartların optimizasyonunu sağlamıştır. Tez çalışması kapsamında yapılan denemelerde su kalitesi parametreleri periyodik ölçümler ile belirtilen sınırlar içerisinde tutulmuş, besleme rejimi ise yine literatürde bildirilen yöntemlere eşdeğer olarak uygulanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM

3.1. Anaç Temini ve Adaptasyonu

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Dardanos yerleşkesinde bulunan Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesine ait Deniz Canlıları Uygulama ve Araştırma Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Doğadan yakalanmış 2 adet yumurtalı dişi ıstakoz, 1000 litrelik tanklarda tutulmuştur. Dişi ıstakozlar bu süreçte her gün beslenmiştir. Tank içerisinde açılan yumurtalardan çıkan pelajik larvalar denemelerin yapıldığı tanklara aktarılmıştır.

3.2. İstakoz Larva Yetiştiriciliği

Tez çalışmasının ilk aşamasında ıstakoz larva (I-IV evreler) yetiştiriciliği yapılmıştır. Bu amaçla, biyolojik filtrasyon içeren kapalı devre bir sisteme entegre 100 litre hacminde 3 adet silindire-konik tank kullanılmıştır. Biyolojik filtre olarak içerisinde plastik bioball bulunan 200 L hacme sahip bir tank kullanılmıştır. Sistemde deneme süresince günlük taze deniz suyu değiştirme oranı %10 olarak sabit tutulmuştur. Sistem suyu 3 adet 300 W gücünde cam ısıtıcı (Eheim Jager 300 W) ile 18 °C'de tutulmaya çalışılmıştır. Her bir tanka 150 adet yumurtadan yeni çıkmış larvanın kullanıldığı bu çalışmada (toplam 450 larva) larvaların büyüme ve hayatta kalma oranları IV. evre sonuna kadar tespit edilmiş ve deneme, larvalar IV. evreye ulaştınca sona erdirilmiştir. Büyüme oranları her evre için hesaplanmıştır. Larvalar, bu aşamada zenginleştirilmiş (Rotigrow, Reed Mariculture, ABD) Artemia nauplii ile beslenmiştir. Larval büyüme her evre için periyodik olarak örneklenen 5-10 adet larvanın karapaks ve total boylarının ölçülmesiyle elde edilmiştir. Bu amaçla örneklenen larvalar laboratuvara getirilmiş, mikroskop altında fotoğraflanmış ve görüntü analizi programıyla ölçüm yapılmıştır. Deneme sonunda hayatta kalma oranları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

Hayatta Kalma Oranı: (Deneme sonundaki hayatta kalan larva sayısı / Deneme başındaki larva sayısı) X 100

Denemeler süresinde sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen (ÇO), amonyak ve pH düzenli olarak ölçülmüştür.

3.3. İstakoz Jüvenil Büyütme Denemesi

Bu denemede farklı yemlerin jüvenil istakoz büyümesi ve hayatta kalması üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla mollusk (M) veya crustacea (C) içeren 2 farklı yaş yem ile ticari levrek yemi (L) olmak üzere toplam 3 farklı yem kullanılmıştır.

Her bir uygulama için 45 adet olmak üzere toplamda 135 adet istakoz kullanılmıştır. Deneme için jüvenil istakozlar 15'erli gruplar halinde ve her istakoz kendine ait kompartımanda yaşayacak şekilde delikli plastik kaplara yerleştirilmiştir. Böylece her bir yem uygulaması 15'er adet istakoz içeren 3 tekerrür olacak şekilde planlanmıştır. Tüm plastik kaplar, toplam hacmi 1 ton olan fiberglas bir tank içerisine yerleştirilmiştir. Test edilen yem uygulamaları her bir kutuya rastgele uygulanmıştır. Besleme çalışması 106 gün sonra sonlandırılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Istakoz Larva Yetiştiriciliği Denemesi

Larva deneme süresince sistem suyu parametreleri, tuzluluk 32 ppt; sıcaklık 17 - 19.2 °C, çözülmüş oksijen 7.9-8.2 mg/l arasında değişmiştir.

Deneme süresince elde edilen her bir evredeki ortalama larval karapaks ve toplam boy uzunlukları Tablo 1 ve 2'de verilmiştir. Deneme başlangıcında yeni larvaların ortalama karapaks uzunluğu ve toplam uzunluğu sırasıyla 2,602±0,157 mm ve 8,094 ±0,118 mm olarak tespit edilmiş ve tanklar arasında karapaks boyu ve total boy bakımından istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Denemenin başlamasından 7 gün sonra yapılan ölçümlerde, II. evre larvalarının ortalama karapaks uzunluğu ve toplam uzunluğu sırasıyla 3,404±0,116 mm ve 9,746±0,252 mm olarak tespit edilmiş ve tanklar arasında karapaks boyu ve total boy bakımından istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Denemenin başlamasından 15 gün sonra yapılan ölçümlerde, III. evre larvalarının ortalama karapaks uzunluğu ve toplam uzunluğu sırasıyla 3,975±0,288 mm ve 10,612±0,426 mm olarak tespit edilmiş ve tanklar arasında karapaks boyu ve total boy bakımından istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Denemenin başlamasından 24 gün sonra yapılan ölçümlerde, IV. evre larvalarının ortalama karapaks uzunluğu ve toplam uzunluğu sırasıyla 5,255±0,052 mm ve 13,027±0,486 mm olarak tespit edilmiş ve tanklar arasında karapaks boyu ve total boy bakımından istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 3

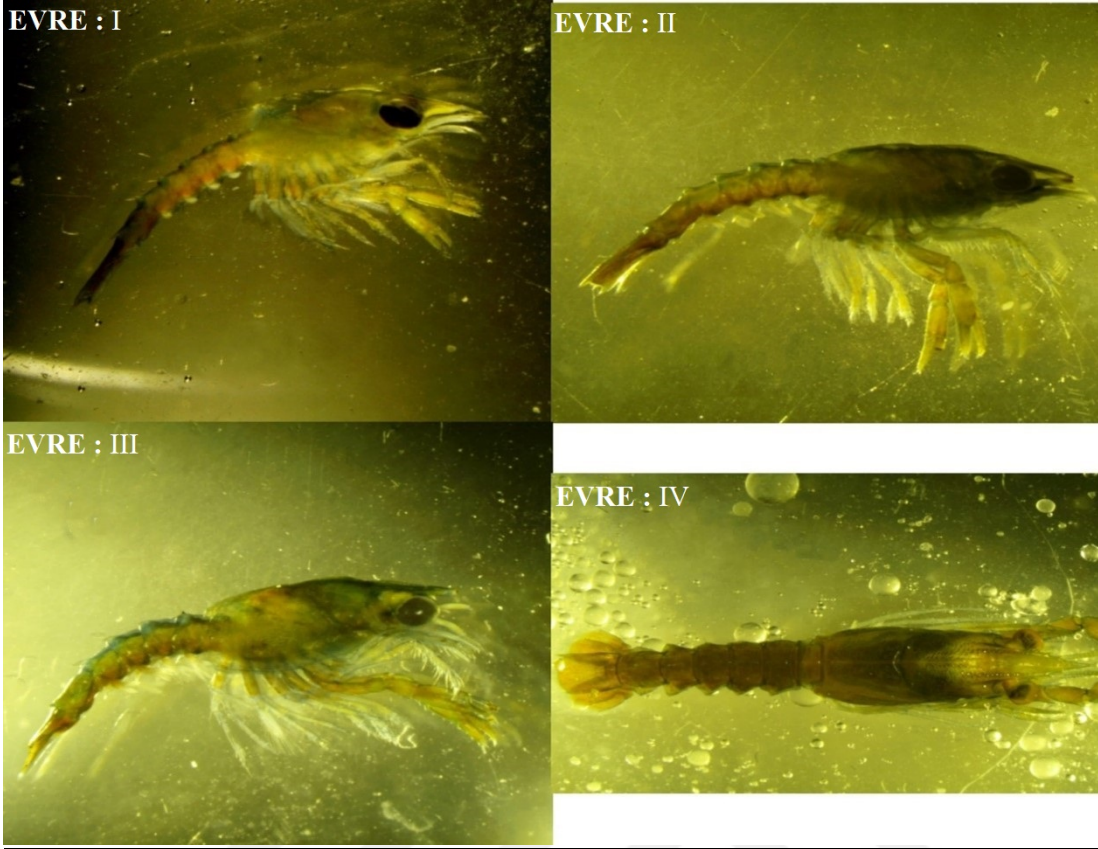
Larvaların büyüme oranları (karapaks uzunluğu)

Evre	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Ortalama \pm SE
I	2,667	2,716	2,423	2,602 \pm 0,157
II	3,358	3,536	3,319	3,404 \pm 0,116
III	3,744	3,883	4,299	3,975 \pm 0,288
IV	5,299	5,197	5,255	5,255 \pm 0,052

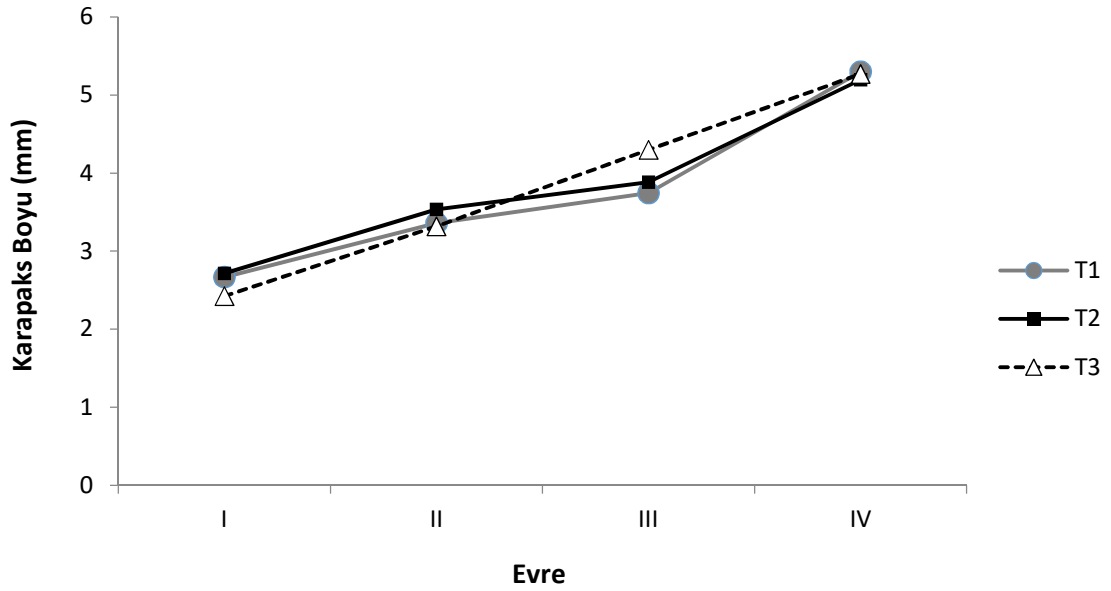
Tablo 4

Larvaların büyüme oranları (toplam uzunluk)

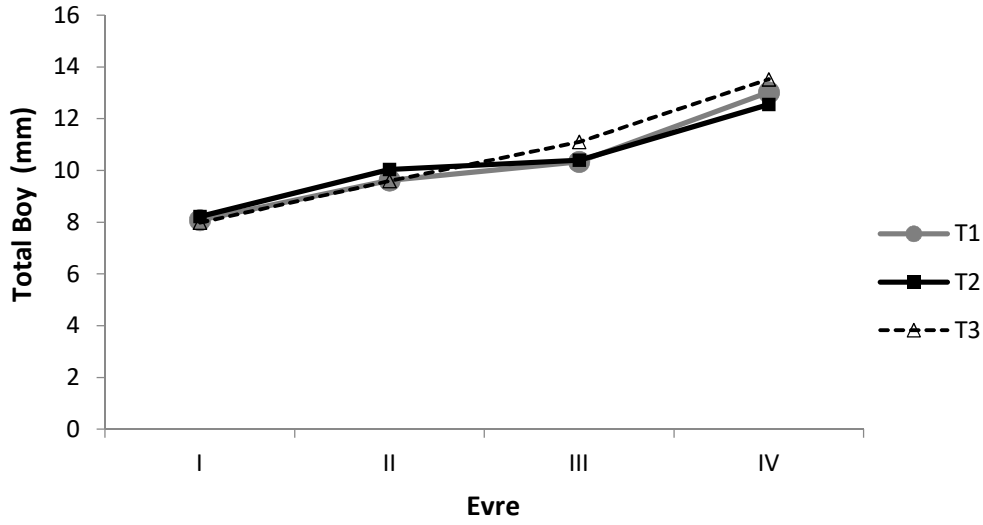
Evre	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Ortalama \pm SE
I	8,082	8,218	7,983	8,094 \pm 0,118
II	9,614	10,037	9,587	9,746 \pm 0,252
III	10,332	10,401	11,102	10,612 \pm 0,426
IV	13,012	12,548	13,520	13,027 \pm 0,486



Şekil 9. Deneme 1’de tespit edilen erken gelişim evreleri (Enes Osman, 2022).

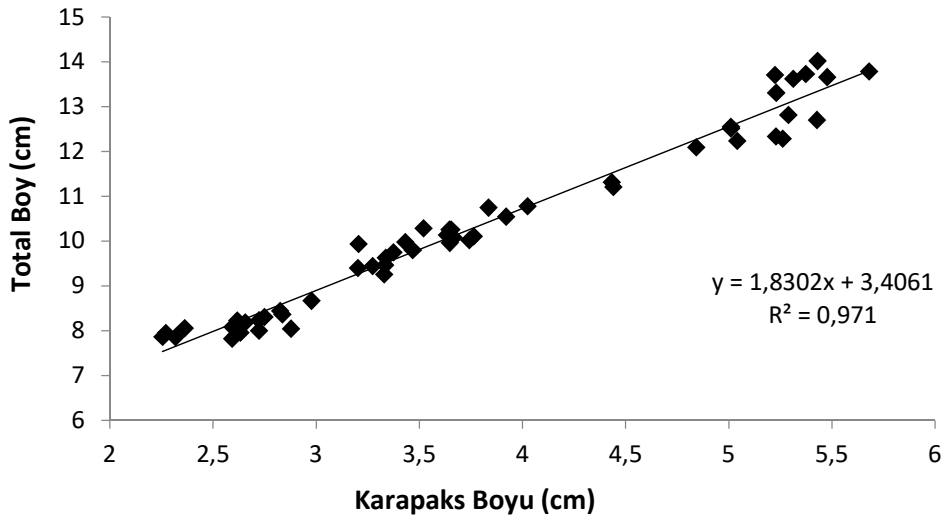


Şekil 10. Istakoz larvalarının karapaks boyu değişimleri.



Şekil 11. Istakoz larvalarının total boy değişimleri.

Deneme sonunda tanklardaki hayatta kalma oranları değişiklik göstermiştir. Denemenin sonlandırıldığı 24. günde hayatta kalan birey sayısı tank 1’de 24, tank 2’de 23 ve tank 3’te 12 olarak tespit edilmiştir. Tank başına düşen hayatta kalma oranı T1, T2 ve T3 için sırasıyla %16,0, %15,3 ve %8,0 olurken ortalama hayatta kalma %13,11 olarak bulunmuştur.



Şekil 12. Istakoz larvalarının ilk 4 evre süresince karapaks boyu ile total boyları arasındaki korelasyon.

Larval yetiştiricilik süresince elde edilen karapaks boyu ile total boy değerleri korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda karapaks boyu ile total boy arasındaki ilişki $y = 1,8302x + 3,4061$ denklemi ile tanımlanmış ve korelasyon katsayısı $R^2=0,971$ olarak bulunmuştur (Şekil 12).

4.2. Juvenil İstakoz Büyüme Denemesi

Çalışma süresince suyun sıcaklığı 17,0 °C - 19,5 °C arasında değişiklik göstermiş, çözülmüş oksijen 7,9 – 8,2 mg/l tuzluluk ise 31-32 ppt arasında değişmiş ve nispeten stabil kalmıştır. İstakozların yaşadığı bölmelerde çözülmüş oksijen değerleri daha düşük seyretmiş ve 6,0-6,9 ppm arasında değişiklik göstermiştir.

Büyüme denemesine larvalar bentik aşamaya geçtikleri 4. evreden sonra başlanmıştır. Deneme başlangıcında istakozların karapaks uzunlukları arasında istatistiksel açıdan belirli bir fark bulunmamıştır. Bu aşamada tüm gruplardaki toplam karapaks uzunlukları $0,545 \pm 0,007$ cm olarak tespit edilmiştir.

Deneme boyunca yapılan periyodik ölçümlerde gruplar içinde istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmazken gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin farklar tespit edilmiştir (Tablo 5; Şekil 13). Denemenin başlamasından 18 gün sonra yapılan ilk ölçümde gruplar arasında karapaks uzunluğunda istatistiksel olarak belirgin farklar ortaya çıkmıştır (ANOVA; $P=0,0065$). En düşük ortalama karapaks boyu $0,775 \pm 0,008$ cm ile L grubunda bulunurken, M ve C gruplarında karapaks uzunluğu sırasıyla, $0,818 \pm 0,018$ cm ve $0,856 \pm 0,028$ cm arasında değişiklik göstermiştir. C veya L ile beslenen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak belirgin (Tukey HSD testi; $p < 0,05$), C veya M ile beslenen grupların ortalama karapaks uzunluğu benzer bulunmuştur (Tukey HSD testi; $p > 0,05$).

Denemenin başlamasından 31 gün sonra yapılan ikinci ölçümde gruplar arasında karapaks uzunluğunda istatistiksel olarak belirgin farklar ortaya çıkmıştır (ANOVA; $P=0,0004$). En düşük ortalama karapaks boyu $0,972 \pm 0,004$ cm ile L ile beslenen grupta bulunurken, M ve C gruplarında karapaks uzunluğu sırasıyla, $0,987 \pm 0,005$ cm ve $1,030 \pm 0,013$ cm arasında değişiklik göstermiştir. C ile beslenen gruba ait ortalama karapaks uzunluğu değeri ile diğer 2 grup arasındaki farklar istatistiksel olarak belirgin bulunmuştur (Tukey HSD testi; $p < 0,05$). Buna karşın L veya M ile beslenen grupların

ortalama karapaks uzunluğu arasında istatistiksel açıdan önemli herhangi bir fark bulunmamıştır (Tukey HSD testi; $p>0,05$).

Denemenin başlamasından 106 gün sonra yapılan ikinci ölçümde gruplar arasında karapaks uzunluğu istatistiksel olarak belirgin farklar ortaya çıkmıştır (ANOVA; $P=0,048$). En yüksek ortalama karapaks boyu $1,371\pm0,023$ cm ile C ile beslenen grupta bulunurken, M ve L ile beslenen gruplarda karapaks uzunluğu sırasıyla, $1,251\pm0,039$ cm ve $1,187\pm0,095$ cm arasında değişiklik göstermiştir. C ile beslenen gruba ait ortalama karapaks uzunluğu L ile beslenen gruptaki ortalama karapaks uzunluğu değerine göre istatistiksel olarak belirgin şekilde fazla bulunmuştur (Tukey HSD testi; $p<0,05$). Buna karşın M ile beslenen gruptaki ortalama karapaks uzunluğu ile C veya L ile beslenen gruplardaki ortalama karapaks uzunluğu arasında istatistiksel açıdan önemli herhangi bir fark bulunmamıştır (Tukey HSD testi; $p>0,05$).

Tablo 5

Istakoz jüvenillerinin deneme süresince karapaks boylarında tespit edilen değişimler.

Tarih	Grup	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Ortalama \pm SE
27.04	C	0,517	0,524	0,589	$0,543 \pm 0,040$
	L	0,543	0,561	0,512	$0,539 \pm 0,025$
	M	0,576	0,547	0,533	$0,552 \pm 0,022$
15.05	C	0,878	0,825	0,866	$0,856 \pm 0,028$
	L	0,784	0,771	0,769	$0,775 \pm 0,008$
	M	0,798	0,831	0,825	$0,818 \pm 0,018$
28.05	C	1,04	1,015	1,034	$1,030 \pm 0,013$
	L	0,968	0,972	0,976	$0,972 \pm 0,004$
	M	0,983	0,987	0,992	$0,987 \pm 0,005$
07.08	C	1,325	1,344	1,371	$1,347 \pm 0,023$
	L	1,269	1,209	1,282	$1,187 \pm 0,095$
	M	1,210	1,256	1,288	$1,251 \pm 0,039$

Deneme başlangıcında ıstakozların toplam boy uzunlukları arasında istatistiksel açıdan belirli bir fark bulunmamıştır ($p=0,1421$). Tüm gruplardaki ortalama toplam boy uzunlukları $1,466\pm 0,018$ cm olarak tespit edilmiştir.

Deneme boyunca yapılan periyodik ölçümlerde gruplar içinde istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmazken gruplar arasında istatistiksel olarak belirgin farklar tespit edilmiştir (Tablo 6; Şekil 14). Denemenin başlamasından 18 gün sonra yapılan ilk ölçümde gruplar arasında ortalama toplam boy değerlerinde istatistiksel olarak belirgin farklar ortaya çıkmıştır (ANOVA; $P=0,0061$). En düşük ortalama toplam boy $1,757\pm 0,031$ cm ile L ile beslenen grupta bulunurken, M ve C ile beslenen gruplarda ortalama toplam boy sırasıyla, $1,792\pm 0,025$ cm ve $1,855\pm 0,008$ cm arasında değişiklik göstermiştir. C ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak belirgin (Tukey HSD testi; $p<0,05$), L veya M ile beslenen grupların ortalama toplam uzunluğu benzer bulunmuştur (Tukey HSD testi; $p>0,05$).

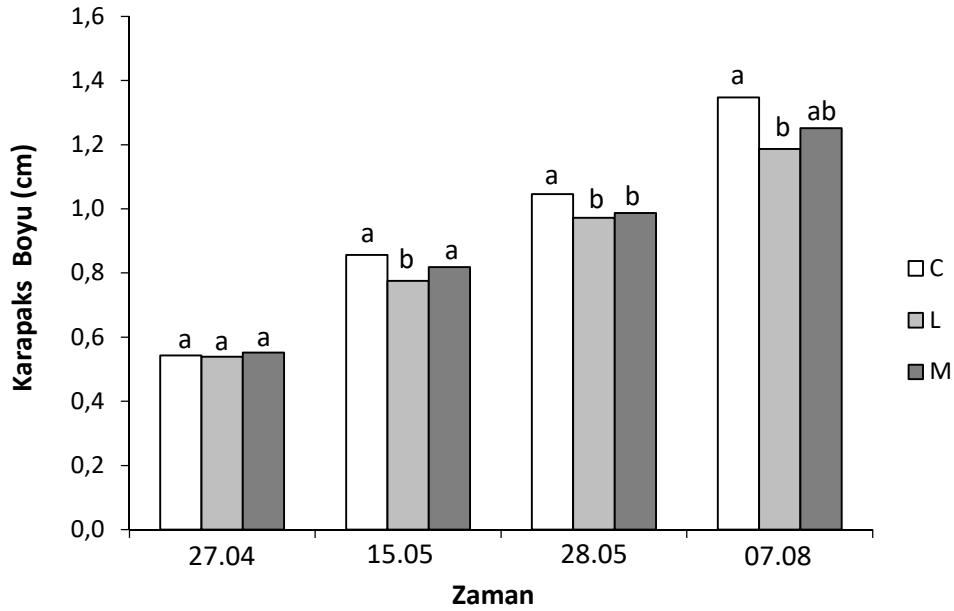
Denemenin başlamasından 31 gün sonra yapılan ikinci ölçümde gruplar arasında total uzunluğunda istatistiksel olarak belirgin farklar ortaya çıkmıştır. En düşük ortalama total boy $2,126\pm 0,009$ cm ile L ile beslenen grupta bulunurken, M ve C ile beslenen gruplarda ortalama toplam boy sırasıyla, $2,166\pm 0,019$ cm ve $2,322\pm 0,046$ cm arasında değişiklik göstermiştir. C ile beslenen gruba ait toplam boy değeri diğer 2 grubun toplam boy değerinden istatistiksel olarak belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur (Tukey HSD testi; $p<0,05$). Buna karşın L veya M ile beslenen grupların ortalama toplam boy değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli herhangi bir fark bulunmamıştır (Tukey HSD testi; $p>0,05$).

Denemenin başlamasından 106 gün sonra yapılan ikinci ölçümde gruplar arasında toplam uzunluk istatistiksel olarak belirgin farklar ortaya çıkmıştır (ANOVA; $P=0,002$). En yüksek ortalama toplam boy $2,822\pm 0,014$ cm ile C ile beslenen grupta bulunurken, M ve L ile beslenen gruplarda ortalama toplam boy sırasıyla, $2,562\pm 0,049$ cm ve $2,563\pm 0,040$ cm arasında değişiklik göstermiştir. C ile beslenen gruba ait ortalama toplam boy ile beslenen diğer gruplardaki ortalama toplam boy arasında istatistiksel olarak belirgin fark bulunmuştur (Tukey HSD testi; $p<0,05$). Buna karşın M veya L ile beslenene gruplardaki ortalama toplam boy arasında istatistiksel açıdan önemli herhangi bir fark bulunmamıştır (Tukey HSD testi; $p>0,05$).

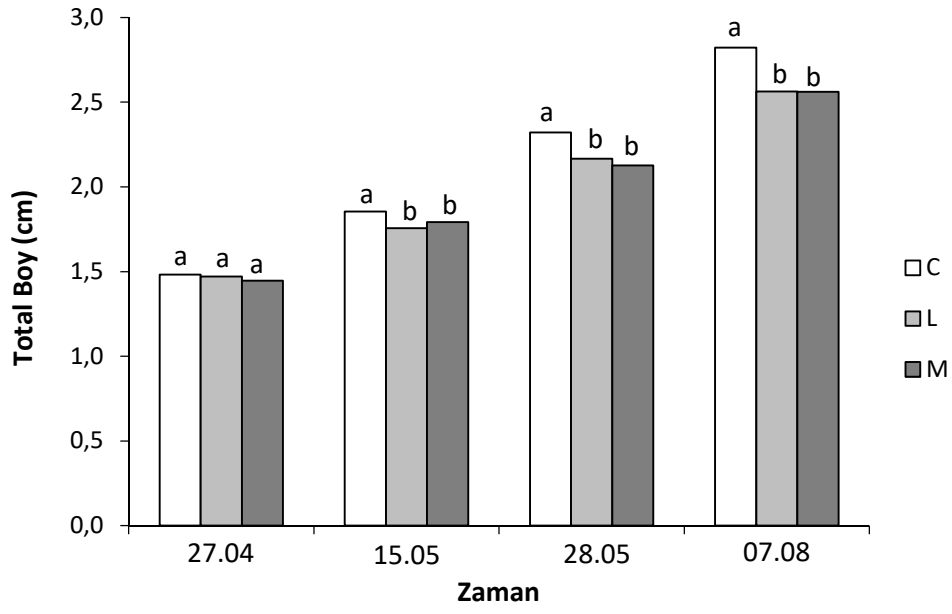
Tablo 6

İstakoz juvenillerinin deneme süresince total boylarında tespit edilen değişimler.

Tarih	Grup	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Ortalama ± SE
27.04	C	1,472	1,481	1,493	1,482 ±0,011
	L	1,467	1,496	1,448	1,470±0,024
	M	1,461	1,454	1,423	1,446±0,020
15.05	C	1,863	1,854	1,848	1,855±0,008
	L	1,793	1,745	1,734	1,757±0,031
	M	1,769	1,818	1,789	1,792±0,025
28.05	C	2,289	2,303	2,375	2,322±0,046
	L	2,147	2,166	2,185	2,166±0,019
	M	2,119	2,123	2,136	2,126±0,009
07.08	C	2,809	2,822	2,836	2,822±0,014
	L	2,581	2,518	2,591	2,563±0,040
	M	2,511	2,568	2,608	2,562±0,049



Şekil 13. Deneme süresince juvenil istakozların karapaks boylarında tespit edilen büyüme.



Şekil 14. Deneme süresince juvenil ıstakozların total boylarında tespit edilen büyüme.

102 gün süren besleme çalışması sonucunda juvenil ıstakozların ortalama hayatta kalma oranları, C grubunda %98,7; M grubunda %80 ve L grubunda %53,3 olarak bulunmuştur.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Tartışma

Bu tez çalışması sonucunda *H. gammarus* yetiştiriciliğine yönelik önemli veriler elde edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında, Avrupa ıstakozu larvaları yumurtadan çıktıktan sonra 100 L hacmindeki tanklarda 1,5 larva/L yoğunluğunda yetiştirilmiş ve hayatta kalma oranı ortalama %13 olmuştur. Bu oran, daha önce bu türün 800 L hacmindeki tanklarda 1,25 larva/L yoğunlukta yapılan yetiştiricilik çalışmasında elde edilen %3'lük hayatta kalma oranından daha yüksektir (Önal ve Baki, 2021). Her iki çalışmada da su kalitesi parametreleri birbirine benzerlik göstermiş ve benzer bir besleme rejimi uygulanmıştır.

Bununla birlikte, 2 çalışma arasındaki en bariz farklardan bir tanesi kullanılan tank hacimleridir. Bu çalışmada elde edilen daha yüksek hayatta kalma oranlarının küçük hacimlerin büyük hacimlere kıyasla daha kolay kontrol edilebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu türün planktonik evrelerinin hayatta kalma oranları genelde %10-15 arasında verilmektedir (Jørstad vd., 2009; Ellis vd., 2015). Dolayısı ile bu çalışmada IV. evreye kadar elde edilen ortalama hayatta kalma oranları, daha önce bildirilen hayatta kalma oranlarıyla benzer bulunmuştur. Hatta denemenin gerçekleştirildiği 3 tanktan ikisinde hayatta kalma oranı %16 ve %15,3 olmuş, üçüncü tankta ise %8'de kalmıştır. Bu tanktaki daha düşük hayatta kalma oranının nedeni tam olarak bilinmemektedir zira su kalitesi parametreleri, debi, fotoperiyot ve besleme rejimi tüm tanklarda aynı olarak uygulanmıştır.

Bu tez çalışmasında *H. gammarus* zoea larvalarının beslenmesinde Önal ve Baki (2021) tarafından bildirilen protokol kullanılmıştır. Larvalar saat 09:00-18:00 arasında periyodik olarak beslenmiş ve bu amaçla zenginleştirilmiş *Artemia* kullanılmıştır. Larvaların beslenme aktivitesi ıstakoz larvalarının davranışları, mikroskop altında sindirim kanalının izlenmesi ve tanktaki *Artemia* miktarındaki değişim ile teyit edilmiştir. Gecedan sabaha tanktaki *Artemia* miktarında bariz değişimler gözlenmiştir. İstakoz larvalarının gece daha aktif olarak beslendikleri bildirilmiştir (Powell vd., 2017). Bu nedenle gece yapılacak beslenme ıstakoz larvalarının büyüme ve hayatta kalma oranlarını destekleyebilir.

Bu çalışmada larval dönem süresince elde edilen karapaks boyları diğer çalışmalar ile daha büyük benzerlik gösterirken (Agnalt vd., 2013; Middlemiss vd., 2015; Powell vd.,

2017; Önal ve Baki, 2021), total boy bakımından daha bariz farklılıklar gözlenmiştir. Total boy değerlerindeki bu fark, eklemli abdomenin ölçüm sırasında bireyler arasında farklı oranlarda kıvrılmasından kaynaklanabilir. Bu bakımdan karapaks ölçümleri tek başına ıstakoz büyümesini karakterize etmek için yeterlidir. Bu durum aynı zamanda karapaks ve total boy arasındaki yüksek korelasyon katsayısı ($R^2 = \%97,1$) ile teyit edilmiştir. Dolayısı ile ıstakoz larva yetiştiriciliğinde sadece karapaksın ölçülmesi büyüme karakterize etmekte rahatlıkla kullanılabilir.

Istakozların larvalarının pelajik zoea evrelerindeki tespit edilen büyüme oranları değişiklik göstermiştir. Istakoz larvaları, karapaks boyu bakımından I-II, II-III ve III-IV evreler arasında sırasıyla %30,8; %16,8 ve %32,2 oranında değişken büyüme oranları sergilemişlerdir. Daha önceki çalışmalarda benzer sonuçlar alınmış ve ıstakoz larvalarının zoea evrelerindeki büyüme oranları değişkenlik göstermiştir (Önal ve Baki, 2021; Agnalt vd., 2013). Bununla birlikte, evreler arasında büyüme oranı bakımından farkın bariz olmadığı çalışmalar da vardır. Örneğin, Middlemiss vd., (2015) I-IV evreler arasında karapaks uzunluğu değişimi bakımından benzer oranlar (%24-28) bildirmişlerdir. Evreler arasındaki farklı büyüme oranları larval dönemdeki besin kalitesi ve miktarının bir faktörü olabilir.

Tez çalışmasının ikinci aşamasında 3 farklı yem ile beslenen juvenil ıstakozların büyüme ve hayatta kalma oranları tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, krustase bazlı (C) yemin mollusk bazlı yem (M) ve levrek pelet yemi (L) ile beslenen ıstakozlara oranla büyüme ve hayatta kalma bakımından daha iyi olduğunu göstermiştir. Büyüme bakımından elde edilen karapaks ve toplam boy değerlerinin genelde benzer sonuçlandığı görülmüştür. Denemenin başlangıcından 18 gün sonra yapılan ilk ölçümde krustase bazlı yem ile beslenen grup toplam uzunluk bakımından diğer gruplardan istatistiksel olarak belirgin şekilde daha fazla büyüme sergilerken, karapaks uzunluğu bakımından sadece levrek pelet yemi ile beslenen gruba oranla istatistiksel olarak belirgin şekilde fazla olmuştur. Bu eğilim, denemenin başlangıcından 106 gün sonra yapılan son ölçüm dışında, tüm deneme süresince devam etmiş ve krustase bazlı yem gerek karapaks uzunluğu gerekse toplam uzunluk bakımından mollusk bazlı yem ve levrek pelet yeminden daha üstün performans sergilemiştir. Son ölçümde ise krustase bazlı yem ile beslenen ıstakoz juvenillerinin karapaks uzunluğu ve toplam uzunluğu diğer gruplardan daha fazla olmasına karşın bu fark mollusk bazlı yem ile beslenen gruptan belirgin şekilde üstün bulunmazken, levrek yemi

ile beslenen gruba oranla daha üstün bulunmuştur. Bununla birlikte, krustase bazlı yem ile beslenen juvenil ıstakozlar bariz şekilde en yüksek hayatta kalma oranına sahip olmuş, bunu mollusk bazlı yem ve levrek yemi ile beslenenler takip etmiştir. Büyüme ve hayatta kalma oranları bakımından krustase bazlı yem juvenil ıstakozların ilk 3 aylık dönemde en başarılı yem olarak bulunmuştur. Bu sonuç, juvenil ıstakozların beslenmesinde kullanılan yemlerin içerisinde krustase kaynaklı hammaddelerin bulunmasının büyüme ve hayatta kalma oranlarını arttırılması bakımından önemli olduğunu göstermiştir.

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen veriler, daha önce Önal ve Baki (2021) tarafından elde edilen sonuçları ileriye taşımıştır. Larval yetiştiricilikte ilk 4 evre için elde edilen değerler benzer olmakla beraber hayatta kalma oranları oldukça artmış ve ortalama %13,1 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler ayrıca, dünyada bu tür için bildirilen hayatta kalma oranları ile örtüşmektedir. Bununla birlikte, larval dönemdeki hayatta kalma oranlarının arttırılması, kuşkusuz, gerek stok destekleme çalışmaları ve gerekse ticari ıstakoz yetiştiriciliği için son derece önemli bir konudur ve bundan sonra yapılacak çalışmaların öncelikli konusudur. Juvenil yetiştiriciliği ile ilgili olarak yapılan deneme, Türkiye’de bugüne kadar yapılmış ilk çalışma olarak ön plana çıkmaktadır. Bu aşamada elde edilen hayatta kalma oranları larval dönemlere göre çok daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Özellikle crustacea ve mollusk bazlı yemler, ticari yetiştiricilik için umut vadeden büyüme ve hayatta kalma oranları ile sonuçlanmıştır. Bununla birlikte, Türkiye şartları bakımından, ıstakozların ilk 100 günden sonraki büyüme ve hayatta kalma oranlarının nasıl sonuçlanacağı henüz bilinmemektedir. İstakozların büyüme ve hayatta kalma oranlarını destekleyecek yemlerin ve ticari yetiştiriciliğe uygun üretim sistemlerinin geliştirilmesi bu konuyla ilgili öncelikli konulardır. İstakoz yetiştiriciliğine yönelik bu tür çalışmaların, türün Türkiye denizlerindeki azalan stoklarını desteklemede önemli bir rol oynamasına ek olarak, ticari yetiştiriciliğin ekonomik bir şekilde yapılabilmesi için gerekli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Agnalt, A.-L., Grefsrud, Es, Farestveit, E., Larsen, M. Ve Keulder, F.(2013). “Deformities In Larvae And Juvenile European Lobster (*Homarus Gammarus*) Exposed To Lower Ph At Two Different Temperatures”. *Biogeosciences*, 10 (2), S. 7883–7895. (<https://doi.org/10.5194/bg-10-7883-2013>).
- A. L. Agnalt, K.E. Jørstad, T. Kristiansen, E. Nøstvold, E. Farestveit, H. Næss, O. I. Paulsen, T. Svåsand., (N.D.). (2004).“Enhancing The European Lobster (*Homarus Gammarus*) Stock At Kvitsøy Islands: Perspectives On Rebuilding Norwegian Stocks”. (<https://doi.org/10.1002/9780470751329.Ch30>).
- Bardach, J.E., Ryther, J.H., Ve Mclarney, W.O. (1972). “Lobster Culture”. İçinde *Aquaculture; The Farming And Husbandry Of Freshwater And Marine Organisms*. S. 633-650. John Wiley And Sons Inc: Newyork.
- Beard, T. W., Richards, P. R. Ve Wickins, J. F. (1985). The Techniques And Practicability Of Year-Round Production Of Lobsters, *Homarus Gammarus*, İn Laboratory Recirculation Systems. *Minist. Agric., Fish., Food, Directorate Fish. Res., Lowestoft, Engl., Fish. Res. Tech. Rep.* 79. 1–22.
- Beard T.W. ve Wickins J.F. (1992). “Techniques for the production of juvenile lobsters (*Homarus Gammarus* (L.)” *Fisheries Research Technical Report.*, MAFF Directorate, Fisheries Research, Lowestoft, 92: 22.
- Browne, R., Benavente, G. P., Uglem, I., Balsa, J. C. M., Ve Browne, R. (2009). “An Illustrated Hatchery Guide For The Production Of Clawed Lobsters: (Using A Green Water Technique)”. Bord Iascaigh Mhara: England.
- Bruce, P-F., Richard, A., Ward, W-W. (2020). “Lobsters: Biology, Management, Aquaculture And Fisheries” By John Wiley and Sons, Ltd., Publication: United States. (<https://doi.org/10.1002/9781118517444>).
- Cobb, J. S., Ve Wahle, R. A. (1994). “Early Life History And Recruitment Processes Of Clawed Lobsters”. Brill, 67(1). S. 1-25. (<https://doi.org/10.1163/156854094x00260>).

- Cobb, J. S., Ve Castro, K. M. (2005). “Shell Disease In Lobsters: A Synthesis”. National Oceanic And Atmospheric Administration, National Oceanic And Atmospheric Administration, (<https://Repository.Library.Noaa.Gov/View/Noaa/43392>).
- Ellis, C. D., Hodgson, D. J., Daniels, C. L., Boothroyd, D. P., Bannister, R. C. A. Ve Griffiths, A. G. F. (2014). “European Lobster Stocking Requires Comprehensive Impact Assessment To Determine Fishery Benefits”. *Ices Journal Of Marine Science*, 72(Suppl_1), S. 135–148. (<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu196>).
- FAO, (2020).”The State Of World Fisheries And Aquaculture”. Sustainability In Action, Rome: (<https://doi.org/10.4060/ca9229en>).
- FAO (2023). *Homarus gammarus* Linnaeus,(1758). Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. [Cited Monday, July 17th 2023]. (<https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/2648/en>).
- Godø, O. R., Samuelsen, A., Macaulay, G. J., Patel, R., Hjøllø, S.-S., Horne, J. Ve Johannessen, J. A. (2012). “Mesoscale Eddies Are Oases For Higher Trophic Marine Life”. *Plos One*, 7 (1), (<https://doi.org/10.1371/Journal.Pone.0030161>).
- Goncalves, R., Gesto, M., Teodósio, M. A., Baptista, V., Navarro-Guillén, C., Ve Lund, I. (2021). “Replacement Of Antarctic Krill (*Euphausia Superba*) By Extruded Feeds With Different Proximate Compositions: Effects On Growth, Nutritional Condition And Digestive Capacity Of Juvenile European Lobsters (*Homarus Gammarus*, L.)”. *Journal Of Nutritional Science*, 10. (<https://doi.org/10.1017/Jns.2021.27>).
- Goñi, R. ve Daniel, L. (2005). “Review Of The Biology, Ecology And Fisheries Of *Palinurus* Spp. Species Of European Waters: *Palinurus Elephas* (Fabricius, 1787) And *Palinurus Mauritanicus* (Gruvel, 1911)”. *Cahiers De Biologie Marine*. 46 (2). S. 127-142.
- Haché, R., Dumas, A., Thumbi, D., Forward, B. S. Ve Mallet, M. (2015). “Effect Of Live Algae Used As Green Water On Survival, Growth, Behaviour, Ontogeny And Bacterial Profile Of Lobster Larvae (*Homarus Americanus* Milne Edwards). *Aquaculture Research*. 48 (2). S. 581–593. (<https://doi.org/10.1111/Are.12905>).

- Hadley, P.B. (1908). “The Behavior Of The Larval And Adolescent Stages Of The American Lobster (*Homarus Americanus*)”. *J. Comp. Neurol. Psychol.* 18, S. 199-301. (<https://doi.org/10.1002/Cne.920180302>).
- Harding, G., Pringle, J.D., Vass, W.P., Pearre, S. Ve Smith, S. (1987). “Vertical Distribution And Daily Movements Of Larval Lobsters *Homarus Americanus* Over Browns Bank, Nova Scotia”. *Marine Ecology-Progress Series*, 41(1), S. 29-41. (<https://doi.org/10.3354/Meps041029>).
- Hinchcliffe, J., Agnalt, A.L., Daniels, C., Drengstig, A., Lund, I., McMinn, J. Ve Powell, A. (2021). “European Lobster *Homarus Gammarus* Aquaculture: Technical Developments, Opportunities And Requirements”. *Reviews In Aquaculture*. 46 (<http://www.jstor.org/10.1111/Raq.12634>).
- Hughes, G., ve Beaumont, A. (2004). “A Potential Method For Discriminating Between Tissue From The European Lobster (*Homarus Gammarus*) And The American Lobster (*H. Americanus*)”. *Crustaceana*, 77 (3). S. 371–376. (<https://doi.org/10.1163/1568540041181484>).
- Nichols, J.H. ve Lawton, P. (1978). “The Occurrence Of The Larval Stages Of The Lobster *Homarus Gammarus*, (Linnaeus, 1758) Off The Northeast Coast Of England In 1976”. *Ices Journal Of Marine Science* 38 (2). S. 234–243. (<https://doi.org/10.1093/Icesjms/38.2.234>).
- Jenkins, R. J. (1972). “Metanephrops, A New Genus Of Late Pliocene To Recent Lobsters (Decapoda, Nephropidae)”. *Crustaceana*. 22 (2). S. 161–177. (<https://doi.org/10.1163/156854072x00426>).
- Jørstad, K. E., Kristiansen, T. S., Farestveit, E., Agnalt, A-L., Prodöhl, P. A., Hughes, M. Ve Ferguson, A. (2009). Survival Of Laboratory-Reared Juvenile European Lobster (*Homarus Gammarus*) From Three Brood Sources In Southwestern Norway”. *New Zealand Journal Of Marine And Freshwater Research*. 43(1). S. 59-68.
- Knudsen, H. Ve Tveite, S. (1999). “Survival And Growth Of Juvenile Lobster *Homarus Gammarus* L. Raised For Stock Enhancement Within In Situ Cages”. *Aquaculture Research*. 30 (6). S. 421–425. (<https://doi.org/10.1046/J.1365-2109.1999.00342.X>).

- Kristiansen, T., Drengstig, A., Bergheim, A., Drengstig, T., Svensen, R. (2004). "Development Of Methods For Intensive Farming Of European Lobster In Recirculated Seawater". *Fisken Og Havet*, 6(1), S. 1-47. (https://www.researchgate.net/publication/241869661_Development_Of_Methods_For_Intensive_Farming_Of_European_Lobster_In_Recirculated_Seawater).
- Kumlu, M. Ve Jones, D.A. (1995). "Feeding And Digestion In The Caridean Shrimp Larva Of Palaemon Elegans Rathke And Macrobrachium Rosenbergii (De Man) (Crustacea: Palaemonidae) On Live And Artificial Diets". *Aquaculture Nutrition*. 1. S. 3-12. (<https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.1995.tb00029.x>).
- Linnane, A., Ball, B., Munday, B. Ve Mercer, J. (2000). "On The Occurrence Of Juvenile Lobster Homarus Gammarus In Intertidal Habitat". *Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom*. 80 (2). S. 375-376. (<http://www.jstor.org/10.1017/S0025315499002039>).
- Marx, J. Ve Herrkind, W. (1985). "Factors Regulating Microhabitat Use By Young Juvenile Spiny Lobsters, Panulirus Argus: Food And Shelter". *Journal Of Crustacean Biology*. 5(4). S. 650–657. (<https://doi.org/10.2307/1548242>).
- Middlemiss, K.L., Daniels, C.L., Urbina, M.A. Ve Wilson, R. W. (2015). "Combined Effects Of Uv Irradiation, Ozonation, And The Probiotic Bacillus Spp. On Growth, Survival, And General Fitness In European Lobster (*Homarus Gammarus*)". *Aquaculture*.444(1),S.99-107. (<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.028>).
- Nicosia, F. Ve Lavalli, K. (1999). "Homarid Lobster Hatcheries: Their History And Role In Research, Management And Aquaculture. *Marine Fisheries Review*, 61(2), S. 1-46. (https://www.researchgate.net/publication/265023804_Homarid_Lobster_Hatcheries_Their_History_And_Role_In_Research_Management_And_Aquaculture).
- Önal, U. Ve Baki, H. (2021). "The Growth And Survival Of The European Lobster (*Hommarus Gammarus*) Larvae In Pseudo-Green Water And Clear Water Under Low Density Conditions". *Comu J. Mar. Sci. Fish.* 4(2). S. 202-207. (<https://doi.org/10.46384/jmsf.1028180>).

- Pavičić, M., Matic-Skoko, S., Vrdoljak, D. Ve Vujević, A. (2021). “Population Characteristics Of The European Lobster, Homarus Gammarus In The Adriatic Sea: Implications For Sustainable Fisheries Management”. *Water*. 13(8). S. 1-15. (<https://doi.org/10.3390/W13081072>).
- Pollock, D. (1997). “Egg Production And Life-History Strategies In Some Clawed And Spiny Lobster Populations”. *Bulletin Of Marine Science*. 61, S. 97-109.
- Powell, A., Hinchcliffe, J., Sundell, K., Carlsson, N. Ve Eriksson, S.P. (2017). “Comparative Survival And Growth Performance Of European Lobster Larvae, *Homarus Gammarus*, Reared On Dry Feed And Conspecifics”. *Aquaculture Research*. 48 (10). 1-11.
- Rötzer, M. A. Ve Haug, J. T. (2015) “Larval Development Of The European Lobster And How Small Heterochronic Shifts Lead To A More Pronounced Metamorphosis”. *International Journal Of Zoology*, 2015(1) S. 1-17. (<https://doi.org/10.1155/2015/345172>).
- Smith, I. P., Jensen, A. C., Collins, K. J., Ve Matthey, E. L. (2001). “Movement Of Wild European Lobsters *Homarus Gammarus* In Natural Habitat”. *Marine Ecology Progress* 222(1), S. 177–186. (<http://www.jstor.org/stable/24865323>).
- Tshudy, D. (2003). “Clawed Lobster (Nephropidae) Diversity Through Time”. *Journal Of Crustacean Biology*. 23 (1). S. 178–186. (<http://www.jstor.org/stable/1549871>).
- TÜİK, (2023). Avlanan Su Ürünleri Miktarları (49678). Erişim: 02 Haziran 2023, (<https://data.tuik.gov.tr/bulten/index?p=su-urunleri-2022-49678>).
- Uglen, I., Svåsand, T. Ve Belchier, M. (2005). “Age Determination Of European Lobsters (*Homarus Gammarus* L.) By Histological Quantification Of Lipofuscin”. *Journal Of Crustacean Biology*. 25 (1). S. 95–99. (<https://doi.org/10.1651/C-2448>).
- Van Der Meeren, G. (2003). “The Potential Of Ecological Studies To Improve On The Survival Of Cultivated And Released Aquatic Organisms: Insights From Functional Morphology And Behaviour Studies Of The European Lobster *Homarus Gammarus*, Dr. Philos. Thesis Department Of Zoology University Of Bergen, Norway