

**T.C.**  
**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SICAKLIK VE KALSİYUM**  
**KONSANTRASYONLARININ TATLI SU İSTAKOZU (*Astacus***  
***leptodactylus*, Esch., 1823) JUVENİLLERİNİN**  
**BÜYÜME, YAŞAMA ORANI VE KABUK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE**  
**ETKİLERİ**

**Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU**

**Danışman: Prof. Dr. Öznur DİLER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**ISPARTA – 2011**

## TEZ ONAYI

Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU tarafından hazırlanan “**Farklı sıcaklık ve kalsiyum konsantrasyonlarının tatlı su ıstakozu (*Astacus leptodactylus*, ESCH., 1823) juvenillerinin büyüme, yaşama oranı ve kabuk değişimi üzerine etkileri**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Öznur DİLER  
Süleyman Demirel Üniversitesi,  
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Prof. Dr. Mustafa KUŞCU**  
**Enstitü Müdürü**

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

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Tatlı Su İstakozları.....	6
2.1.1. Tatlı su ıstakozlarının dünya ve ülkemizdeki yayılım alanları.....	6
2.1.2. Tatlı su ıstakozu <i>Astacus leptodactylus</i> 'un sistematikteki yeri.....	8
2.1.3. Morfolojik özellikleri ve vücut bölümleri.....	8
2.1.3.1. Dış görünüşü.....	8
2.1.3.2. Gövdenin bölümleri.....	9
2.1.4. Organ sistemleri.....	11
2.1.4.1. Vücut boşluğu.....	11
2.1.4.2. Sindirim sistemi.....	11
2.1.4.3. Solunum sistemi.....	11
2.1.4.4. Dolaşım sistemi.....	11
2.1.4.5. Boşaltım sistemi.....	12
2.1.4.6. Sinir sistemi.....	12
2.1.4.7. Kas sistemi.....	12
2.1.4.8. Cinsiyet organları.....	12
2.1.4.9. Duyu organları.....	13
2.1.5. Kerevitlerin biyolojik özellikleri.....	14
2.1.5.1. Doğal yaşama ortamları.....	14
2.1.5.2. Beslenmeleri.....	15
2.1.5.3. Üremeleri.....	17
2.1.5.4. Büyüme ve gelişme.....	18

2.1.5.5. Çevresel koşullar.....	20
2.1.6. Kerevitlerde kabuk değiştirme.....	20
2.1.7. Kabuk değiştirme döngüsü ve aşamaları.....	22
2.1.7.1. A evresi.....	23
2.1.7.2. B evresi.....	23
2.1.7.3. C evresi.....	23
2.1.7.4. D evresi.....	24
2.1.7.5. E evresi.....	24
2.2. Kerevitlerde Kalsiyum Metabolizması.....	26
2.2.1. Kalsiyumun büyüme ile ilişkisi.....	32
2.3. Su Sıcaklığının Büyüme ile İlişkisi.....	33
2.4. Yaşama Oranı.....	35
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	38
3.1. Materyal.....	38
3.1.1. Araştırma yeri ve süresi.....	38
3.1.2. Damızlık kerevitlerin temini.....	38
3.1.3. Yavru temini.....	39
3.1.4. Araştırmada kullanılan yem.....	39
3.1.5. Araştırmada kullanılan araç ve gereçler.....	39
3.2. Yöntem.....	41
3.2.1. Denemede kullanılan yavru kerevitlerin temini.....	41
3.2.2. Deneme şartları.....	43
3.2.3. Deneme planı.....	43
3.2.3.1. Sıcaklık denemesi (I. Deneme).....	43
3.2.3.2. Kalsiyum denemesi (II. Deneme).....	44
3.2.4. Biyometrik ölçümler.....	45
3.2.5. Spesifik büyüme oranının belirlenmesi (SBO).....	46
3.2.6. Yaşama oranının belirlenmesi.....	46
3.2.7. Kabuk değiştirme oranının belirlenmesi.....	46
3.2.8. İstatistiki analiz.....	47
4. ARAşTIRMA BULGULARI.....	48
4.1. Sıcaklık Denemesi Sonuçları.....	48

4.1.1. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı.....	48
4.1.2. Kerevit yavrularında boyca büyüme.....	49
4.1.3. Spesifik büyüme oranı.....	50
4.1.4. Yaşama oranı.....	51
4.1.5. Kabuk değiştirme oranı.....	52
4.2. Kalsiyum Denemesi Sonuçları.....	53
4.2.1. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı.....	53
4.2.2. Kerevit yavrularında boyca büyüme.....	55
4.2.3. Spesifik büyüme oranı.....	56
4.2.4. Yaşama oranı.....	57
4.2.5. Kabuk değiştirme oranı.....	58
5. TARTIşMA ve SONUÇ.....	59
6. KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEçMİş.....	76

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

#### FARKLI SICAKLIK VE KALSİYUM KONSANTRASYONLARININ TATLI SU İSTAKOZU (*Astacus leptodactylus*, Esch., 1823) JUVENİLLERİNİN BÜYÜME, YAŞAMA ORANI VE KABUK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ.

Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Öznur DİLER

*Astacus leptodactylus* (Esc., 1823), Türkiye'nin önemli bir tatlı su ıstakozu türüdür. Bu çalışmada tatlı su ıstakozu juvenillerde (*Astacus leptodactylus*) en iyi yaşama oranı, büyüme ve kabuk değiştirme oranları için suda olması gereken optimum kalsiyum konsantrasyonu ve su sıcaklığı değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır ve bu amaçla iki farklı deneme ortamı kurulmuştur. 3 ay sürdürülen her iki denemede de üç farklı grup ve her grup için 3 tekrar kullanılmıştır (I. Deneme için su sıcaklıkları 18°C, 24°C ve 30°C; II. Deneme için suyun kalsiyum konsantrasyonları 0mg/L, 35 mg/L ve 85 mg/L). I. Denemedeki juvenillerin ortalama boyları 13,98±0,09 mm (±SE) ve ortalama ağırlıkları 0,064±0,002 g (±SE)'dir. II. Denemedeki juvenillerin ise ortalama boyları 11,60±0,00 mm (±SE) ve ortalama ağırlıkları 0,039±0,000 g (±SE)'dir. Deneme sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda; juvenillerde maksimum yaşama oranı 85 mg/L kalsiyum konsantrasyonu (%44,44) ve 18°C su sıcaklığında (%80,00), maksimum ağırlık kazancı 85 mg/L kalsiyum konsantrasyonu ve 24°C su sıcaklığında, maksimum boy artışı 85 mg/L kalsiyum konsantrasyonu ve 24°C su sıcaklığında sağlanmıştır. En yüksek kabuk değiştirme oranı (%) 85 mg/L kalsiyum konsantrasyonu ve 30°C su sıcaklığında gözlenmiştir (p<0,05). Deneme sonunda tatlı su ıstakozu juvenilleri (*Astacus leptodactylus*) için su sıcaklığının 18°C ve suyun kalsiyum konsantrasyonunun 85 mg/L olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kalsiyum, sıcaklık, tatlı su ıstakozu, *Astacus leptodactylus*.

2011, 76 sayfa.

## ABSTRACT

M.Sc. Thesis

### EFFECTS OF TEMPERATURE AND CALCIUM CONCENTRATION ON GROWTH, SURVIVAL AND MOULTING OF FRESH WATER CRAYFISH JUVENILES (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823).

Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU

Süleyman Demirel University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Öznur DİLER

The narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* (Esch., 1823), is important freshwater species in Turkey. The study consisted of two 3-month experiments to investigate the effects of temperature and calcium concentrations on growth, survival and moulting of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*). Both experiments were conducted using three replicates of three treatments (water temperature of 18°C, 24°C and 30°C for Experiment I and water calcium concentration of 0 mg/L, 35 mg/L and 85 mg/L for Experiment II). At the initiation of the Experiment I, length of the juveniles was 13,98±0,09 mm (mean±SE) and weight was 0,064±0,002 g (mean±SE). At the initiation of the Experiment II, length of the juveniles was 0,039±0,000 g (mean±SE) and weight was 11,60±0,00 mm (mean±SE). Range analysis showed that the maximum survival of juvenile crayfish occurred at water calcium concentration of 85 mg/L (%44,44), water temperature 18°C (%80,00); maximum weight gain at water calcium concentration 85 mg/L and water temperature 24°C; maximum length increase at water calcium concentration 85 mg/L and water temperature 24°C. The highest moulting rate (%) was observed at water calcium concentration of 85 mg/L and water temperature of 30°C (p<0,05). It is recommended to use water calcium concentration of 85 mg/L and water temperature of 18°C for freshwater crayfish juveniles (*Astacus leptodactylus*) at the end of the experiments.

**Key Words:** Calcium, temperature, freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*.

**2011, 76 pages.**

## TEŞEKKÜR

Bu deneme için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Öznur DİLER'e teşekkürlerimi sunarım. Araştırma sürecinde ve literatür araştırmalarımnda yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Seval Bahadır KOCA'ya, istatistiki analizlerde yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Yıldız BOLAT'a, arazi çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen Gemi Adamı Kemal BAKICI'ya ve arkadaşlarım Cihan BAKIR, Esra ARGUN'a teşekkür ederim.

2111-YL-10 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU  
ISPARTA, 2011



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dünyada yaygın olarak bulunan kerevit türleri ve dağılımları.....	7
Şekil 2.2. <i>Astacus leptodactylus</i> 'un genel görünümü.....	9
Şekil 2.3. Bir erkek kerevitin dış organları.....	10
Şekil 2.4. Erkek bireylerdeki sperm kanalları.....	10
Şekil 2.5. Hidrodinamik reseptörlerin kerevit üzerindeki lokalizasyonu.....	13
Şekil 2.6. Bir dişi kerevitin iç organları.....	14
Şekil 2.7. Erkek ve dişilerin ikincil cinsiyet organlarının ventralden görünüşü..	17
Şekil 2.8. <i>Astacus</i> cinsine ait kerevitlerin yaşam döngüleri.....	19
Şekil 2.9. Kerevit kabuğunun dikey kesiti.....	21
Şekil 2.10. Yetişkin bir <i>A. leptodactylus</i> 'a ait mide taşı, gastrolit.....	22
Şekil 2.11. Kerevitlerin kabuk değişim evreleri.....	25
Şekil 2.12. Kabuk değiştirme basamakları.....	26
Şekil 2.13. Kerevitlerde kalsiyum metabolizmasının şeması.....	31
Şekil 3.1. Yumurtalı dişi kerevit <i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823.....	38
Şekil 3.2. Denemede kullanılan II. dönem kerevit yavruları.....	39
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan tanklar.....	40
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan akvaryum düzeni.....	40
Şekil 3.5. Araştırmada barınak olarak kullanılan materyaller.....	41
Şekil 3.6. Araştırmada sterilizasyon amacıyla kullanılan U.V. filtre.....	42
Şekil 3.7. Total boy ve ağırlık ölçümleri.....	45
Şekil 4.1. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı (g).....	49
Şekil 4.2. Kerevit yavrularındaki boyca büyüme (mm).....	50
Şekil 4.3. Yavruların yaşama oranları (%).....	52
Şekil 4.4. Yavruların ilk 30 gündeki kabuk değiştirme oranları (%).....	53
Şekil 4.5. Kerevitlerdeki canlı ağırlık artışı (g).....	54
Şekil 4.6. Kerevit yavrularındaki boyca büyüme (mm).....	56
Şekil 4.7. Yavruların yaşama oranları (%).....	57
Şekil 4.8. Yavruların ilk 30 gündeki kabuk değiştirme oranları (%).....	58

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. 1995 ile 2005 yılları arasında <i>A. leptodactylus</i> 'un ülkemizde iller bazındaki toplam üretimi.....	3
Çizelge 1.2. 1970 ile 1986 yılları arasında ülkemizdeki toplam kerevit üretimi ve ekonomik değeri.....	4
Çizelge 1.3. 1996 ile 2009 yılları arasında ülkemizdeki toplam kerevit üretimi ve ekonomik değeri.....	4
Çizelge 2.1. Dünyada yaygın olarak bulunan kerevit türleri ve dağılımları.....	6
Çizelge 2.2. <i>Astacus leptodactylus</i> 'un alt türleri ve dağılımları.....	7
Çizelge 2.3. Kerevitler için uygun çevresel koşullar.....	20
Çizelge 4.1. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı (g).....	48
Çizelge 4.2. Kerevit yavrularında boyca büyüme (mm).....	50
Çizelge 4.3. Spesifik büyüme oranı.....	51
Çizelge 4.4. Yavruların yaşama oranı (%).....	51
Çizelge 4.5. Yavruların ilk 30 günlük kabuk değiştirme oranları (%).....	53
Çizelge 4.6. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı (g).....	54
Çizelge 4.7. Kerevit yavrularında boyca büyüme (mm).....	55
Çizelge 4.8. Spesifik büyüme oranı.....	56
Çizelge 4.9. Yavruların yaşama oranı (%).....	57
Çizelge 4.10. Yavruların ilk 30 günlük kabuk değiştirme oranları (%).....	58

## SİMGELER DİZİNİ

mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
ha	Hektar
cm <sup>2</sup>	Santimetrekare
m <sup>2</sup>	Metrekare
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol
mg	Miligram
g	Gram
ppm	Parts per million (1/1000000)
pH	Power hidrojen
mL	Mililitre
L	Litre
Na	Sodyum
Mg	Magnezyum
Cl	Klor
Ca	Kalsiyum
HCO <sub>3</sub>	Bikarbonat
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum Karbonat
CaO	Kalsiyum Oksit
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
SBO	Spesifik Büyüme Oranı
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
SEM	Scaning Elektron Mikroskop
EDS	Elektron Dağılım Spektrofotometre
ATP	AdenozinTrifosfat
UV	Ultraviole

SE	Standart Hata
$\bar{X}$	Ortalama
A	Aydınlık
K	Karanlık
vb	Ve benzeri
vd	Ve diğerleri

## 1. GİRİŞ

Dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli tatlı su ıstakozu türleri 3 ayrı familya içinde yer almaktadır. Bunların kuzey yarım küredeki üyeleri Cambaridae ve Astacidae familyalarında ve güney yarım küredeki üyeleri ise Parastacidae familyası içinde yer alır (Huner, 1989). Dünyada 540'ı aşan kerevit türü mevcut olmasına karşılık, bunların sadece 10 adedi ekonomik anlamda önem taşımaktadır (Huner, 1994; 1995). Bu türlerin 4 adedi (*Procambarus clarkii*, *P. acutus acutus*, *P. zonangulus* ve *Orconectes immunis*) Cambaridae familyasında; 3 adedi (*Astacus astacus*, *A. leptodactylus* ve *Pacifastacus leniusculus*) Astacidae familyasında ve 3 adedi de (*Cherax quadricarinatus*, *C. tenuimanus* ve *C. destructor*) Parastacidae familyasına aittir (Huner, 1995).

2003 verilerine göre toplam kabuklu su ürünleri üretimi 8 milyon 472 bin ton olup, bu miktar toplam su ürünleri üretiminin % 6,4'ünü oluşturmaktadır. Yetiştiricilik yolu ile üretilen krustase miktarı 2 milyon 75 bin tondur ve bu miktarın 1 milyon 585 bin tonunu deniz karidesleri üretimi oluşturmuştur. Toplam tatlı su ve deniz karidesleri üretim miktarı 5 milyon 289 bin ton olup, krustase üretiminin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Tatlı su krustaselerinin yıllık toplam üretim miktarı 2003 yılı itibariyle 1 milyon 67 bin tondur. Yetiştiricilik yolu ile üretilen tatlı su krustaselerinin toplam üretim içindeki payı daha az olup, bu miktar 688 bin tondur ve 2 milyon 849 bin dolar değerindedir. Tatlı su kerevit üretimi ise toplam kabuklu üretiminin 1/3'ünü oluşturmakta ve bu üretimin büyük bir kısmı ABD tarafından yapılmaktadır (Huner, 1997). ABD'de yaygın bir şekilde yetiştirilen *Procambarus clarki*'nin yıllık ürün miktarı 60000-70000 ton arasında olup dünya kerevit üretiminin yaklaşık % 90'ını oluşturmaktadır (Mazlum ve Yılmaz, 2006).

Avrupa'da yetiştiricilik yolu ile üretilen kerevit miktarı 156,2 ton olup, bu miktar 1994 yılı itibari ile Avrupa'daki toplam kerevit üretiminin % 3,5'ünü oluşturmaktadır (Perez et al., 1997). Bu üretimin 62 tonunu İspanya, 54 tonu İsviçre, 14 tonu Rusya, 10 tonu Almanya ve İngiltere ve 9 tonunu ise diğer ülkeler oluşturmaktadır

(Ackefors, 1998). Avustralya'da 1988-89 yıllarında kerevit üretimi hız kazanmış ve toplam kerevit üretimi 1994-95 sezonunda 361 tona ulaşmıştır (Fotedar, 1998).

*Astacus leptodactylus* Batı Asya ve Türkiye, Polonya, İtalya, Almanya, İngiltere, İspanya, Avusturya ve Fransa gibi Doğu Avrupa ülkelerinde ekonomik açıdan oldukça önemli bir türdür (Holdich, 2002; Harlıoğlu, 2004a). *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) Türkiye tatlı sularının doğal kerevitidir (Köksal, 1985; Ackefors, 1998; Harlıoğlu and Holdich, 2001).

Ülkemizde besin olarak tercih edilmemesine karşın özellikle birçok Avrupa ülkesinde kerevitin sevilerek tüketilmesi ve her geçen gün ekonomik değerinin artması bu ürünün kültür koşullarında üretimini hızlandırmıştır. Üretilen yavrularla yeni kerevit kaynaklarının oluşturulmasına ve popülasyon dengesi bozulmuş göllerin kerevitlendirilmesine yönelik geniş ve ayrıntılı uygulamalara gidilmiştir (Alpbaz, 2005).

Türkiye'de *A. leptodactylus*'un sadece avcılık yolu ile üretimi yapılmakta ve elde edilen ürünün tamamına yakını ihraç edilmektedir. Ayrıca tatlı su ıstakozu ekonomik açıdan önemli olduğu kadar, iç sulardaki besin zincirinde oynadığı önemli rol nedeniyle de değerlidir (Sağlamtimur, 2007). 1995 ile 2005 yılları arasında iller bazında ülkemizde elde edilen kerevit miktarları Çizelge 1.1.'de gösterilmiştir.

Türkiye'de bu türün avcılığı yurt dışında kerevite olan talebin arttığı 1960'lı yılların son zamanlarına dayanır. Üretimin maksimuma ulaştığı 1984 yılında bu miktar 8000 ton civarında iken, kerevit vebası denilen (*Aphanomyces astaci*) bir hastalıktan dolayı 1984 sonrasında toplam kerevit üretiminde ciddi bir azalma görülmüştür (Ackefors and Lindqvist, 1994). 1986 yılındaki üretimimiz 2000 tonun altına düşmüş olup, 1990'lı yıllarda bu miktar daha da azalarak 500 tona kadar gerilemiştir (Köksal, 1988; Bagot, 1996). Hala bazı göletlerimizde kerevit vebası hastalığı gözlenmektedir (Diler vd., 1999; Bolat, 2001). 1986-1990 yılları arasında kerevit vebası hastalığı nedeniyle Türkiye'de kerevit avcılığı yasaklanmış, 1991 yılından sonra iyileşme görülen popülasyonların periyodik olarak avcılığa açılması ile artan kerevit üretimi

2004 yılında 2317 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2005). Bu artış, 2005 yılından itibaren tekrar gerilemeye başlamış ve 2005, 2006, 2007, 2008 ve 2009'da sırasıyla 809, 797, 816, 783 ve 734 tona düşmüştür (Anonim, 2009). 1970-1986 ve 1996-2009 yılları arasında ülkemizdeki toplam kerevit istihali ve ekonomik değeri de Çizelge 1.2. ve 1.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. 1995 ile 2005 yılları arasında *A.leptodactylus*'un ülkemizde iller bazındaki toplam üretimi (Harlıoğlu, 2008)

Şehir	Yıllar										
	1995	1996	1997	1998	1999	200	2001	2002	2003	2004	2005
Afyon	-	-	-	-	-	7	6	13	23	29	b.y.
Ankara	58	180	240	280	250	342	323	373	413	416	249
Balıkesir	-	-	-	-	10	10	9	16	27	31	31
Bolu	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Burdur	-	-	-	-	5	5	5	7	13	16	5
Bursa	361	510	584	580	590	607	527	557	596	589	158
Çanakkale	-	-	-	-	10	5	3	3	6	7	b.y.
Denizli	-	-	-	100	50	58	62	74	95	97	12
Elazığ	-	-	-	20	22	16	-	-	-	-	27
Eskişehir	6	30	70	120	30	36	96	116	139	132	3
Isparta	-	-	-	-	50	198	207	237	268	370	165
İstanbul	76	60	96	140	20	14	-	-	-	-	b.y.
Kırıkkale	-	-	-	-	10	18	12	14	17	22	b.y.
Kırşehir	-	-	-	40	150	157	107	129	145	177	32
Kocaeli	-	-	-	-	10	10	8	-	-	-	b.y.
Konya	-	-	-	60	50	73	182	202	249	241	123
Kütahya	-	-	-	-	-	-	-	47	56	55	2
Manisa	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sakarya	-	-	-	-	10	5	3	5	8	9	b.y.
Samsun	25	70	110	160	90	112	79	96	119	117	b.y.
Aksaray	-	-	-	-	10	8	5	6	9	9	b.y.
<b>Toplam</b>	<b>551</b>	<b>850</b>	<b>1,100</b>	<b>1,500</b>	<b>1,372</b>	<b>1,681</b>	<b>1,634</b>	<b>1,894</b>	<b>2,183</b>	<b>2,317</b>	<b>809</b>

(b.y.): bilgi yok (-): Avcılık yapılmadı

Türkiye'de kerevit üretiminin düşmesinden sonra (1987 yılı sonrası) Avrupa'nın kerevit ihtiyacı ABD tarafından karşılanmaya başlanmış ve bu ülke Avrupa'ya en çok kerevit ihraç eden ülke durumuna gelmiştir. Avrupa'da insan tüketimi için gerekli kerevit miktarı 10.000 ton/yıl olarak hesaplanmıştır (Harlıoğlu 2004b). Bu talep Avrupa'nın doğal kerevit türü olan *Astacus astacus*'un azalması nedeniyle güçlükle karşılanmaktadır. Bu sebep ile ülkemizde, Avrupa kereviti yani *A. astacus* ile eşdeğer lezzette ve değerinde olan *Astacus leptodactylus* yetiştiriciliğine ihtiyaç bulunmaktadır. Böylece ülkemizin kerevit ihracat potansiyelinin artırılması sağlanabilir.

Çizelge 1.2. 1970 ile 1986 yılları arasında ülkemizdeki toplam kerevit üretimi ve ekonomik değeri (Harlıoğlu, 2004a)

Yıllar	Miktar(ton)	Fiyat(ABD Doları)
1970	785	725.844
1971	1347	1.416.187
1972	1848	2.560.868
1973	1506	3.052.575
1974	1359	2.820.102
1975	1247	3.515.516
1976	1428	4.176.533
1977	1494	3.767.651
1978	2388	6.524.114
1979	2476	7.673.379
1980	2273	6.971.182
1981	2284	6.614.218
1982	2025	4.012.334
1983	1897	3.715.927
1984	1737	3.446.960
1985	1542	3.844.259
1986	577	3.085.122
<b>Toplam</b>	<b>28213</b>	<b>67.922.771</b>

Çizelge 1.3. 1996 ile 2009 yılları arasında ülkemizdeki toplam kerevit üretimi ve ekonomik değeri (Anonim, 2009)

Yıllar	Miktar (ton)	Fiyatı (TL/kg)	Değer (TL)
1996	850	0,40	340.000
1997	1.100	0,75	825.000
1998	1.500	1,00	1.500.000
1999	1.372	1,25	1.715.000
2000	1.681	1,50	2.521.000
2001	1.634	1,60	2.614.000
2002	1.894	4,00	7.576.000
2003	2.183	4,50	9.823.000
2004	2.317	4,30	9.963.000
2005	809	5,00	4.045.000
2006	797	6,00	4.782.000
2007	816	6,00	4.896.000
2008	783	5,50	4.306.500
2009	734	5,50	4.037.000
<b>Toplam</b>	<b>17553</b>	<b>-</b>	<b>58.943.500</b>



Türkiye 906.118 ha'lık doğal gölleri 342.372 ha'lık baraj gölleri, 175.714 km<sup>2</sup>'lik nehirleri ile yüksek bir potansiyele sahip olup bu amaçla türün tatlı sularda korunabilmesi ve yeniden stoklanabilmesi için yavru yetiştiriciliği çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ancak ülkemizde tatlı su ıstakozları yavru yetiştiriciliğinde yaşama oranının düşük olması en büyük problemdir (Diler vd., 2004). Bu nedenle hastalığa direnç kazanmış tatlı su ıstakozlarından (*Astacus leptodactylus*) yavru kerevitler kültür koşullarında elde edilerek yavru kerevitlerin yaşama, büyüme oranının takip edilmesi ve hastalığa dirençli yavru kerevitlerin üretilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Bu çalışmada kontrollü koşullarda *A. leptodactylus* juvenillerinin yaşama ve büyüme oranları için en uygun su sıcaklığının ve kalsiyum konsantrasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Tatlı Su İstakozları

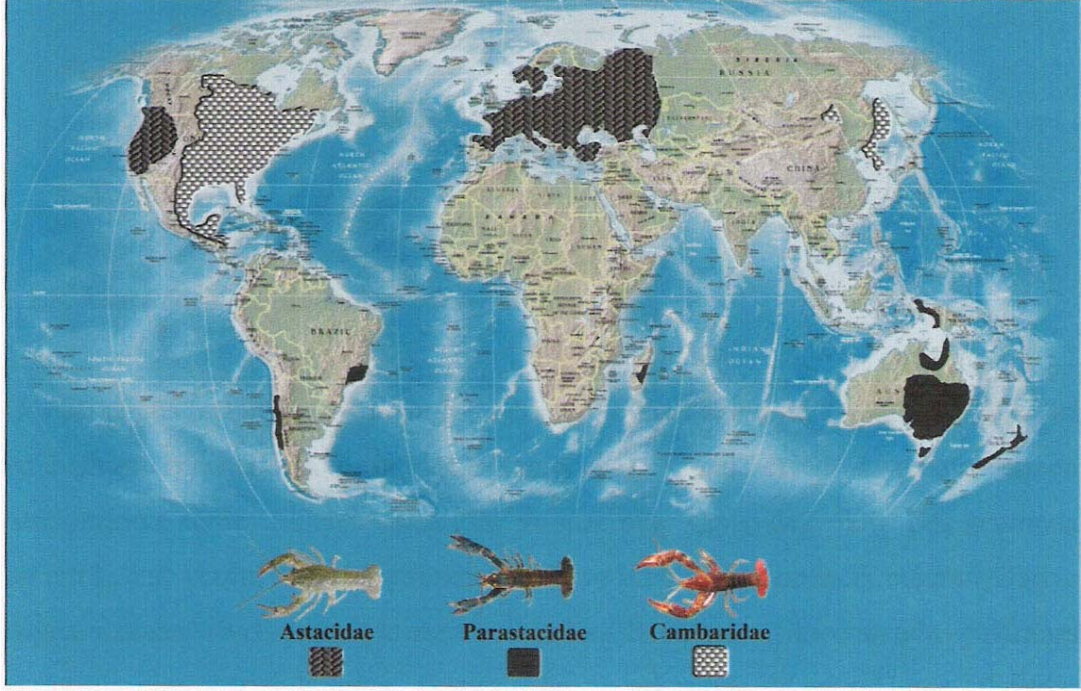
#### 2.1.1. Tatlı su istakozlarının dünyada ve ülkemizdeki yayılım alanları

Madagaskar hariç Afrika'da ve Antartika'da doğal olarak bulunmamaktadırlar. Dünyada 540'dan fazla kerevit türü vardır. Özellikle Kuzey Amerika ve Avustralya'daki türler en fazla farklılığı gösterirler (Holdich, 2002). Kökenlerinin belirli ülkelere özgü olduğu bilenen bazı cinslerin birçok nedenlerle bugün çeşitli ülkelere yayıldığı bilinmektedir (Alpbaz, 1993). Dünyada yaygın olarak bulunan kerevit türleri ve dağılımları Çizelge 2.1. ve Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.

Habitatlarının doğal yayılım alanları dışında genişlemesi ve devam eden hem çevresel, hem fiziksel hem de kimyasal değişiklikler kerevitlerin dağılımını, tür çeşitliliğini ve bolluğunu etkilemiştir. Habitatların tahrip edilmesi, kirlilik, hastalık ve diğer kerevit türleri ile rekabet, kerevit türlerinin popülasyonlarını zayıflatır, oysa daha toleranslı agresif türler rekabet avantajına sahiptirler bu yüzden yeryüzündeki sayı ve dağılımları artmaktadır (Holdich, 2002).

Çizelge 2.1. Dünyada yaygın olarak bulunan kerevit türleri ve dağılımları (Holdich, 2002)

Familya	Tür Adı	Dünyadaki Dağılımı
<i>Astacidae</i>	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Amerika ve Avrupa
	<i>Astacus astacus</i>	Avrupa
	<i>Astacus leptodactylus</i>	Avrupa ve Türkiye
<i>Parastacidae</i>	<i>Cherax quadricarinatus</i>	Avustralya, Yeni Gine, Yeni Zelanda, Güney Amerika,
	<i>Cherax destruxtor</i>	Madagaskar
	<i>Cherax tenuimanus</i>	
<i>Cambridae</i>	<i>Procambarus clarkii</i>	
	<i>Procambarus acutus acutus</i>	Amerika
	<i>Procambarus zonangulus</i>	
	<i>Orconectes limosus</i>	Avrupa, Kuzey Amerika
	<i>Orconectes virilis</i>	Güney-Kuzey Amerika
<i>Orconectes rusticus</i>	Amerika-Hindistan	



Şekil 2.1. Dünyada yaygın olarak bulunan kerevit türleri ve dağılımları (Holdich, 2002)

Ülkemizde bulunan tek kerevit türü, Astacidae familyasından olan *Astacus leptodactylus*'tur. *A. leptodactylus* türünün dünya ve yurdumuzda geniş bir dağılım alanı vardır. Başta Rusya ve Ukrayna suları olmak üzere Karadeniz, Baltık ve Hazar Denizine akan nehirler ile bu nehirlerin kanal sistemlerinde, ayrıca Orta ve Aşağı Tuna havzası göl ve akarsularında bulunur. Ülkemizin doğal kerevit türü *A. leptodactylus*'un iki alt türü bulunmaktadır (Geldiay ve Kocataş, 1970; Alpbaz, 1993). Bunların isim ve dağılışları çizelge 2.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. *Astacus leptodactylus*'un alt türleri ve ülkemizdeki dağılımları (Alpbaz,1993)

Tür Adı	Ülkemizdeki Dağılımı
<i>Astacus leptodactylus salinus</i> , (Nordman, 1842)	Eğirdir, Beyşehir, Akşehir, Eber, Manyas, Apolyont, Gölcük Gölleri, Miliç Çayı
<i>Astacus leptodactylus leptodactylus</i> (Eschscholtz, 1823)	İznik, Terkos, Işıklı Gölleri, Tunca Nehri, Gelemen Çayı

### 2.1.2. Tatlı su ıstakozu *Astacus leptodactylus*'un sistematikteki yeri

Kerevitlerin sistematik açıdan sınıflandırılması açıklık kazanmış olup cins ve türlerin belirlenmesine kadar gidilmiştir. Türkiye genelinde bulunan *Astacus leptodactylus* türünün sistematığı şöyledir.

Şube	:	Arthropoda (Eklembacaklılar)
Sınıf	:	Crustacea (Kabuklular)
Alt sınıf	:	Malacostraca (Gelişmiş kabuklular)
Takım	:	Decapoda (Ön ayaklılar)
Familya	:	Astacidae (Istakozlar, kerevitler)
Cins	:	<i>Astacus</i> (Istakoz, kerevit)
Tür	:	<i>Astacus leptodactylus</i> (Göl ıstakozu)
Alt tür	:	<i>Astacus leptodactylus salinus</i> , (Nordaman, 1842) <i>Astacus leptodactylus leptodactylus</i> , (Eschscholtz, 1823)

### 2.1.3. Morfolojik özellikleri ve vücut bölümleri

#### 2.1.3.1. Dış Görünüşü

*Astacus leptodactylus* türünün görünüş ve rengi çevreye, yaşadığı ortama göre oldukça farklılıklar gösterir. Fakat genelde yeşili sarımtırak renkte olup, karın kısmında kirli beyazdır. Derin sularda yaşayanlar daha koyu renklidir. Renklenme göl, havuz, nehir gibi buldukları ortamdaki zeminin yapısına ve diğer farklı şartlara (örneğin yem) bağlıdır (Harlıoğlu, 1999). Kıskaçları dar ve uzun olup, kasları zayıftır. Kıskaçlarının üzeri kahverengi noktalıdır. Şekil 2.2.'de genel görünüşleri belirtilmiştir.



Şekil 2.2. *Astacus leptodactylus*'un genel görünümü (Anonymous, 2008)

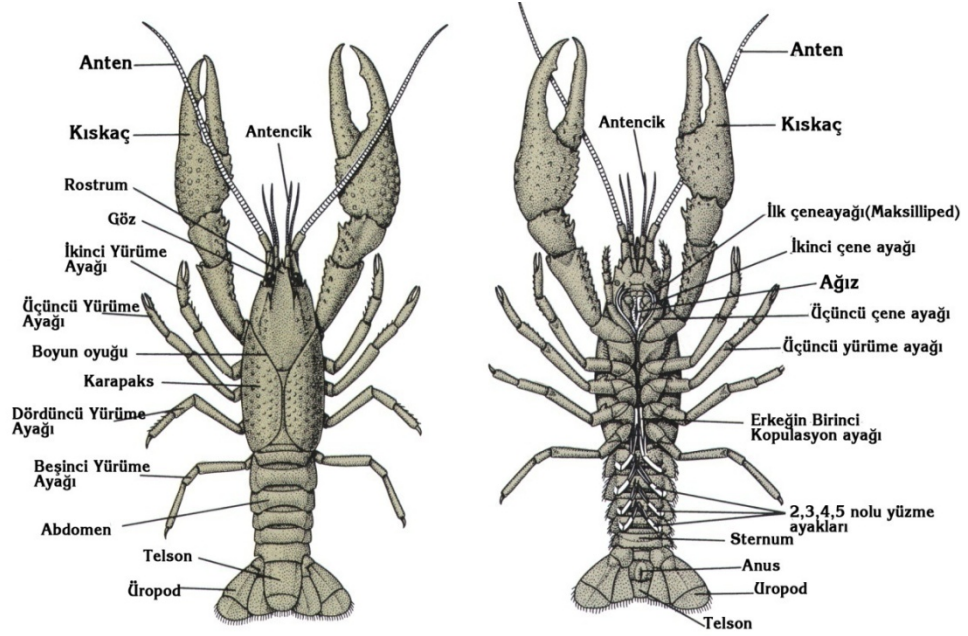
### 2.1.3.2. Gövdenin bölümleri

Gövde, sefalotoraks (göğüs) ve abdomen (karın) olmak üzere iki kısımdır. Göğüs sert ve belirgin bir karapaks (kabuk) ile örtülüdür. Kabuk, eklem kısımları dışında hareketsiz ve serttir. Eklemler yumuşak ve ince olup yapısı değişiktir. Hareketli bütün noktalarında özel bir mafsal bulunmaktadır. Bu mafsal kabuğun kırılmasını, kesilmesini önlemektedir (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

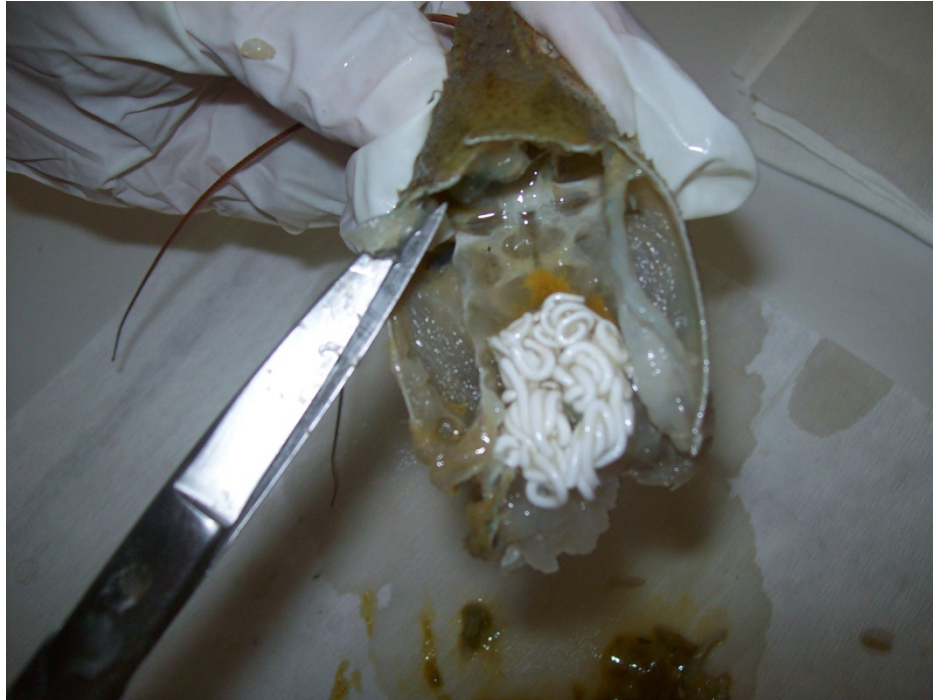
Başta bir çift uzun anten ile bir çift kısa antencik bulunur. İleriye doğru uzun sivri çıkıntıya rostrum denir. Rostrumun iki yanında çukurluklara yerleşmiş olan gözler bulunur. Gözlerin ön ve arkasında diken şeklinde çıkıntılar vardır (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

Göğüs kısmında yürümeye yarayan dört çift ayak vardır. Karın, altı adet segmentten (halkadan) oluşmuştur. Karın sonunda iki parçalı telson ve yelpaze şeklinde iki çift üropod vardır. Karında bulunan beş çift ayağa yüzme ayakları denilir. Erkeklerde bu ayaklardan öndeki birinci çifti sperm naklinde kullanılır (Holdich, 2002; Alpbaz, 2005). Bir erkek kerevitin dış organları Şekil 2.3.'de gösterilmiştir. Ergin erkek bireyler, üreme mevsiminde sperm kanallarının beyaz yorgan ipliği şeklinde olması ile ayrılır (Şekil 2.4.). Ergin dişiler ise, üreme mevsiminde, karın atında epidermal

bezleri ile tanınır. Yüzme bacakları üzüm salkımı şeklinde, koyu, yapışık, koyu kahverengiden siyaha kadar değişebilen yumurtalar taşır.



Şekil 2.3. Bir erkek kerevitin dış organları (Anonymous, 2002)



Şekil 2.4. Erkek bireylerdeki sperm kanalları (Orijinal, 2010)



## **2.1.4. Organ sistemleri**

### **2.1.4.1. Vücut boşluğu**

Tatlı su istakozlarında bir adet gövde boşluğu (sölom) bulunur. Fakat bu boşluk diğer organlar tarafından daraltılmıştır. İçi kanla doludur, dolaşım sisteminin bir bölümünü oluşturur (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

### **2.1.4.2. Sindirim sistemi**

Kerevit sindirim sistemi ağız, yemek borusu, mide ve bağırsaklardan oluşmuştur. Ağız parçaları ve çenelerle alınan besinler, parçalandıktan sonra yemek borusuna geçer. Mide plorik ve kardiak mide olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Besinler plorik midede öğütülür. Mideden sonra orta bağırsak gelir. Orta bağırsağı karına doğru uzanan son bağırsak izler. Son bağırsak anüsten dışarı açılır. Bağırsaklar mavi renklidir ve su regülasyonunu sağlarlar (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

### **2.1.4.3. Solunum sistemi**

Bu sistemin ana organı olan solungaçlar, tüylerle bezenmiştir, iki ile üçüncü çene ayağı (maksilliped) ve ilk dört yürüme ayağının bazal segmentinden çıkarlar. Ayakların hareketi ile solungaçlarda hareketlenir. Kerevitlerde solungaçlar 18 çifttir. Su, en arkadaki solungaçtan alınır ve öndeki solungaçtan bırakılır. Kerevitlerin sudan çıktıktan sonra uzun süre canlılıklarını sürdürebilmeleri, solungaçlarının ıslak kalması ile mümkün olabilir (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

### **2.1.4.4. Dolaşım sistemi**

Kerevitlerde "**Açık Dolaşım Sistemi**" mevcuttur. Midenin arkasında, sırta yakın bir yerde bulunan kalpten kan arterlere pompalanır. Kan kalbin belirli aralıklarla düzenli olarak yaptığı kasılmalarla pompalanır. Kalp beşgeni anımsatan bir biçimdedir. Kan iç organlara ve kaslara, oksijen ile sindirilen besin maddelerini taşır. Pompalanan

kanın tümü daha sonra damarlar aracılığıyla solungaçlara ulaşır. Orada kanın içindeki karbondioksit atılıp yerine oksijen alınır. Solungaçların çok ince kutikulları bu alışverişi kolaylaştırır. Damarlar aracılığı ile solungaçlardan çıkan kan kalbi çevreleyen zar (kalp dış zarı) ile kalp arasındaki boşluğu ulaşır (Holdich, 2002).

Kan soluk kırmızıdan maviye kadar değişen bir renktedir. Istakoz canlı iken kan mavimsi bir renktedir (Mavi renk, oksijende hemosiyanin varlığını gösterir). Kan, su veya havayla temas ederse pıhtılaşır (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

#### **2.1.4.5. Boşaltım sistemi**

Ana boşaltım organı anten bezleridir. Bir çift mercimeğe benzeyen böbrekleri olup, antenlerin kaidesinden dışarı açılır. Üre ve ürik asit böbreklerle, amonyak ise solungaçlarla boşaltılır (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

#### **2.1.4.6. Sinir sistemi**

Sinir sistemi, ip merdiven şeklinde olup ganglionlar ve sinir tellerinden oluşmuştur. Sinir kordonu üzerinde 6 çift ganglion bulunur. Her gangliondan 3 çift sinir çıkar. Bu sistem yutağa kadar bağırsağın altında seyrederek (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

#### **2.1.4.7. Kas sistemi**

Çizgili kaslar birbirinden farklı iki tip kasta oluşur. Bağlı buldukları beden bölümünü bedene doğru ya da yakınındaki bir ekleme doğru çeken ‘bükücü kaslar’ ve bağlı buldukları beden bölümünü uzatan ‘açıcı kaslar’ (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

#### **2.1.4.8. Cinsiyet organları**

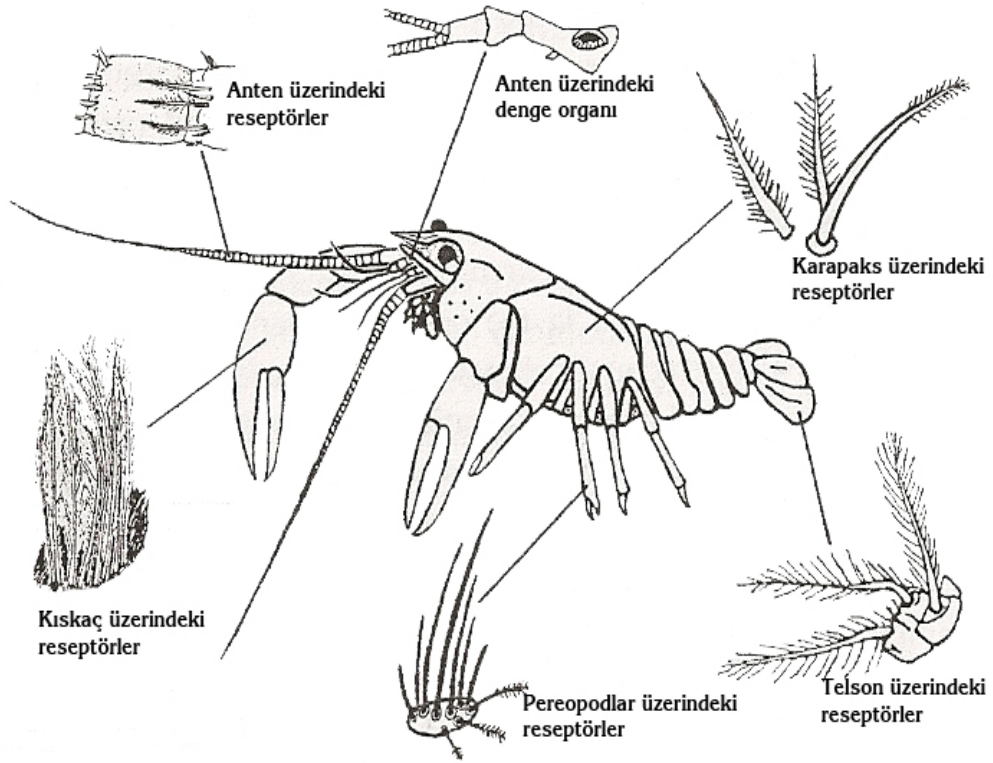
Cinsiyet organları, kalbin altında bulunan ovaryum ve testislerden oluşur. Dişinin tek olan yonca yaprağı şeklindeki ovaryumu iki kolludur. Yumurtalar üçüncü yürüme



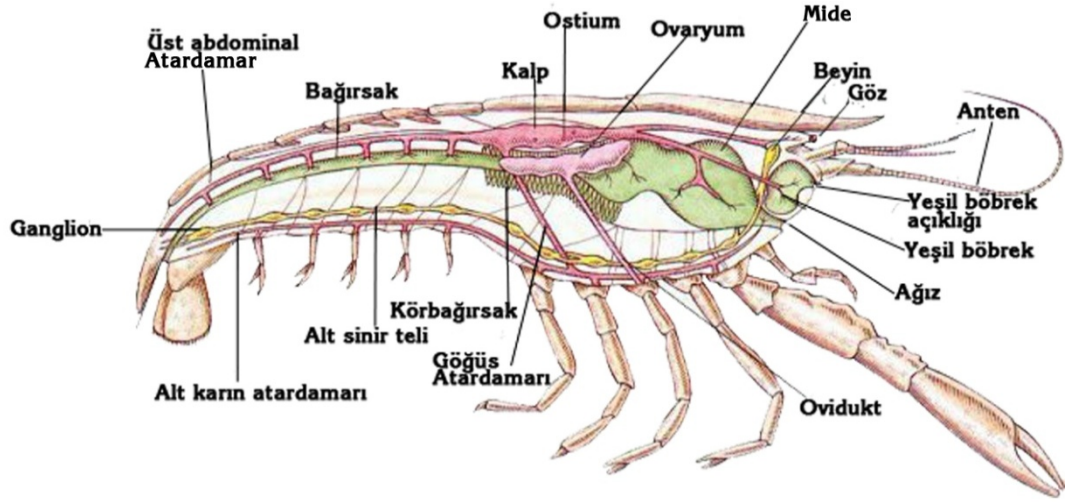
ayağının tabanındaki delikten dışarı atılır. Erkelerin sperma kanalı 1 mm çapında, 30-40 mm uzunluğunda olup beşinci çift yürüme ayağının tabanındaki delikten dışarı açılır (Alpbaz, 1993; Holdich, 2002).

#### 2.1.4.9. Duyu Organları

Dokunma, tat ve koku organları iyi gelişmiştir. İki adet bileşik gözleri vardır. Antenciklerin kaidesinde denge organı bulunur (Alpbaz, 1993). Tatlı su ıstakozlarında vücut üzerinde anten, karapaks, abdomen, telson, kıskaç ve pereopodlar üzerinde hidrodinamik reseptörler (Şekil 2.5.) bulunur (Holdich, 2002). Dişi bir kerevitin iç organları Şekil 2.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Hidrodinamik reseptörlerin kerevit üzerindeki lokalizasyonu (Breithaupt and Tautz, 1990; Holdich, 2002)



Şekil 2.6. Bir dişi kerevitin iç organları (Anonymous, 2010)

## 2.1.5. Kerevitlerin biyolojik özellikleri

### 2.1.5.1. Doğal yaşama ortamları

Kerevitler nehirlerde, göllerde, çaylarda ve hatta bataklıklarda yaşarlar. Çoğu kez çakıllı diplerde, yassı taşların altında veya sığ çukurların içinde barınırlar. Çok derin olmayan kıyıları, bol bitkili, taşlıkl, balçuksuz suları severler. Toprak fazla sert değilse kuyrukları ile toprağı oyarak yuva yaparlar. Bu çukurlar genellikle 15-20 cm büyüklükte olup, yan yana birkaç tane olabilir (Holdich, 2002; Alpbaz, 2005). Kafalarını yaptıkları yuvalardan dışarı çıkartırlar ve yakınlarından geçen ufak balık ve küçük canlıları kendilerini göstermeden avlayabilirler. Kerevitlerin normal olarak ağır ve titrek bir yürüyüşleri vardır. Yürüme bacaklar vasıtası ile öne doğru olur. Ancak yüzmeleri geriye doğrudur. Genç istakozlar daha iyi yüzerler. Bir kerevit sudan alındığında kuyruğunu karın altına doğru bükerek durursa bu hayvanın sağlıklı ve hasta olmadığını gösterir (Kumlu, 2001; Holdich, 2002).

Tedirgin canlılar oldukları için sürekli olarak saklanma güdüsüyle yaşadıklarından, kendilerini yuvalarında güvende hissederek. Özellikle kış aylarında don olaylarının yaşandığı sularda bulunan Astacidae ve Cambridae familyasındaki kerevitler, soğuklar başlamadan evvel kışlama yuvaları yaparlar. Kışın yüzey suları donduğunda soğuktan, çamura gömülerek korundukları bildirilmektedir. Kerevitler genellikle nötr

suları tercih ederler. Kalsiyumca zengin sularda kabukları daha iyi sertleşir, yumuşak sularda kabuk sertleşmediği için hayatta kalamazlar. Yuvalarından sadece üreme, kabuk değiştirme ve beslenme amacıyla çıkarlar, ancak en kısa zamanda yuvalarına geri dönerler. Hassas canlılardır, çevrelerinde onları rahatsız edici unsurlar bulunuyorsa, örneğin çevreleri diğer su canlıları bakımından kalabalık ve hareketliyse o ortamdan uzaklaşıp, daha sessiz, sakin bir yaşam alanı bulmaya çalışırlar. Hatta bazen bu amaçla karada büyük mesafeler kat ettikleri bildirilmektedir. Güneş ışınlarını sevmedikleri için gündüzleri çukurlarda veya yuvalarında saklanırlar, karanlık ve loş yerleri daha çok tercih ederler (Köksal, 1986; Köksal vd., 1992; Aydın, 1992; Harlıoğlu, 2004a).

#### **2.1.5.2. Beslenmeleri**

Omnivor beslenme özelliğine sahip olan kerevitlerin besin kaynaklarının temelini mikrobiyal açıdan zengin olan detritus oluşturur. Besinler hayvansal kaynaklı (kurtlar, böcekler, mollusklar, zooplankton vb.) olabileceği gibi bitkisel kaynaklı da olabilir. Yeşil bitkilerle beslenen kerevitlerin asıl besin olarak yararlandıkları kaynaklar dekompoze olmuş bitki saplarının üzerinde bulunan bakteri, mantar ve diğer mikroorganizmalardır (James and Hunner, 1985). Alderman and Wickins (1990) kerevit yavrularının, özellikle su bitkileri arasında yaşayan krustaselerle beslendiğini, yetişkinlerin ise besin kaynaklarının %70'inin bitkisel orijinli olduğunu bildirmişlerdir.

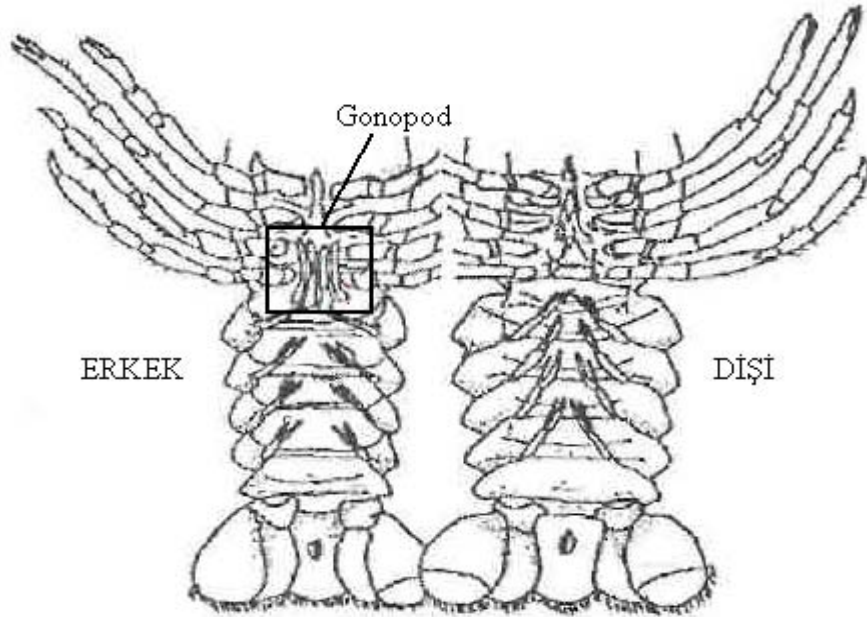
Kerevitlerin biyokütlesi omurgasız komminitesi içinde çok bol ve baskın olabilir, bu nedenle tatlı su besin zincirinde makrofit, alg ve detritus'u bolca tüketerek diğer omurgasızların beslenmesi üzerinde önemli bir rol oynarlar. Her ne kadar kerevitler omnivor olsalar da belirli bazı omurgasız ve makrofitleri seçici olarak tüketen türleri vardır. Kerevitler sucul besin ağlarının çeşitliliği ve yapısı üzerinde doğrudan tüketim ve dolaylı besleyici olarak güçlü etkiye sahiptir. Kerevit popülasyonları sucul habitatın yapısını makrofitleri tüketerek ve sığınak yaparak değiştirir (Holdich, 2002).

Kerevitler geceleri avlanırlar. Genellikle besinlerini güneş battıktan sonra aramaya çıkarlar ve en fazla bu saatlerde temin ederler. Tabii halde gölde yaşayan kerevitler, çürümekte olan hayvansal ve bitkisel maddeleri, canlı balık yavrularını ve küçük kabuklu böcekleri yerler. Bundan başka kurbağalar, böcekler, larvalar, sümüklüleri ve midyeleri besin olarak değerlendirirler. Bazı durumlarda birbirlerini yiyebilirler. Ayrıca balık iç organları, mandıra ve mezbaha atıkları, solucanlar ve su fareleri de kerevitlere besin teşkil ederler. Kerevitler çoğunlukla canlı yiyecekleri tercih ederler. Çok aç kalmadıkça kokuşmuş besinleri ölü hayvan artıklarını yemek istemezler. Fakat gıda zorluğunda bulabildikleri ve yenebilen her şeyi yerler. Metabolizma hızı su sıcaklığı ile ilgilidir. İlbahar başlangıcından sonbahara kadar çok iyi beslenirler. Su sıcaklığının 20-25°C olduğu dönem en yoğun besin aldıkları zamandır. Kabuk değiştirme döneminde kerevitler bir müddet için besin almayı durdururlar (Holdich, 2002; Alpbaz, 2005).

Kerevitlerin gelişim aşamalarında hangi besinlerin kullanılacağı, bunların özellikleri ve hangi yapay yemlerin ne zaman verileceği gibi hususlar intensif yetiştiricilik sistemlerinde önemlidir. Başarılı bir yavru üretimi için kerevitlere canlı yem, alabalık pelet yemi, haşlanmış patates gibi besinler verilebilir. Kerevitlerin beslenmesinde kullanılacak yapay yemlerin besin madde içerikleri; protein %18-44, lipid %1-5 ve mineral madde miktarının %7-10 civarında olması önerilmektedir (Lee and Wickins, 1992). Yavruların ideal bir şekilde büyümesi için başlangıçta vücut ağırlıklarının %1-4 oranında, daha sonraki aşamalarda ise %0,3-1 oranında yem verilmesi önerilir. Genç bireylerin ilk beslenmesinde; kıyılmış balık, karaciğer, patates, havuç, *Artemia* nauplii, *Daphnia*, ve *Chara* benzeri su bitkileri kullanılabilir. Genç bireylere daha sonraları çeşitli tahıllar, yeşil bitkiler, taze olarak ezilen yumuşakça, balık ve kurbağa gibi besinler de verilebilir. Bunlardan başka, kerevitlerin beslenmesi için farklı araştırmacılar tarafından besin içerikleri farklı olan pelet yemler de geliştirilmiştir (Balık, 1993; Mazlum ve Yılmaz, 2006).

### 2.1.5.3. Üremeleri

Kerevitler ayrı eşeylidir. Dişilerin yumurta kanalları 3. çift pereopodların, erkeklerin vasdeferensleri ise 5. çift pereopodların koksasına açılır. Erkeklerde, 1. ve 2. pleopodlar spermatoforların dişi kerevitlerin “**seminal receptaculum**” denen kısmına transferinde rol oynayan bir yapı kazanmışlardır ki bunlara “**gonopod**” denir (Şekil 2.7.). İlk pleopodları mevcut olmayan dişilerde böyle bir yapı yoktur. Aktarılan sperm, su ile temas edince sertleşir ve dişide 6 ay boyunca depolanabilir. *Astacus* cinsi kerevitlerde spermilerin depolandığı ve dişilerin kolayca ayırt edilmesinde yardımcı olan ikincil bir cinsiyet karakteri mevcut değildir. Cinsiyetlerin belirlenmesinde erkeklerin gonopodları kullanılır. *A. leptodactylus*' ta dişilere transfer edilen sperm kitlesi 3. çift pereopodlar arasında depolanır ve beyaz lekeler halinde gözlemlenebilir (Alpbaz, 1993, Holdich, 2002).



Şekil 2.7. Erkek ve dişilerin ikincil cinsiyet organlarının ventralden görünüşü (Kumlu, 2001)

Cambaridae familyası kerevitlerinin cinsi olgunluğa ulaşabilmesi için 11 kez kabuk değiştirmesi gerekir. Çevresel koşullara bağlı olarak bu süre 3 ile 9 ay arasında değişir. Astacidae familyası üyelerinde (*A. leptodactylus* gibi) cinsel olgunluğa ulaşma yaşı çok daha uzundur (2-3 yıl). Kerevitlerden *Procambarus* türlerinin maksimum yaşam sürelerinin 3-4 yıl, *Orconectes* türleri ile *Pasifastacus* türlerinin 5-6 yıl olduğu bildirilmektedir. Doğal

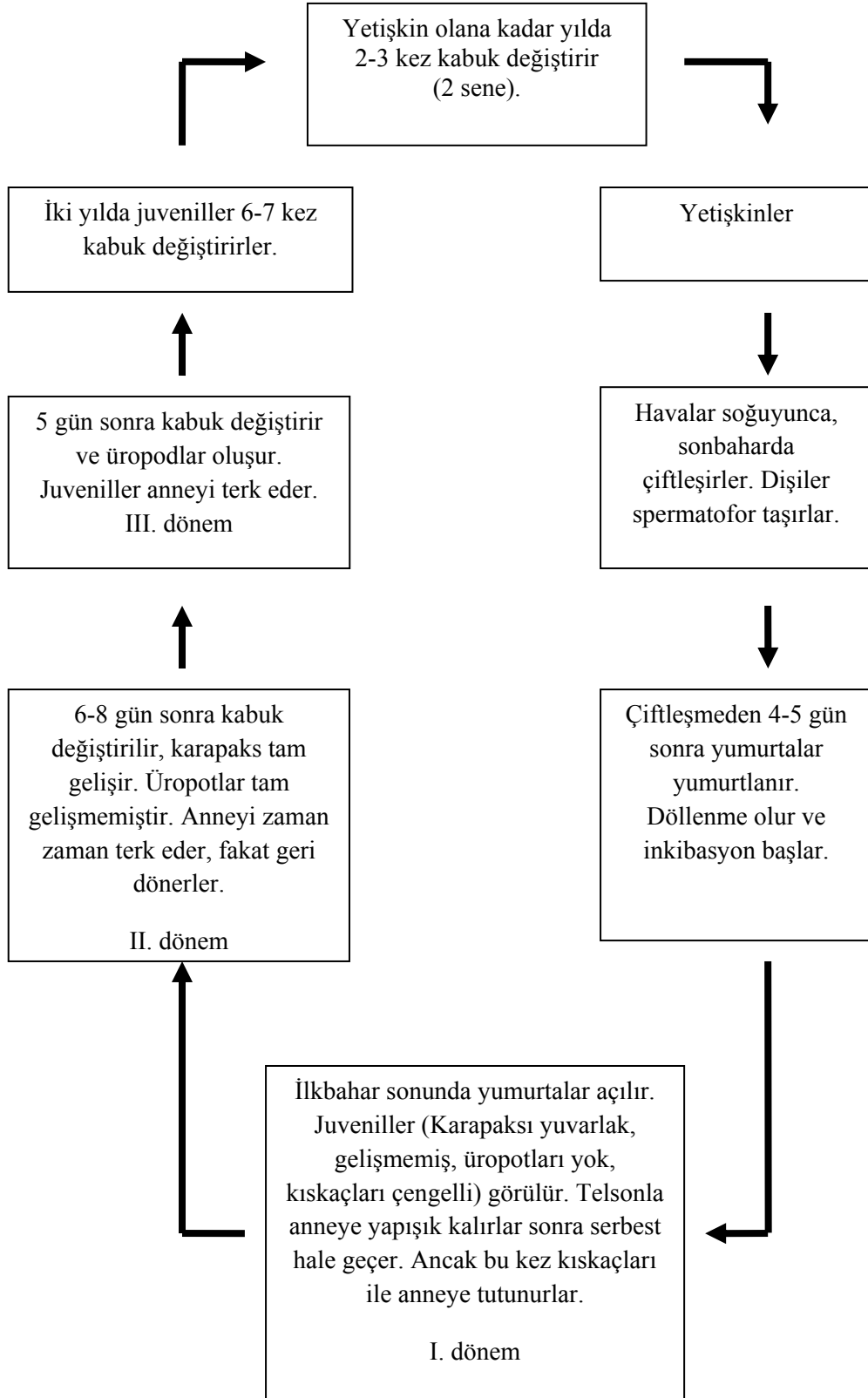
koşullarda, Türk kerevitinin 5 ile 20 yıl arasında bir süre yaşayabildiği rapor edilmiştir (Atay, 1997).

Türk kerevitinde, 8-9,5 cm total boyda, 3-4 yaşında iken çiftleşme gerçekleşir. Çiftleşme Ekim-Aralık aylarında, su sıcaklığı 10-11°C iken meydana gelir. Çiftleşme ile spermilerin yumurtlama esnasında döllenme işlevinde kullanılması arasındaki süre 6-8 hafta olabilmektedir (Alpbaz, 1993). Kış mevsimi boyunca dişinin abdomeninde tutulan yumurtalar 5-6 ay sonra, Mayıs ile Temmuz ayları arasında açılır (Kumlu, 2001).

Yumurtalar açıldığında, sefalotoraksı henüz tam oluşmamış olan minyatür ıstakozlar görülür (I. dönem). Bunlar anne kerevite yapışık olarak 2 haftada iki kez daha kabuk değiştirdikten sonra (II. ve III. dönemler) annelerini terk edecek duruma gelirler. Ancak, bu bireyler bir tehlike sezdiklerinde yine annelerine dönerler (Kumlu, 2001; Holdich, 2002). Astacidae familyası kerevitlerinin yaşam döngüleri Şekil 2.8.'de gösterilmiştir.

#### **2.1.5.4. Büyüme ve gelişme**

Kerevitlerin büyüme ve gelişmeleri yaşadıkları suların yapısına, iklim koşullarına ve besin kaynağına bağlı olarak değişir. Besin maddeleri bakımından fakir olan sularda kerevitlerin geç kabuk değiştirdikleri ve cılız kaldıkları görülür. Türk kerevitleri (*Astacus leptodactylus*) ilk yılda 8 defa kabuk değiştirerek 5 cm uzunluğa, ikinci yılda 5 defa kabuk değiştirerek 8 cm uzunluğa erişirler. Üçüncü yılda 10-12 cm uzunluğa ve 150-250 g ağırlığa erişebilmektedirler. Kerevitler çevre koşullarına bağlı olmak üzere genellikle 5 yaşında olgunlaşırlar. 20 yıl içinde 20-25 cm uzunluğa erişebilirler. Göl ıstakozlarının (*Astacus leptodactylus*) üçüncü yılın sonunda 8-9,5 cm uzunlukta iken cinsi olgunluğa eriştikleri tespit edilmiştir (Holdich, 2002; Alpbaz, 2005).



Şekil 2.8. Astacus cinsine ait kerevitlerin yaşam döngüleri (Kumlu, 2001)

### 2.1.5.5. Çevresel koşullar

Türlere göre kerevitlerin çevresel koşullara toleransları farklı olmakla birlikte, Çizelge 2.3.'te özetlenen değerler tropik türler dışında diğer tüm türler için geçerlidir.

Çizelge 2.3. Kerevitler için uygun çevresel koşullar (James and Huner, 1985; Alderman and Wickins,1990).

Çevresel Koşullar	Değerler
Sıcaklık	Büyümleri için 14-22 °C Üremeleri için 6-13 °C
pH	6,5-8,5
Sertlik	50-200
Kalsiyum	> 5 ppm
Oksijen	> 6 ppm
Tuzluluk	0-5 ppm
İyonize olmayan amonyak	< 0,1 ppm

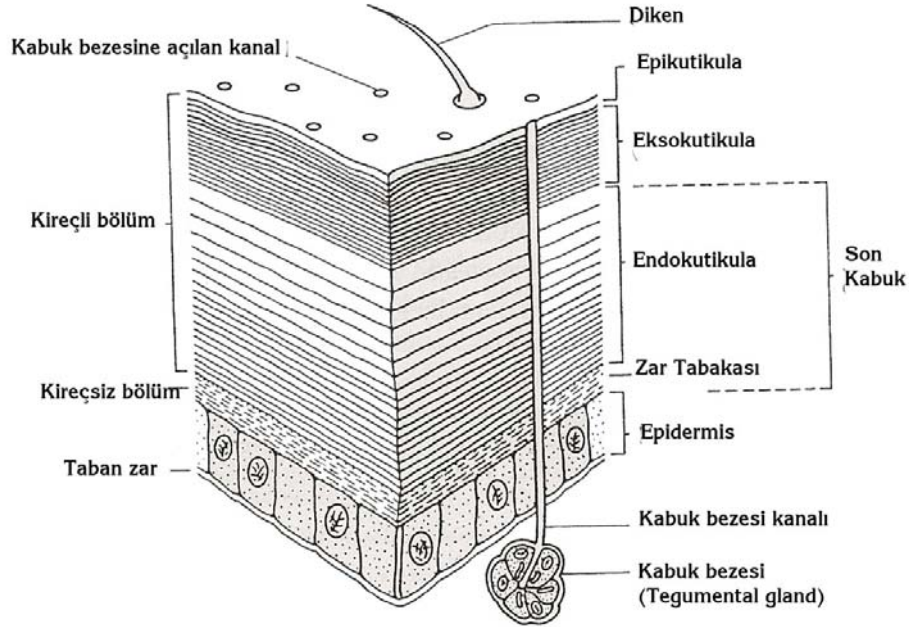
### 2.1.6. Kerevitlerde kabuk değiştirme

Kerevitlerde dış iskelet (kabuk) bir destek organı olup, dış etkilere karşı vücudu koruyucu bir zırh olarak görev yapar. Eklem bölgesinde ince diğer kısımlarda ise kalındır. Dört tabakadan oluşan kabuğun ana bileşenleri; %46 kitin, %40 kalsiyum karbonat ve %7 kalsiyum fosfattır (Alpbaz, 2005; Hammomd et al, 2006).

Kerevitlerde büyüme eski kabuğun düşmesi ile olmaktadır. Düşen kabuğun altında daha önceden gelişmiş olan yumuşak yeni bir kabuk çıkar. Bu olaya “**kabuk değiştirme**” denir. İşte yeni çıkan bu kabuk büyüdükçe kerevitte büyür. Kabuk değiştirme tatlı su ıstakozlarında yaşamın en zor dönemidir. Kabuk değiştirmeden önce kerevit besin almaz. Sessiz ve hareketsizdir, saklanır, besin noksanlığı



nedeniyle kabukta mevcut bulunan kitin ve kirecin çözülmeye başladığı, kabuk bölgesinde ilginç lekelerin belirdiği, rengin değiştiği ve koyulaştığı görülür (Alpbaz, 1993).

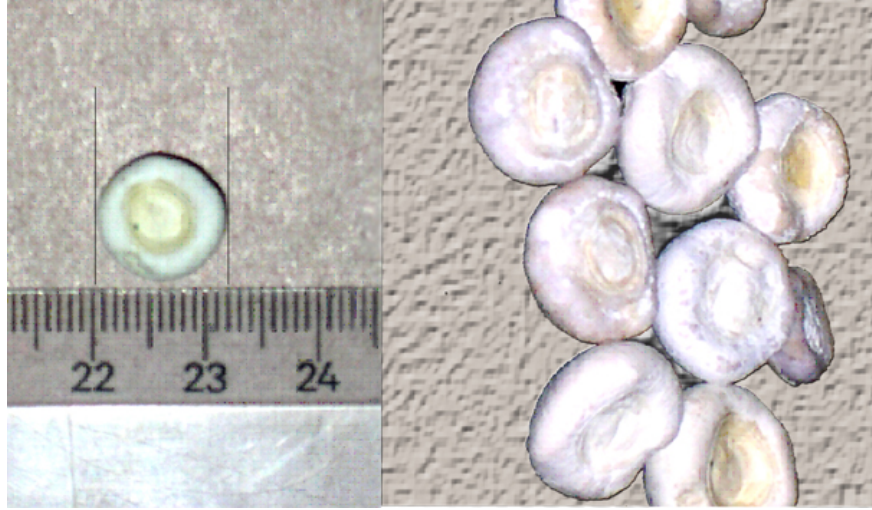


Şekil 2.9. Kerevit kabuğunun dikey kesiti (Lowery, 1988)

Midenin yakınında 5 mm çapında yuvarlak mide taşları (gastrolit) oluşur (Şekil 2.10.). Kabuk değiştirme olayı başladığı zaman bu taşlar mide içine atılır, orada çözülür. Yeni kabuk sertleşmeye başladığında bu taşlar kalsiyum olarak kullanılır. Deri ile kabuk arasında sümüksü bir maddenin oluşumu ve bu maddenin yeniden teşekkül ederek kabuk ile değişmekte olan kabuğu birbirinden ayırdığı bildirilmektedir (Alpbaz, 2005; Hammond et al., 2006).

Kerevit kabuk değiştirirken iki yana doğru sallanır, kısıkaç ve ayaklarını açıp kapar. Karın ve göğüs arasındaki ince deri ayrılır, hayvan kambur bir şekil alır. Bu pozisyondan sonra önce göğüs (sefalotoraks) kısmı çıkar; bunu kısıkaçlar karın (abdomen) ve diğer ayaklar takip eder. Böylece ıstakoz bütün kabuğunu atmış olur. Kabuk değiştirme olayı duruma göre 5 dakika ile 24 saat arasında tamamlanır. Eski kabuk esnek olduğu için gerginliğini korur ve ıstakoz gibi görünür. Yeni kabuklu

ıstakoz yumuşak tereyağı gibidir. Yeni oluşan bu yumuşak kabuk ancak 8-10 günde sertleşir (Alpbaz, 2005; Hammomd et al, 2006; Yue et al, 2009).



Şekil 2.10. Yetişkin bir *A.leptodactylus*'a ait mide taşı, gastrolit (Orijinal, 2010)

Kabuk değiştiren ıstakozlar bu donemde ıstakoz zararlılarının saldırılarına maruz kaldıklarından yeni kabuk sertleşene kadar yuvalarında kalmak zorundadırlar. Zira yeni kabuk yumuşak olduğunda birçok et yiyen hayvanların ve balıkların hucumuna maruz kalırlar. Bu muddet zarfında mudadfaası zayıf olduğundan çok zayıat verirler (Alpbaz, 2005; Hammomd et al, 2006; Yue et al, 2009).

### 2.1.7. Kabuk değiştirme dongusu ve aşamaları

Bir kabuk değiştirme surecinden diğerine ilerlerken, kerevit bir dizi morfolojik ve fizyolojik durumdan geçer. Kabuk değiştirme dongusu yani bir kabuk değiştirme ile diğer arasındaki olaylar, dort temel evre (A, B, C, D) ve birçok alt bolumden oluşmaktadır (Aiken and Waddy, 1987).

Yıllar boyunca bu konu ve terminolojisi değiştirilmiş ve farklı kabuklu canlılara uyarlanmıştır. E evresi ( kabuk değiştirme) kabuk değiştirme dongusunu daha uygun hale getirmek için eklenmiştir ve kabuk değiştirme oncesi (premolt), proecdysis, kabuk değiştirme sonrası (postmolt), metecdysis, intermolt, diecdysis ve anecdysis gibi terimler ortaya çıkarılmıştır. Drach (1939), tum kabuk değiştirme dongusu için

12 alt bölüm belirlemişken, artık sadece D evresi için 10 alt bölüm mevcuttur (Aiken and Waddy, 1987).

#### **2.1.7.1. A evresi**

A evresi, kerevitlerde eski kabuk atıldıktan hemen sonra başlar. Yeni ortaya çıkmış kerevitin bedeni yumuşak ve buruşuktur ancak vücut ağırlığının en az %12'sine kadar su alımı ve emilimi hayvanı kısa sürede yeni hacmine (genellikle kabuk değiştirmeden önceki halinden %50 daha büyüğüne) genişletir. Yeni dış kabuğun parçaları (kelepedler, altçene ve maxillipedler) karaciğer, pankreas ya da gastrolit denen mide taşlarında depolanan rezervlerden mineralleşir. Bu noktada, ince kabuklu kerevit yiyecek tedarikine başlayabilir (Aiken and Waddy, 1987).

Drach (1939), A evresini  $A_1$  ve  $A_2$  olarak ikiye bölmüş ve iki evreyi birbirinden ayırmak için üç kıstas belirlemiştir; iç deri salgılarının başlaması, kireçleşmenin başlaması ve kabuk dökülmesi öncesi tabakalarda kehribar rengi maddenin varlığı (Aiken and Waddy, 1987).

#### **2.1.7.2. B evresi**

$A_2$  ve B evresini birbirinden ayıran evrensel kıstaslar yoktur. Stevenson (1968; 1985), bu ikisini kabuk sertliğinin derecesiyle ayırmıştır ancak bu soyut bir ayırmadır ve türler arasında farklılık gösterir (Aiken and Waddy, 1987).

#### **2.1.7.3. C evresi**

C evresi, kabuk değiştirme öncesi tabakalardaki kimyasal değişiklikler tamamlandığında başlar. Kabuk sertliği kullanmak için daha elverişli bir işarettir. İç kabuk 3-5 katman içerir ancak kabuk bölümleri B evresindeki bölümlere benzer.  $C_2$  evresi dış kabuğun artan sertliğinden belirlenebilir ancak türler arasındaki farklılıklardan dolayı bu evre için evrensel kıstaslar yoktur.  $C_2$  evresinde kabuk

endokütikülde 4-6 katman mevcuttur. Solungaç bölgesi, midesel bölge ve kabuğun aylası tek esnek alanlardır (Aiken and Waddy, 1987).

C<sub>3</sub> kabuk değiştirme sonrasının final evresidir ve bu evrenin sonunda kabuk maksimum sertliğe ulaşmıştır (kabuğun solungaç bölgesi genellikle önemli bir esneklik derecesine sahiptir). C<sub>4</sub> evresi zar tabakanın şekil değiştirmesi ile başlar. Drach (1939), zar tabaka oluşumunun başlamasını (C<sub>4</sub>') ve tamamlanmasını (C<sub>4</sub>) olarak ayırmış, Stevenson (1968)'da buna benzer bir ayırım kullanılmıştır (Aiken and Waddy, 1987). Bazı kabuklularda, zar tabaka kırılmış kabuk testi ile belirlenebilir. Bu testte C<sub>4</sub> evresinden kırılmış bir kabuk parçası zar tabaka ile birlikte tutulmaktadır. Bu test bazı kerevitlerde işlememektedir çünkü iç kabuk esnektir ve zar tabaka oluşmadan önce birlikte tutulmaktadır (Aiken and Waddy, 1987).

#### **2.1.7.4. D evresi**

D evresi kabuk değiştirme öncesidir ve hayvanın bir sonraki kabuk değiştirme evresi için psikolojik olarak hazırlandığı önemli bir süreçtir. Gözenek kanalları sertleşir, rezervler biriktirilir ve yeni kabuğun iki kabuk değiştirme öncesi tabakaları birleştirilmektedir. Başlangıç aşamalarının bazılarının aksine, D evresinin her bir alt bölümü, kabuksal morfolojideki belirgin değişim sayesinde fark edilebilir (Aiken and Waddy, 1987).

#### **2.1.7.5. E evresi**

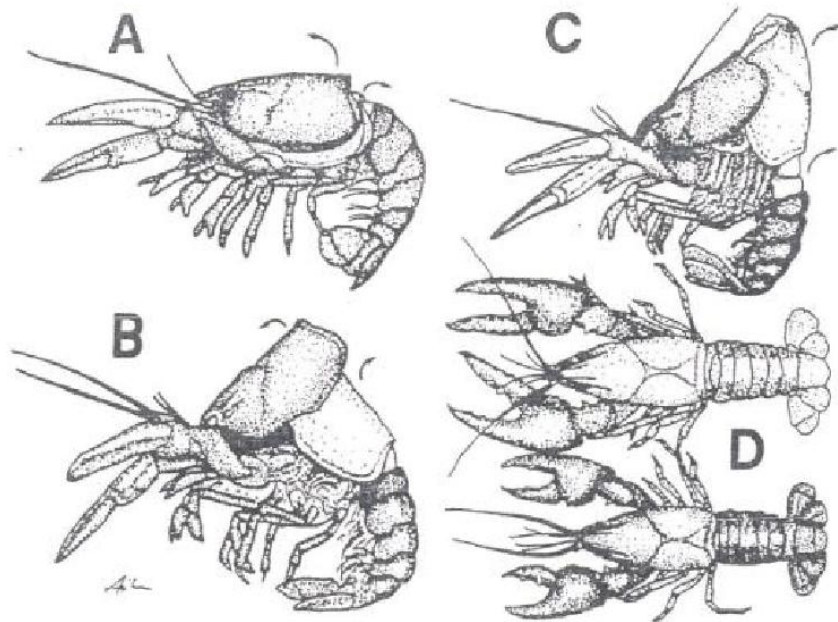
Drach (1939)'a göre kabuk değiştirme döngüsünün orijinal tanımlamasının bir parçası olmamasına rağmen, E evresi literatüre genellikle dahil edilir (Aiken and Waddy, 1987).

Kerevitteki kabuk değiştirmenin ilk ayrıntılı anlatımı Astacus cinsi için Reamur (1712)'un ki olarak bilinmektedir. O zamanlarda kabuk değiştirme, on bacaklıların yaşamında kısa bir ara verme olarak görölürdü ancak günümüzde kabuk değiştirmeye hazırlanma ve iyileşme sürecinin hayvanın yaşam süresinin ve

metabolik etkinliklerinin yarısından fazlasını oluşturmakta olduğunu anlamaktayız (Aiken and Waddy, 1987).

Kabuk değiştirme genellikle bir pasif bir aktif aşamaya ayrılır. Pasif aşama boyunca, epimeral suturalar kireç atar ancak hayvan hareket halindedir. Su alımı ya da emilimi olur ve yeniden yayılır, hidrostatik basınç artar, göğüs ve karın zarı şişmeye başlar. Kerevitler mahremiyetten yoksun kalırsa rahatsız olabilir ve kabuk değiştirme için koşullar elverişsiz ise pasif aşama uzar (Aiken and Waddy, 1987).

Kabuk değiştirmenin aktif aşaması hidrostatik basınç, kabuk ve abdomen arasındaki sırt zarını yırtmaya yetecek kadar olduğunda başlar. Daha sonra hayvan hareket yeteneğini kaybeder ve yanına doğru dönmeye başlar (şekil 2.11. ve 2.12.). Kabuk eksenini etrafında döner ve başa ait, göğse ait ve karına ait uzantılar ve solungaçlar geri çekilir. Dökülmüş kabuk, canlı hayvanın dikkat çekecek derecede canlı kopyasıdır (Aiken and Waddy, 1987).



şekil 2.11. Kerevitlerin kabuk değişim evreleri (Aiken and Waddy, 1987)





Şekil 2.12. Kabuk değiştirme basamakları (Yazıcıoğlu, 2010)

## 2.2. Kerevitlerde Kalsiyum Metabolizması

Kerevitlerin büyümelerinde kalsiyum en önemli elementtir. Kerevitler kabuk değişiminde kutikuladaki kalsiyumun neredeyse tamamını kaybettiklerinden, kabuk değiştirdikten sonra yüksek miktarda kalsiyuma ihtiyaç duyarlar (Wheatley and Ayers, 1995; Wheatley and Gannon, 1995). Bazı kaynaklarda kerevit kabuğunun %40'ının kalsiyum karbonat, %7'sinde kalsiyum fosfattan ibaret olduğu bildirilmektedir (Alpbaz, 2005). Kabuk değişimi öncesi kerevitlerde beslenme ve diğer aktiviteler azalır. Başlangıçta, dış kabuğun daha aşağıdaki katmanlarında çözülmüş halde bulunan kalsiyum, kabuğun esnekliğini arttırmak ve onu inceltmek için geri çekilir (Reynolds, 2002). Yeni kabuğun oluşumu ve sertleştirilebilmesi için %10 veya %20 oranında kalsiyum gereklidir ve kalsiyum mide taşlarında depolanır (Taugbøl et al., 1996). Kabuk değişiminden sonra, üst sindirim sistemindeki mide taşlarında bulunan çözünmüş kalsiyum absorbe edilmektedir. Bu kalsiyum, beslenme

başlandıktan sonra, kabuk bölümlerinin yeniden kalsifikasyonunda kullanılmaktadır. Gerekli olan kalsiyumun sadece küçük bir bölümü mide taşlarında saklanır, kabuk değişimi sonrası yüksek oranda ihtiyaç duyulan kalsiyum ise, çıkarılmış olan kabuğun yenilmesi suretiyle karşılanmaktadır (Reynolds, 2002). Mide taşlarında depolanan kalsiyum kabuk değişiminden hemen sonra kalsifikasyonda endojen bir kaynak olarak hızlı bir şekilde değerlendirilir ve kabuk değişimi sonrası beslenme başlayınca kadar gerekli vücut parçaların sertleşmesine yardımcı olur (Greenaway 1985). Dışarıdan sağlanacak kalsiyumun kaynağı alınan besinler olabilir. Genel olarak sucul canlıların kalsiyum gereksinimleri için tükettikleri gıdaların küçük bir katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Aiken and Waddy, 1987). Yeni kabuğun sertleşmesine sudaki iyonize kalsiyum da yardımcı olmaktadır (Malley, 1980; Taugbøl et al., 1996). Tatlı su ıstakozu solungaçlarının önemli bir fonksiyonu su ve hemolenf (kan sıvısı) arasındaki iyon değişimini düzenlemektir (Wheatly and Gannon, 1995; Wheatly, 1999; Barradas et al, 1999). Ancak tatlı su sistemlerindeki kalsiyum tuzlu su sistemlerindeki kadar kullanılabilir değildir (Aiken and Waddy, 1987). Kalsiyum habitatlarından kolayca elde edilemediğinde, ıstakozlar için kalsiyum rezervleri tatlı su türlerinde, deniz türlerinden daha önemlidir (Chaisemartin, 1964; Aiken and Waddy, 1987).

Kabuklu canlılarda kabuk değiştirme periyodu süresince kalsiyum konsantrasyonu bağırsak, solungaç, anten bezleri ve kabuktaki epitelyal hücreler tarafından düzenlenir. Hücresel kalsiyumun taşınması; var olan kalsiyumun pompalanması, katyon antiporterleri ve kalsiyum kanallarından epitelyal hücrelerin zarı içine transferi ile gerçekleşir. Transepitelyal kalsiyum taşıma sistemi ile bol miktarda kalsiyum hücre içine taşınabilir (Ahearn et al., 2004).

Kalsiyum hemostazı, kerevitlerde kabuk değiştirme periyodunda büyümenin gerçekleşmesi için dış kabukta kalsiyum birikimi olacağından etkilenmektedir. Tüm vücuttaki kalsiyum miktarı kabuk değiştirme ara safhasından kabuk değiştirme öncesi ya da sonrasına geçişte değişmektedir (Zanato and Wheatly, 2003).

Mills and Lake (1976), *Parastacoides tasmanicus* ve *Astacopsis fluviatilis* kerevitlerinin dış kabuklarındaki kalsiyum dağılımı ve kalsiyum konsantrasyonu çalışılmışlardır. Her iki türde de dış kabuktaki toplam kalsiyum konsantrasyonunu, çalışılan diğer kabuklu canlılar ile karşılaştırdıklarında daha düşük bulunmuşlar, *Parastacoides tasmanicus*'ta kerevit boyu arttıkça dış kabuktaki kalsiyum konsantrasyonunda önemli bir artış gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada *Astacus astacus*'ta dış kabuktaki kalsiyum konsantrasyonunun (263 mg/g), yaşadığı düşük kalsiyum konsantrasyonlu sudan (12 mg/L) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Suyun kalsiyum konsantrasyonu, dış kabuktaki kalsiyum birikimi için sınırlayıcı bir faktör değildir. Dış kabuğun farklı bölgelerindeki kalsiyum konsantrasyonları arasında fark olmamasına rağmen cinsiyete bağlı olarak kalsiyum konsantrasyonu değişmektedir. Ayrıca gastrolitlerdeki kalsiyum konsantrasyonu 334 mg/g'dır. Gastrolit ağırlığı arttıkça, gastrolitin kalsiyum konsantrasyonu azalmasına rağmen toplam kalsiyum miktarı artmaktadır (Lathi, 1988).

*Orconectes virilis*, *Procambarus alleni* ve *Procambarus clarkii* türlerinde kabuk değişim evreleri ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, karapakstaki kalsiyum (%25.1, %24.9 ve %25.4) ve magnezyum (%0.408, %0.428 ve %0.421) konsantrasyonlarının bu evrelerde birbirine yakın olduğu belirtilmiştir (Huner et al., 1976).

Dış kaynaklı kalsiyumun göreceli olarak yemle ya da ortamdan temin edilebilmesinin önemi türlere göre değişir. Genellikle yemler (değiştirilmiş kabuk hariç) sucul türlerin kalsiyum ihtiyacı için zayıf bir katkıda bulunmaktadırlar. Değiştirilmiş kabuk yaklaşık %56 oranında kalsiyum içerir, kabuk değişim sürecindeki hayvanlar, hazır durumdaki bu kaynağı kabuk değişimi sonrası mineralizasyon için kullanırlar (Aiken and Waddy, 1987).

Kerevitlerde sulu ortamdan solungaçları aracılığı ile kalsiyumu özümsemek ve depolamak için bir mekanizma mevcuttur. Düşük pH'da, bikarbonat yokluğunda ve



düşük sıcaklıkta özümseme azalır. Kalsiyum özümsemesi besin mevcudiyetine bağlıdır ve kabuk değiştirmiş hayvanların besin eksikliği durumu, özümsemenin azalmasına neden olur (Greenaway, 1985).

*Austropotamobius pallipes* kerevitlerinde kalsiyum alımı, kabuk değiştirmeden 15-30 dakika sonra başlar ve evre A ve B' de olduğu gibi maksimum seviyeye ulaşır. Evre C<sub>1</sub>' de kalsiyum alım oranı hızlıca en düşük seviyelere iner ancak C<sub>4</sub> evresinde dengeye ulaşılan kadar kalsiyum alımı azar azar devam eder. Dış kabukta HCO<sub>3</sub> birikimi olmadığında kalsiyum alımı düşer. Kabuk değiştirme periyodunda hemolenfteki iyonize kalsiyum konsantrasyonu değişmemektedir (Greenway, 1974).

Kalsiyum önemli olmasına karşın önemli bir miktarı premolt dönemindeki kabuk oluşumu esnasında tükenir, ihtiyaç duyulan kısım ortamdaki temin edilir. *A. pallipes*'te net kayıp geç D<sub>0</sub> döneminde artar ve D<sub>3</sub>-D<sub>4</sub> döneminde maksimuma ulaşır. Kalsiyumun sadece %17'si kabuk değişimi sonrası hâlihazırda intermolt'ta kalır, premolt esnasında meydana gelen üçüncü kayıp ise kabuk altında kalan kısımdır. Bu durum premolt esnasında hemolenfteki iyonize kalsiyumu artırmamasına rağmen kompleks kalsiyumu artırır (Greenaway, 1985).

Kalsiyum ve karbonat mekanizmasının kabukluların mineralize olmuş iç ve dış yapılarındaki işlevi hakkında çok az şey bilinir (Roer and Dillaman, 1984). Roer (1980), kabuk değişiminin farklı dönemlerinde iki yönlü kalsiyum taşınmasına gerek duyulduğuna dair bir model ileri sürdü, temelde epidermal hücreler sürekli olarak kalsiyumun hücre dışına taşınmasında aktiftir ve o hücrelerin kabukla kendilerine özgü morfolojik bir bağlantısı vardır onlar kalsiyumun hareketinin yönünü belirlerler. Postmolt esnasında pulmuş epidermal hücreler çok fazla sayıdadırlar, protoplazmik görünüm por kanalları boyuna uzanır ve bunlar Roer and Dillaman (1984)'a göre kabuktaki net kalsiyum taşınmasının gerçekleştiği büyük yüzey alanlarıdır. Premolt'ta epidermal hücre morfolojisindeki yüzey alan değişiklikleri net kalsiyumun taşınma oranını tersine çevirir.

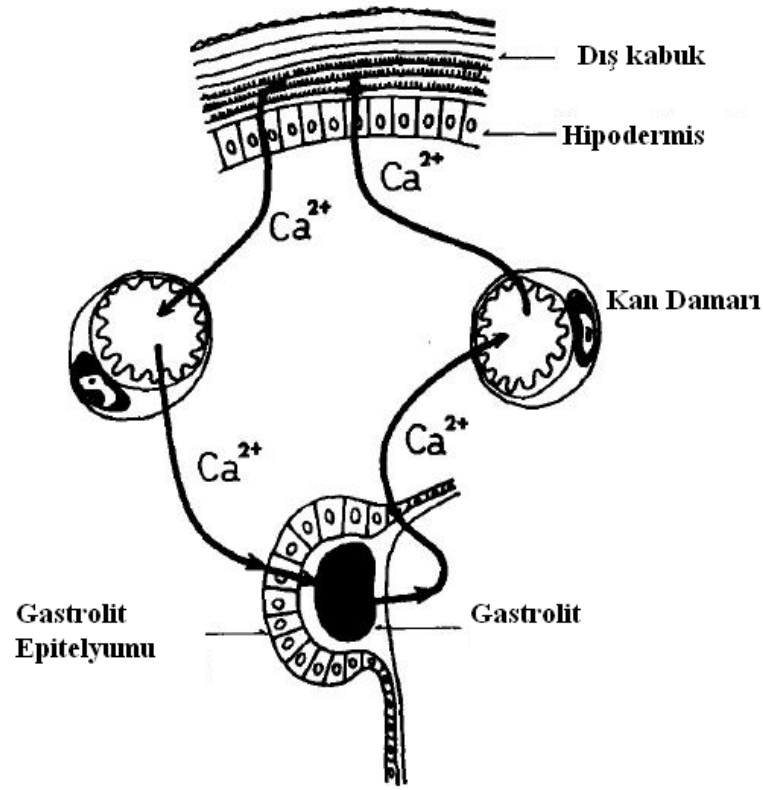
Karidesin epitel hücrelerinde maksimum kabuklaşma esnasında kalsiyumun emilimi ve tortulaşma pik yapar ve kabuk değişim dönemine uygun olarak maksimum hücre içi emilim ve tortulaşma oranı meydana gelir (Roer and Dillaman 1984). Kalsiyum taşıma mekanizması gerek Ca-ATPase gereksede  $Na^+$ - $Ca^{++}$  dönüşümüne gereksinim duyar ayrıca bu durum epitelyum hücrelerinin şekil ve boyutlarına da bağlıdır (Roer, 1980). Mineraller kabuk değişimi sonrası kabuğun sertleşmesi sürecinde epitelyum hücrelerin tepemsi yüzeylerinin 70  $\mu m$  yada daha uzağında ilerlemek zorundadırlar. Epidermal sitoplazmik por kanallarının uzamasının kalsiyum ve muhtemelen karbonatın taşınmasında etkili olduğu sanılır, elektron mikroskobu bu alanlardaki mineral yığınlarını göstermektedir (Travis and Friberg, 1963).

Tatlı su karidesi *Macrobranchium rosenbergi*'de kabuk değişimi sonrası evre A ve B'de hemolenf ozmolaritesi düşüktür ve bir sonraki kabuk değişimi öncesine kadar (evre C<sub>0</sub>) yavaş yavaş artmaktadır. Evre D<sub>2</sub>'de maksimuma ulaşmaktadır ve en düşük olduğu zaman (evre E) kabuk değişiminden hemen sonrasındır.  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyonlarının hemolenfteki konsantrasyonları kabuk değiştirme periyodu süresince benzerlik gösterir. Diğer yandan  $Ca^{+2}$ 'un hemolenfteki konsantrasyonu evre A ve C<sub>0</sub> arasında belirgin şekilde düşmektedir. Daha sonra evre E' ye kadar neredeyse %60 kadar artış göstermektedir. Hepatopankreastaki toplam kalsiyum seviyesi evre C<sub>0</sub>'da en yüksek seviyeye ulaşır. Hemolenfteki iyonik değişiklikler, kutikuladaki kalsiyum dağılımı elektron mikroskobu (SEM) ve elektron dağılım spektrofotometre (EDS) kullanılarak tespit edilebilir. Kabuk değiştirme öncesinde kutikula bir tabakadan oluşur ve düşük seviyede kalsiyum içerir. Evre C<sub>0</sub>'da kutikulada yüksek oranda kireçlenme olur ve C<sub>0</sub>'da yüzeyden 135  $\mu m$  kalınlığında kalsiyum tabası bulunur. Kutikula önceki tabaka ve yeni oluşan tabakayı içerir. Kalsiyum seviyesi evre D<sub>2</sub>'de düşük seviyededir ancak ekzokutikulada hala kalsiyum bulunmaktadır. Evre E'de kabuk atıldıktan sonra kutikula sadece ekzokutikuladan oluşmaktadır (Wilder et al. 2009).

Karbonatın kabuk için tedarik edildiği hususu bilinmemesine rağmen, karbonik anhidrase direkt olarak kalsifikasyona katılmaktadır. Bu enzim epidermal hücreler ile interprizmatik bölgelere yerleştirilir ve bunlar kalsifikasyonun başlatılmasında dış

kabuğu haberdar eder. Ancak bu enzimin esas görevi; kalıntıları örtbas etmek olup, enzim miktarı postmolttaki kalsifikasyon boyunca pik yapar, enzimin uyarısı ile mineralizasyon oranı azalır. (Chockalingam 1971).

Yeni kabuğun kalsifikasyonu kabuk değişimi sonrası derhal başlar, elektriksel faaliyetler mineral birikimi sonucunda çökmeye aracılık eder, kuinon ( $C_6H_4O_2$ ) ile kalsifikasyon bölgeleri arasındaki üretime pH'daki aşamalı değişimlere göre tepki verir (Cilbiz, 2010).



Şekil 2.13. Kerevitlerde kalsiyum metabolizmasının şeması (Muzuhira and Ueno, 1983).

*Procambarus simulans* kerevitlerinde yapılan bir araştırmada, kabuk değiştirme periyodu süresince kerevitlerin kanındaki kalsiyum konsantrasyonu değişiklikleri gözlenmiş ve kalsiyumun, hemosiyaninin oksijen taşıma işlevini yerine getirmesinde rol oynadığı bulunmuştur (Larimer and Riggs, 1964).

### 2.2.1. Kalsiyumun büyüme ile ilişkisi

Zahmatkesh et al. (2007), yaptıkları çalışmada, yüksek oranda kalsiyum (%3-4) içeren yemler ile yapılan beslemede *Astacus leptodactylus*'lar da ağırlık ve boy olarak artış gözlendiğini, yemlerdeki kalsiyum konsantrasyonu arttıkça kerevitlerin canlı ağırlığında da artış olduğunu ve denemelerde en yüksek canlı ağırlık artışı %4 kalsiyum içeren yemler ile sağlandığını bildirmişlerdir. %2 kalsiyum içeren yemler ile yapılan besleme çalışmalarında düşük yaşama oranı (%30) gözlendiğini ve kerevit yemlerinde olması gereken optimal kalsiyum oranının %3,4 olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre yemlere kalsiyum ilave edilmesinin tatlı su ıstakozları için zorunlu olduğunu bildirmişlerdir.

Cilbiz (2010), yaptığı çalışmada *Astacus leptodactylus* için en iyi büyüme, yaşama oranı ve kabuk değiştirme oranını sağlamak amacıyla farklı düzeylerde kalsiyum içeren (%1.5, %2, %2.5 ve %3) dört farklı yem grubu kullanmıştır. Çalışmanın sonunda oransal ağırlık ve boy artışı değerleri bakımından en yüksek değerlerin (%60 ve %52,46) yüksek düzeyde kalsiyum içeren (%3) yem grubu ile, en düşük değerlerin (%43,57 ve %49,57) ise düşük düzeyde kalsiyum içeren (%1,5) yem grubu ile sağlandığını, aynı şekilde spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı, yaşama oranı ve kabuk değiştirme oranı bakımından en iyi verilerin yüksek düzeyde kalsiyum içeren yemler (%3) ile, en kötü verilerin ise düşük düzeyde kalsiyum içeren yemler (%1,5) ile sağlandığını tespit etmiştir. Sonuç olarak tatlı su ıstakozlarının yemlerinde olması gereken en uygun kalsiyum oranını %2,5 ve %3 olarak bildirmiştir.

Yue et al. (2009), *Procambarus clarkii* juvenilerinde yaşama oranı, kabuk değişimi ve büyüme için optimum fotoperiyot, pH ve suyun kalsiyum konsantrasyonunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, uygulanan her bir ışık rejimi (16A:8K, 12A:12K ve 8A:16K ) için 3 farklı kalsiyum konsantrasyonu (45.5, 65.5 ve 85.5 mg/L) ve her kalsiyum konsantrasyonu içinde pH'ı sırasıyla 6.8, 7.8 ve 8.8 olacak şekilde denemeyi oluşturmuşlardır. Sonuçta juvenil kerevitlerde en iyi ağırlık ve uzunluk artışının 16A:8K ışık rejimi uygulanan denemede, kalsiyum konsantrasyonu

65,5 mg/L ve pH 7.8 olan grupta, en yüksek kabuk değiştirme sıklığının ise 12A:12K ışık rejimi uygulanan denemede, kalsiyum konsantrasyonu 65,5 mg/L ve ph 7.8 olan grupta olduğunu, *Procambarus clarkii* juvenilleri için optimal şartların fotoperiyot; 16A:8K, kalsiyum konsantrasyonu 65,5 mg/L ve ph 7.8 olabileceğini bildirmişlerdir.

Hammond et al. (2006), yaptıkları çalışmada *Pranephrops zealandicus* kerevitlerinde farklı sıcaklık ve kalsiyum konsantrasyonlarının büyüme, kabuk değişimi ve yaşama oranı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Kalsiyum konsantrasyonun artışı ile büyümenin değişmediğini tespit etmişlerdir.

### **2.3. Su Sıcaklığının Büyüme ile İlişkisi**

Kerevitlerde üreme, büyüme ve kabuk değiştirme gibi biyolojik olaylar sıcaklıkla ilgilidir. Bu biyolojik olaylar türlere ve bölgelere göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin Avrupa'da su sıcaklıkları Avustralya ve Amerika Kıtalarına göre mukayese edilemeyecek kadar farklılık gösterir. Amerika ve Avustralya'daki sıcaklık koşulları birbiriyle daha uyumludur. Avrupa'da üreme su sıcaklığı; 6-13°C, büyüme su sıcaklığı 14-22°C iken Avustralya ve Amerika' da genel olarak büyüme sıcaklığı 25°C'dir (Alderman and Wickens, 1990).

Kerevitler soğukkanlı omurgasız canlılardır, sıcaklık çeşitliliklerini davranış, direnç ve fizyolojik fonksiyonlar bakımından tolere edebilselerde yine de sıcaklığı kerevitlerin yaşama ve büyüme oranını, kabuk değiştirme sıklığını, besin tüketimi, besinin özümsemesini ve üremelerini etkilemektedir. Kabuk değişimi ve büyüme oranı optimum değere kadar su sıcaklığı artışı ile birlikte artmaktadır (Cormona-Osalde et al., 2004; Hesni et al., 2008).

Kerevitlerin su sıcaklığından etkilenmesi; türün tolere edebileceği sıcaklık aralığına, coğrafik dağılıma ve iklim şartlarına adaptasyonuna bağlıdır. Kerevitlerin fizyolojik ve davranış olarak adaptasyonları çevresel dalgalanmalara bağlı olarak gelişmektedir. Sıcaklık aralığı türün tolere edebileceği limitlerin altında veya üstünde ise enzimatik sistemin çökmesi, protein denatürasyonu, solunum problemi, membran bozulması ve

kardiyovasküler sistemin etkilenmesi gibi nedenlerle canlının ölümü ile sonuçlanır (Carmona-Osalde et al., 2004).

Kerevitlerde, metabolizma ve aktivitesi gibi biyolojik faaliyetleri etkileyen en kritik faktör sıcaklıktır. Oksijen tüketimi, beslenme ve enzimlerin reaksiyonu gibi birçok fizyolojik fonksiyon sıcaklığa bağlıdır (Carmona-Osalde et al., 2004).

Kabuklu canlılarda yüksek su sıcaklığının çeşitli fizyolojik fonksiyonlar üzerinde zararlı etkisi vardır. Su sıcaklığının artması hemolenfin oksijen taşıma kapasitesini düşürür ve hemosiyanine oksijenin bağlanmasını azaltır ancak en önemli etkisi oksijenin dokulara ulaşmasını etkiler (Payette and McGaw, 2003).

Cormana-Osalde et al. (2004), *Procambarus llamasi* kerevitlerinde yaptıkları çalışmada büyümenin su sıcaklığı (16, 21 ve 26°C) ve cinsiyete bağlı olarak farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Erkek bireyler bütün grup ve tekerrürlerde dişilere göre daha hızlı büyümüş ve en iyi büyümenin 26°C'de olduğunu tespit etmişlerdir.

Kozak et al. (2009), *Pasifastacus leniusculus* üzerinde yaptıkları araştırmada su sıcaklığının (14.31±0.64°C ve 20.54±0.69°C) kabuk değişimi ve büyüme üzerindeki etkisini çalışmışlardır. 3 aylık deneme sonunda 20.54±0.69°C su sıcaklığında boyca ve ağırlıkça büyümenin (22,2 mm ve 259 mg) 14.31±0.64°C su sıcaklığındaki büyüme (18,5 mm ve 147 mg) göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Hammond et al. (2006), *Pranephrops zealandicus* kerevitlerinde farklı sıcaklık ve kalsiyum konsantrasyonlarının büyüme, kabuk değişimi ve yaşama oranı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada su sıcaklığı artışı ile büyüme oranının arttığını ve verimlilik için optimum su sıcaklığının 16°C olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Harlioğlu (2009), farklı sıcaklık (15 ve 25°C) ve farklı stok yoğunluklarında *Astacus leptodactylus* ve *Pasifastacus leniusculus*'un büyüme ve yaşama oranlarını karşılaştırdığı çalışmada 25°C'de büyüme oranının her iki türde de çok iyi olduğunu

bildirmiş ve her iki su sıcaklığında da *Pasifastacus leniusculus* türünün spesifik büyüme oranının *Astacus leptodactylus* türüne göre daha iyi olduğunu tespit etmiştir.

#### 2.4. Yaşama Oranı

Su ürünleri yetiştiriciliğinde temel amaç, başlangıçta stoklanan yavruların pazar boyuna getirilinceye kadar büyütülmesidir. Bu anlamda yaşama oranı büyük önem arz etmektedir. Pazarlama boyuna ulaşmadan ölen her birey işletme için bir gider teşkil edeceğinden yetiştiricilikte yaşama oranının en üst düzeyde olması arzulanır. Kerevitlerde yaşama oranını etkileyen en önemli faktörler beslenme, stok yoğunluğu, kanibalizm, barınak tipi ve yoğunluğu, su sıcaklığı ve fotoperiyottur (Didinen vd., 2010).

Taugbøl and Skurdal (1992), tarafından *A. astacus*'ların kitlesel üretim denemesinde, büyüme ve kabuk değiştirmenin mortalite ile olan bağlantısı araştırılmıştır. Bu çalışmada, juvenillerde meydana gelen %68-90 oranlarındaki ölümlerin kabuk değiştirme sıklığı ve büyüme ile ilişkili olduğu ve mücadelecilik davranışı ile kanibalizmin mortaliteyi belirlediği ifade edilmiştir. Sürekli ışık şartlarının mücadelecilik davranışı düşürdüğü, buna bağlı olarak mortaliteyi de düşürdüğü görülmüştür. Sonuç olarak, optimal fotoperiyot, sıcaklık, iyi besleme ve barınak kullanımının hayatta kalmayı ve büyümeyi önemli derecede artırabileceğini belirtmişlerdir (Didinen vd., 2010).

Köksal (1982) tarafından, başlangıçta 39,27 mg ortalama ağırlığa sahip ve 130 yavru/m<sup>2</sup> olacak şekilde stoklanan II. dönem *A. leptodactylus* yavrularını alabalık pelet yemi ve iplikli yeşil algler ile beslendiği 90 günlük yetiştiricilik çalışmasında yaşama oranının ise % 44,23 olduğunu bildirmiştir (Didinen vd., 2010).

Aydın (1998) tarafından, beton havuzlarda çiftleştirilmiş bireylerden elde edilen başlangıç total uzunluğu 11.12 mm, karapaks uzunluğu 6.6 mm ve ağırlıkları 67 mg olan kerevit juvenillerini 436 juvenil/m<sup>2</sup> oranında stoklayarak, başlangıçta *Artemia* sp. ve *Daphnia* sp., üç hafta sonra alternatif olarak doğranmış taze alabalık eti ve

alabalık peleti ile beslemiştir. Çalışmasının sonunda juvenillerdeki hayatta kalma oranının 5. ayda %55.99 olduğunu bildirmiştir (Didinen vd., 2010).

Zaikov et al. (2000) tarafından, 2. dönem kerevit yavrularının beslenmesinde 30 gün süreyle soya unu, et unu, pelet yem (protein %30,7) ve zooplankton (*Daphnia magna*) kullandıkları denemelerinde en yüksek yaşama oranının (%68,13) *Daphnia magna* ile besleme yapılan yavrularda olduğunu bildirmişlerdir (Didinen vd., 2010).

Ulikowski and Krzywosz (2004), ilk stok yoğunluğu 300, 600 ve 1200 birey/m<sup>2</sup> olan *A. leptodactylus*'larda, hayatta kalma oranları sırasıyla %70, %58 ve %47,8 olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, bu çalışmalarından elde ettikleri bulgulardan, yetiştiriciliğin ilk ayları esnasında kerevitlerde hayatta kalma oranlarının başlangıç stok yoğunluğundan etkilendiğini teyit etmişlerdir.

Mazlum ve Uzun (2008), korunak tiplerinin (korunaksız, ağ materyali ve PVC borular), *A. leptodactylus* yavrularının büyümesi, hayatta kalması ve yem değerlendirmesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Denemede ortalama ağırlıkları 25.4 ±0.52 mg ve boyları 14.00±0.03 mm olan *A. leptodactylus* (Eschsholtz, 1823) yavruları kullanmışlardır. Deneme sonunda hayatta kalma oranının korunak tipiyle ilişkili olduğunu ve en yüksek yaşama oranının ağ materyali kullanılan grupta (%85), en düşük yaşam oranının (%40,4) korunak olmayan grupta ve PVC boruların kullanıldığı grupta ise yaşama oranının %67,5 olduğunu bildirmişlerdir.

Harlıoğlu (2009), *P. leniusculus* ve *A. leptodactylus* II. dönem juvenillerine 12 saat ışık, 12 saat karanlık şeklinde ışık rejimi uygulanan akvaryumlarda ve farklı stok yoğunluklarının (234, 468, 937 juvenil/m<sup>2</sup>) hayatta kalma ve gelişime etkisini araştırdığı çalışmasını 2 ay sürdürmüş ve sonuçta artan stok yoğunluğunun daha düşük hayatta kalma oranına neden olduğunu bildirmiştir. Yine aynı denemede kerevitlerin gelişiminde pek çok çevresel faktörden biri olan su sıcaklığının II. dönem *A. leptodactylus* ve *P. leniusculus*'larda gelişim ve hayatta kalma oranlarına etkisini incelemiş ve her iki türde de 25°C'de daha aktif bir beslenme ve



daha bol besin tüketimi olmasına rağmen daha düşük hayatta kalma oranı tespit etmiştir.

Yue et al. (2009), kontrollü koşullarda fotoperiyotun, suyun kalsiyum konsantrasyonunun ve pH'nın *Procambarus clarkii* juvenillerinde yaşama oranı, büyüme ve kabuk değişimi üzerindeki etkisini incelemişler ve en iyi yaşama oranının 16A:8K ışık rejimi uygulanan denemede kalsiyum konsantrasyonu 65,5 mg/L ve pH 7,8 olan grupta olduğunu bildirmişlerdir.

Hammond et al. (2006), *Pranephrops zealandicus* kerevitlerinde farklı sıcaklık ve kalsiyum konsantrasyonlarının büyüme, kabuk değişimi ve yaşama oranı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada kalsiyum konsantrasyonunun 10 mg/L'nin üzerine çıktığı sularda yaşama oranının arttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca su sıcaklığı artışlarına ters orantılı olarak yaşama oranının azaldığını, 14 ve 16°C'lerde yaşama oranının yüksek (sırasıyla %86 ve %92) ancak 22°C'de düşük bir yaşama oranı (%27,8) gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma yeri ve süresi

Araştırma Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi bünyesinde bulunan Kerevit Ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalara Nisan 2010 tarihinde başlanmış, Eylül 2010 tarihinde bitirilmiştir.

##### 3.1.2. Damızlık kerevitlerin temini

Araştırmada kullanılan 60 adet yumurtalı *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) anaçları Eğirdir gölünden 1-20 Nisan 2010 tarihleri arasında, pinterler yardımı ile temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Yumurtalı dişi kerevit *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Orijinal, 2010)

### 3.1.3. Yavru temini

Farklı kalsiyum konsantrasyonları ve sıcaklık denemelerinde kullanılan II. dönem kerevit yavruları, Eğirdir gölünden avlanarak getirilen yumurtalı dişi kerevitlerden elde edilmiştir.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan II. dönem kerevit yavruları (Orijinal, 2010)

### 3.1.4. Araştırmada kullanılan yem

Araştırmada canlı yemlerden yararlanılmıştır (Saez-Royuela et al., 2007). Canlı yem olarak *Artemia sp. nauplii*, *Daphnia magna* ve Chironomid larvaları kullanılmıştır.

### 3.1.5. Araştırmada kullanılan araç ve gereçler

Kerevit ünitesinde yumurtalı kerevitler yumurta gelişimi ve açılımı süresince 100x100x50 cm boyutlarında, 1 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip 2 adet tank ve 70x30x40 cm

boyutlarında, 0,21 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip 20 adet akvaryumda tutulmuştur (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan tanklar

Farklı kalsiyum konsantrasyonları ve sıcaklık denemeleri için yine 70x40x35 cm boyutlarında, 0,28 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip 24 adet akvaryum kullanılmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan akvaryum düzeni

Kerevit anaçları ve yavrularında, stres ve kanibalizm dolayısıyla meydana gelebilecek ölümleri önlemek amacıyla barınak olarak anaç kerevitler için yarım daire şeklinde olan kiremitlerden, yavru kerevitler için ise plastik borulardan yararlanılmıştır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Araştırmada barınak olarak kullanılan materyaller

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Denemede kullanılan yavru kerevitlerin temini

Eğirdir gölünden temin edilen anaç kerevitler, su kalitesi göldeki su kalitesi şartları baz alınarak ayarlanmış akvaryum ve tanklara yerleştirildi. Denemede kullanmak üzere toplam 60 adet yumurtalı kerevit, her akvaryuma 2 ve her tanka 10 adet olacak şekilde stoklandı. Her yumurtalı kerevite 1 adet gizlenme yeri olacak şekilde yarım daire şeklindeki kiremitler tank ve akvaryumlara bırakıldı. İnkübasyon amacıyla kullanılan tank ve akvaryumlardaki su, havalandırma sistemine bağlı hava taşlarıyla sürekli olarak havalandırılmış, sonraki aşamada ise yumurtalı kerevitlerin yumurta gelişimi ve yumurtalardan çıkış zamanı gözlenmiştir.



Ortam şartlarına adaptasyonlarını kolaylaştırmak ve su kalitesi parametrelerinin hızlıca bozulmasını engellemek amacıyla yumurtalı kerevitler inkübasyon süresince esansiyel yağ asitlerince zengin canlı yemlerle beslenildi (*Daphnia magna*, Gammarus, Chironomid larvaları vb.). Ayrıca anaç kerevitlerin bulunduğu akvaryumlarda kullanılan suyun temizlenmesinde mekanik ve biyolojik filtrelerin yanısıra, beklenmeyen bir enfeksiyon tehlikesini ve ortamdaki bakteri yükünü azaltmak için U.V. filtre de kullanılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Araştırmada sterilizasyon amacıyla kullanılan U.V. filtre

Farklı kalsiyum konsantrasyonları uygulanan denemede anaçlardan ayrılmaya başlayan yavru kerevitlerden rastgele seçilmiş 50 adet (II. dönem) kerevitin biyometrik ölçümleri yapıp ortalama ağırlık (0,039 g) ve uzunlukları (11,60 mm) belirlenmiştir. Farklı sıcaklık gruplarının uygulandığı denemede ise yine aynı şekilde rastgele seçilmiş 50 adet (III. dönem) kerevitin biyometrik ölçümleri yapıp ortalama ağırlık (0,064 g) ve uzunlukları (13,98 mm) belirlenmiştir. Daha sonra denemelerin yapılacağı akvaryumlara yavru kerevitler stoklanmıştır.

### **3.2.2. Deneme şartları**

90 gün boyunca devam eden denemeler, sıcaklığı kontrol altında tutulabilinen ( $19\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) kerevit ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Denemeler süresince 10:14 saat aydınlık/karanlık ışık rejimi uygulanmıştır. Havalandırma için her akvaryumda sürekli çalışır durumda 35 cm'lik ince hava taşları kullanılmış olup iyi bir havalandırmanın yanında suyun sirkülasyonu da sağlanmıştır. Deneme süresince kanibalizmi önlemek ve yavru kerevitlerin gizlenebilmesi amacıyla barınak olarak 4 cm boyunda plastik borular kullanılmıştır.

### **3.2.3. Deneme planı**

Bu çalışma tesadüf parselleri düzeninde tam şansa bağlı deneme planına göre iki ayrı denemeden oluşmuştur.

#### **3.2.3.1. Sıcaklık denemesi (I. Deneme)**

Deneme, her biri 3 tekrarlı 3 farklı sıcaklık grubu (18, 24 ve  $30^{\circ}\text{C}$ ) ve her gruba ait farklı stok akvaryumu olacak şekilde 9 akvaryum kullanılarak oluşturulmuştur.  $18^{\circ}\text{C}$ 'lik su sıcaklığına sahip grup oda sıcaklığından, 24 ve  $30^{\circ}\text{C}$ 'lik gruplar ise akvaryum su ısıtıcılarından faydalanılarak ayarlanmıştır. Her grubun stok akvaryumunun su sıcaklığı kullanıldığı grup ile aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu sayede günlük olarak yapılan su değişimlerinde su sıcaklıklarının oynaması engellenmiştir. Deneme süresince su sıcaklıkları her gün sabah ve akşam olmak üzere düzenli olarak ölçülüp, kontrol edilmiştir.

Sıcaklık denemesi için grupların su sıcaklıkları ayarlandıktan sonra rastgele seçilen 50 adet anaçtan yeni ayrılmış kerevit yavrusunda gerekli biyometrik ölçümler yapılmıştır. Ağırlık ve total uzunluk bakımından aralarında istatistiki açıdan fark olmadığı belirlenen ortalama ağırlıkları 0,064 g ve ortalama uzunlukları 13,98 mm olan III. dönem kerevit yavruları, her tekrara 20 adet olacak şekilde toplam 180 adet

birey akvaryumlara yerleştirilmiştir. Her akvaryuma kerevit başına 2 adet olacak şekilde her akvaryuma toplam 40 adet barınak konulmuştur.

Deneme süresince besin olarak ilk 30 gün *Artemia sp. nauplii*, 30. günden sonra deneme sonuna kadar *Daphnia magna* ve Chironomid larvaları kullanılmıştır. Günlük yem miktarı toplam canlı ağırlığın %2'si (Harlıoğlu ve Barım, 2004) kadar hesaplanmış olup, yemleme elle günde bir kez akşamları yapılmıştır.

### **3.2.3.2. Kalsiyum denemesi (II. Deneme)**

1 lt distile suyun içine 800 mg CaO ilave edilerek, pH 8' de bir Ca<sup>2+</sup> stok solüsyonu elde edilmiştir. Bu stok solüsyonu, 25 mL' lik küçük hacimlerde standart EDTA titrasyon metodu kullanılarak denemede yararlanılacak olan kalsiyum seviyeleri ayarlanmıştır. Bu küçük hacimlerden yola çıkılarak denemede kullanılacak akvaryum hacimlerine göre kalsiyum konsantrasyonları (0, 35 ve 85 mg/L) ayarlanmış ve yine standart EDTA titrasyon metodu kullanılarak oluşturulan kalsiyum seviyeleri doğrulanmıştır (Hammond et al., 2006).

Denemede, sıcaklık denemesinde olduğu gibi her biri 3 tekrarlı 3 farklı kalsiyum konsantrasyonu grubu oluşturulmuş ve her gruba ait farklı stok akvaryumu olacak şekilde toplam 9 akvaryum kullanılmıştır. Oda sıcaklığından faydalanılarak her akvaryumdaki su sıcaklığı 18°C olarak ayarlanmıştır. Su sıcaklıkları her gün sabah ve akşam olmak üzere düzenli olarak ölçülüp, kontrol edilmiştir. Günlük olarak her akvaryuma sifon yapılmış ve eksilen suların yerlerine her grubun kendi stok akvaryumundan taze su girişi sağlanmıştır.

Ağılık ve total uzunluk bakımından aralarında istatistiki açıdan fark olmadığı belirlenen ortalama ağırlıkları 0,039 g ve ortalama uzunlukları 11,60 mm olan II. dönem kerevit yavruları, her tekrara 30 adet olacak şekilde toplam 270 adet birey akvaryumlara yerleştirilmiştir. Yine sıcaklık denemesinde olduğu gibi birey başına 2 adet olacak şekilde her akvaryuma toplam 60 adet barınak konulmuştur.



Sıcaklık denemesinde kullanılan besleme programı kalsiyum denemesi içinde kullanılmıştır.

#### 3.2.4. Biyometrik ölçümler

Denemenin başlangıcında ve sonunda yapılan biyometrik ölçümlerin yanında ayrıca her 30 günde bir ara ölçüm yapılmıştır. Tatlı su ıstakozlarının total boyları 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpasla, ağırlıkları ise 0,001 g hassasiyetli elektronik terazi ile belirlenmiştir (Şekil 3.7.). Akvaryumlarda kabuk değişim oranının belirlenebilmesi için ilk 30 gün boyunca sabah ve akşam barınaklarda dahil olmak üzere düzenli olarak kontrol edilmiş, değiştirilmiş eski kabuklar alınarak sayıları kaydedilmiştir. Ayrıca ölen kerevitler kaydedilerek akvaryumdan uzaklaştırılmıştır.



Şekil 3.7. Total boy ve ağırlık ölçümleri

### 3.2.5. Spesifik büyüme oranının belirlenmesi (SBO)

Çalışmada spesifik büyüme oranının (SBO) belirlenmesinde, ağırlık ortalamaları üzerinden dönemlere ve muamele gruplarına göre aşağıda belirtilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Davis and Robinson, 1986; Claudia et al., 2004; Jacinto et al., 2005; Hammond et al., 2006).

$$\text{SBO (Spesifik Büyüme Oranı)} = \frac{[\ln \text{ Son Ağırlık (g)} - \ln \text{ İlk Ağırlık (g)}]}{\text{Deneme Süresi (gün)}} \times 100 \quad (3.1)$$

### 3.2.6. Yaşama oranının belirlenmesi

Deneme süresince akvaryumlar düzenli olarak kontrol edilerek, ölen tatlisu ıstakozları kaydedilmiştir. Her akvaryum için yaşama oranı ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yaşama oranı her bir örnekleme periyodu ve muamele grupları için akvaryumlarda kalan kerevit sayısının deneme başındaki kerevit sayısına oranının yüzdesi olarak ifade edilmiştir (Davis and Robinson, 1986; Claudia et al., 2004; Jacinto et al., 2005; Hammond et al., 2006).

$$\text{Yaşama Oranı (\%)} = \frac{\text{Deneme Sonu Birey Sayısı}}{\text{Deneme Başlangıcı Birey Sayısı}} \times 100 \quad (3.2)$$

### 3.2.7. Kabuk değiştirme oranının belirlenmesi

Deneme ilk 30 günü her bir akvaryumdaki kerevitlerin kabuk değişimi günlük olarak kaydedilmiştir ve kabuk değiştirme oranı aşağıda belirtilen denklem yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Kabuk Değiştirme Oranı (\%)} = \frac{\text{Değiştirilen Kabuk Sayısı}}{\text{Kerevit Sayısı}} \times 100 \quad (3.3)$$

### **3.2.8. İstatistiki analiz**

Yaşama oranı, spesifik büyüme oranı, kabuk değiştirme oranı hakkında elde edilen verilerin analizi yapılmıştır. İstatistikî farklılığın önemi tek yönlü varyans analizi (ANOVA testi), gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bütün istatistiki analizler SPSS Statistic 16.0 paket programında % 95 önem düzeyinde yapılmıştır (Hammond et al., 2006; Zahmatkesh et al., 2007; McClain and Romaine, 2009).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Sıcaklık Denemesi Sonuçları

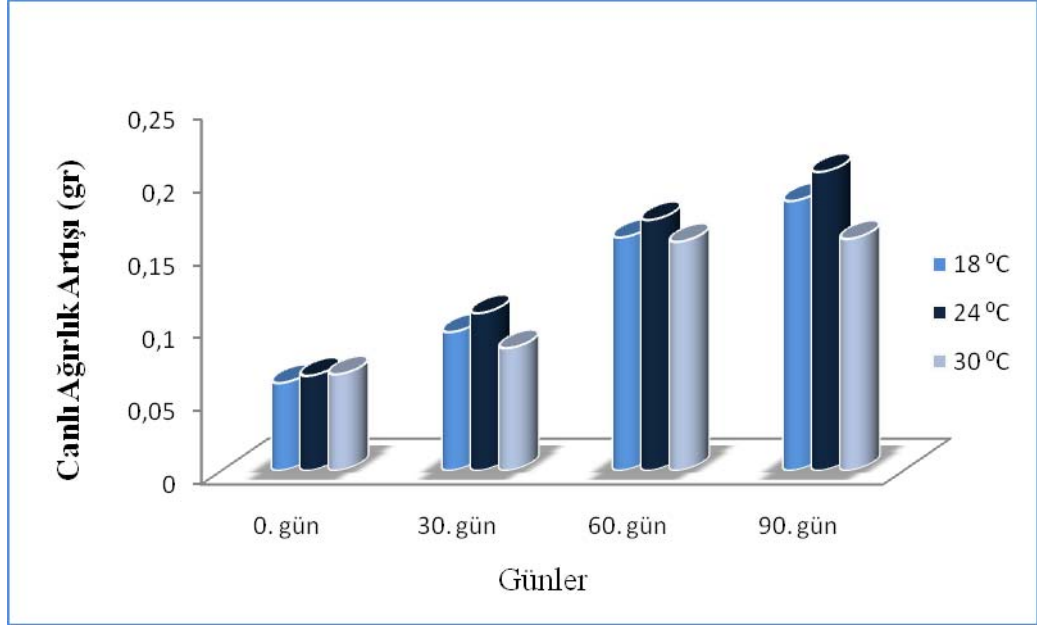
#### 4.1.1. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı

Farklı su sıcaklıklarının kerevit yavrularındaki canlı ağırlık artışı üzerine etkileri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda, farklı su sıcaklıklarının kerevit yavrularındaki canlı ağırlık artışı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). En yüksek canlı ağırlık artışı  $0,205\pm 0,011$  g olmak üzere  $24^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığı olan grupta sağlanmışken, en düşük canlı ağırlık artışı ise  $0,159\pm 0,000$  g olarak  $30^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığı olan grupta belirlenmiştir. Gruplardaki diğer canlı ağırlık artışları Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı (g), ( $\bar{X}\pm\text{SE}$ )

Günler	Deneme Grupları		
	18 °C	24 °C	30 °C
0. gün	$0,060\pm 0,001^e$	$0,065\pm 0,002^e$	$0,066\pm 0,002^e$
30. gün	$0,095\pm 0,003^d$	$0,108\pm 0,004^d$	$0,084\pm 0,004^{de}$
60. gün	$0,160\pm 0,007^{bc}$	$0,172\pm 0,008^{bc}$	$0,157\pm 0,019^c$
90. gün	$0,185\pm 0,006^{ab}$	$0,205\pm 0,011^a$	$0,159\pm 0,000^c$

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.1. Kerevit yavrularındaki canlı ağırlık artışı (g)

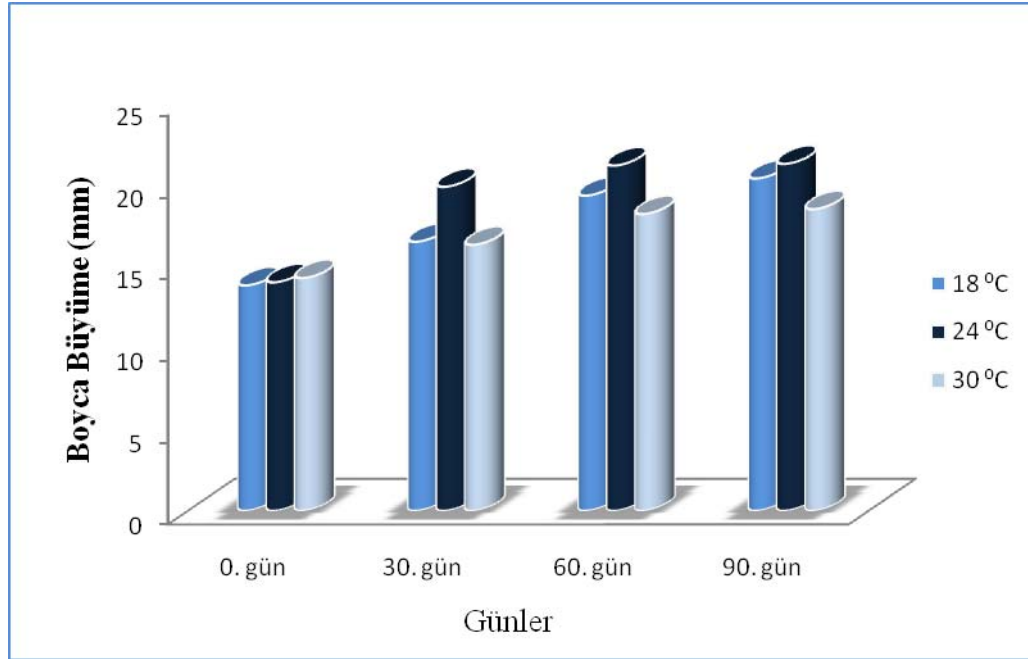
#### 4.1.2. Kerevit yavrularında boyca büyüme

Kerevit yavrularında, farklı su sıcaklıklarının boyca büyüme üzerine etkileri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda, farklı su sıcaklıklarının canlı ağırlık artışı üzerinde olduğu gibi boyca büyüme üzerinde de etkili olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Yine canlı ağırlık artışına paralel olarak, en yüksek boyca büyüme  $21,20 \pm 0,40$  mm olmak üzere  $24^\circ\text{C}$  su sıcaklığı olan grupta sağlanmışken, en düşük boyca büyüme ise  $18,43 \pm 0,00$  mm olarak  $30^\circ\text{C}$  su sıcaklığı olan grupta belirlenmiştir. Gruplardaki diğer boyca büyümeler Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Kerevit yavrularında boyca büyüme (mm), ( $\bar{X} \pm SE$ )

Günler	Deneme Grupları		
	18 °C	24 °C	30 °C
0. gün	13,77±0,09 <sup>d</sup>	13,96±0,09 <sup>d</sup>	14,22±0,11 <sup>d</sup>
30. gün	16,44±0,20 <sup>bcd</sup>	19,80±1,59 <sup>ab</sup>	16,25±0,36 <sup>cd</sup>
60. gün	19,26±0,27 <sup>abc</sup>	21,10±1,21 <sup>a</sup>	18,13±0,74 <sup>abc</sup>
90. gün	20,31±0,19 <sup>a</sup>	21,20±0,40 <sup>a</sup>	18,43±0,00 <sup>abc</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.2. Kerevit yavrularındaki boyca büyüme (mm)

#### 4.1.3. Spesifik büyüme oranı (SBO)

Deneme süresince yapılan biyometrik ölçümler doğrultusunda kerevitlerin spesifik büyüme oranları hesaplanarak Çizelge 4.3.'te gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda su sıcaklıklarının yavruların spesifik büyüme oranı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). En yüksek spesifik büyüme oranı 1,275 olarak

24°C su sıcaklığı olan grupta sağlanmışken, en düşük spesifik büyüme oranı ise 0,984 olarak 30°C su sıcaklığı olan grupta belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Spesifik büyüme oranı ( $\bar{X} \pm SE$ )

Deneme Grupları	SBO
18 °C	1,246±0,051 <sup>a</sup>
24 °C	1,275±0,037 <sup>a</sup>
30 °C	0,984±0,087 <sup>b</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır (P<0,05).

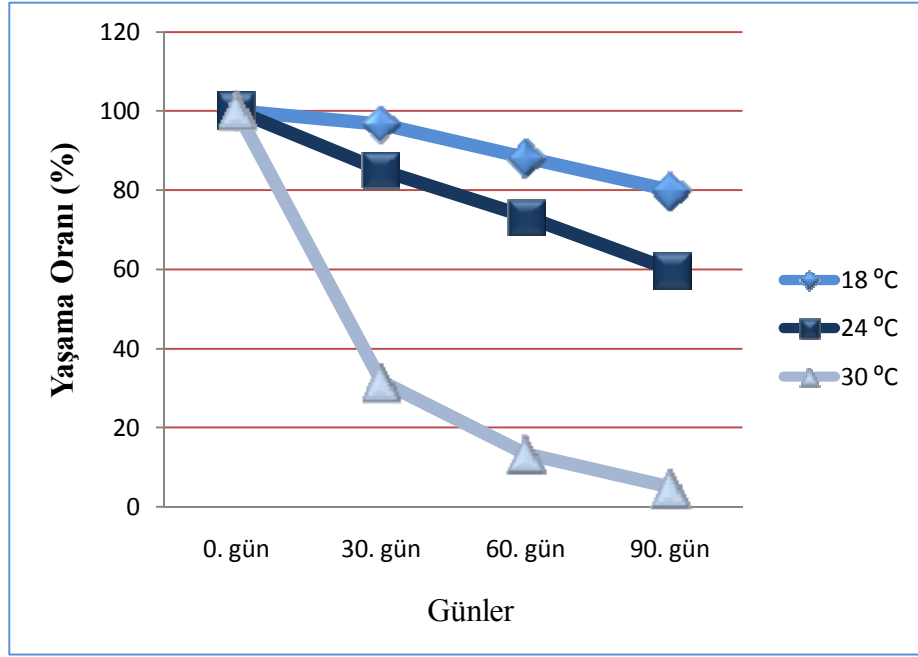
#### 4.1.4. Yaşama oranı

Farklı su sıcaklıklarının yavruların yaşama oranı üzerine etkileri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda su sıcaklıklarının yavruların yaşama oranları üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (p<0.05). En yüksek yaşama oranı %80,00 olarak 18°C su sıcaklığı olan grupta sağlanmışken, en düşük yaşama oranı ise %5,00 ile 30°C su sıcaklığı olan grupta belirlenmiştir. Diğer gruplarının yaşama oranları da Şekil 4.3.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Yavruların yaşama oranları (%), ( $\bar{X} \pm SE$ )

Günler	Deneme Grupları		
	18 °C	24 °C	30 °C
0. gün	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>
30. gün	96,67±1,67 <sup>ab</sup>	85,00±0,00 <sup>c</sup>	31,67±8,82 <sup>f</sup>
60. gün	88,33±4,41 <sup>bc</sup>	73,33±4,41 <sup>d</sup>	13,33±4,41 <sup>g</sup>
90. gün	80,00±2,89 <sup>cd</sup>	60,00±2,89 <sup>e</sup>	5,00±0,00 <sup>g</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır (P<0,05).



Şekil 4.3. Yavruların yaşama oranları (%)

#### 4.1.5. Kabuk değiştirme oranı

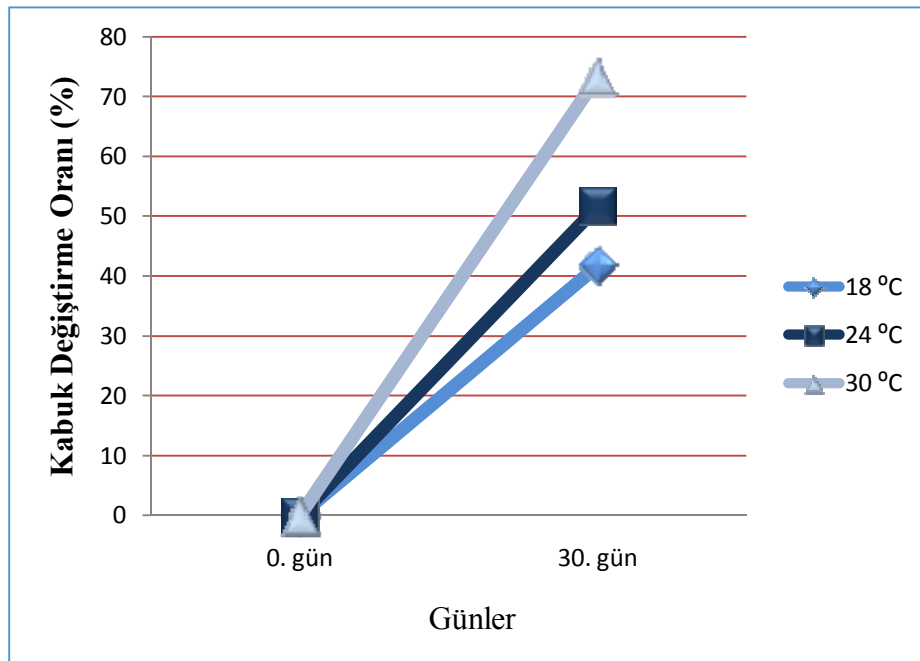
Kabuk değiştirme oranı akvaryumlardan alınan toplam kabuk sayısının ve akvaryumdaki kerevit sayısına oranı (%) olarak verilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda su sıcaklığının yavrulardaki kabuk değişim oranı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Ölümlere bağlı olarak akvaryumlardaki birey sayısı sürekli değiştiğinden toplam deneme süresini temsil edecek bir değerlendirme yapılamamıştır. Bu sebeple kabuk değişim oranı ilk 30 gün boyunca takip edilmiştir ve Çizelge 4.5.'te gösterilmiştir. Bu 30 günlük periyot sonucu yapılan değerlendirmeye göre en yüksek kabuk değişim oranı %73,33 olarak 30°C su sıcaklığına sahip grupta sağlanmışken, en düşük kabuk değişim sıklığı %41,67 olarak 18°C su sıcaklığına sahip olan grupta belirlenmiştir. Gruplardaki kabuk değişim oranları Şekil 4.4.'te gösterilmiştir.



Çizelge 4.5. Yavruların ilk 30 günlük kabuk değiştirme oranları (%), ( $\bar{X} \pm SE$ )

Günler	Deneme Grupları		
	18 °C	24 °C	30 °C
0. gün	0,00±0,00 <sup>c</sup>	0,00±0,00 <sup>c</sup>	0,00±0,00 <sup>c</sup>
30. gün	41,67±6,01 <sup>b</sup>	51,67±3,33 <sup>b</sup>	73,33±13,02 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır (p<0,05).



Şekil 4.4. Yavruların ilk 30 gündeki kabuk değiştirme oranları (%)

## 4.2. Kalsiyum Denemesi Sonuçları

### 4.2.1. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı

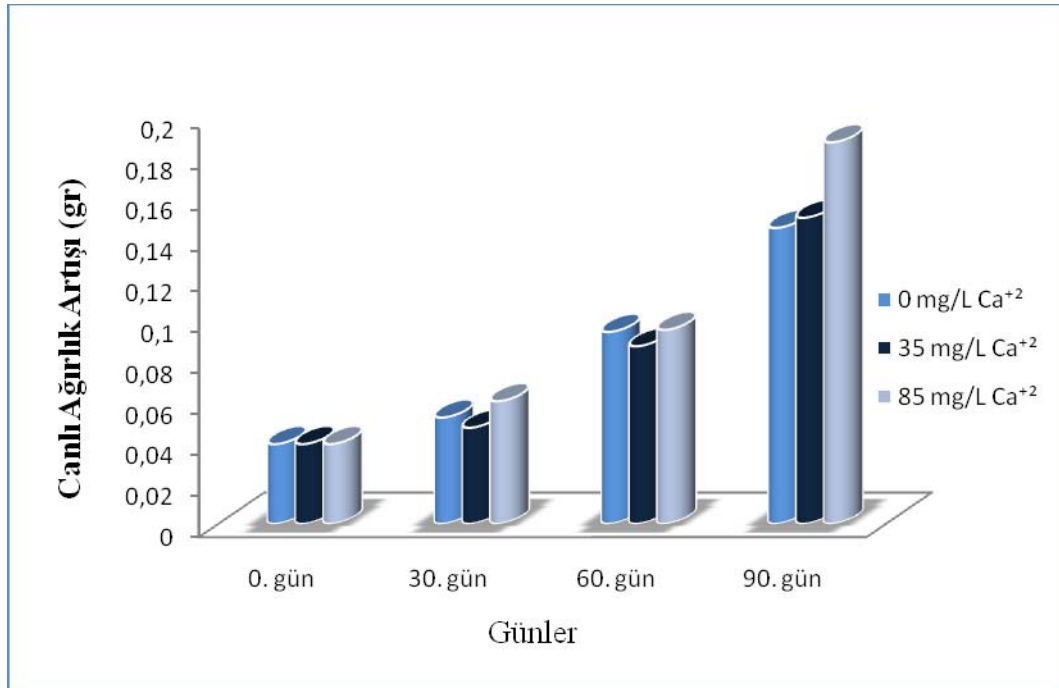
Sudaki farklı kalsiyum konsantrasyonlarının kerevit yavrularındaki canlı ağırlık artışı üzerine etkileri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda, farklı kalsiyum konsantrasyonlarının yavrulardaki canlı ağırlık artışı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (p<0.05). En yüksek canlı ağırlık artışı

0,187±0,011 g olmak üzere kalsiyum konsantrasyonu 85 mg/L olan grupta sağlanmışken, en düşük canlı ağırlık artışı ise 0,145±0,009 g olarak kalsiyum konsantrasyonu 0 mg/L olan grupta belirlenmiştir. Gruplardaki diğer canlı ağırlık artışları Şekil 4.5.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Kerevit yavrularında canlı ağırlık artışı (g), ( $\bar{X} \pm SE$ )

Günler	Deneme Grupları		
	0 mg/L Ca <sup>+2</sup>	35 mg/L Ca <sup>+2</sup>	85 mg/L Ca <sup>+2</sup>
0. gün	0,039±0,000 <sup>e</sup>	0,039±0,000 <sup>e</sup>	0,039±0,000 <sup>e</sup>
30. gün	0,052±0,002 <sup>de</sup>	0,047±0,002 <sup>de</sup>	0,060±0,010 <sup>d</sup>
60. gün	0,094±0,006 <sup>c</sup>	0,087±0,006 <sup>c</sup>	0,095±0,004 <sup>c</sup>
90. gün	0,145±0,009 <sup>b</sup>	0,150±0,007 <sup>b</sup>	0,187±0,011 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır (p<0,05).



Şekil 4.5. Kerevit yavrularındaki canlı ağırlık artışı (g)

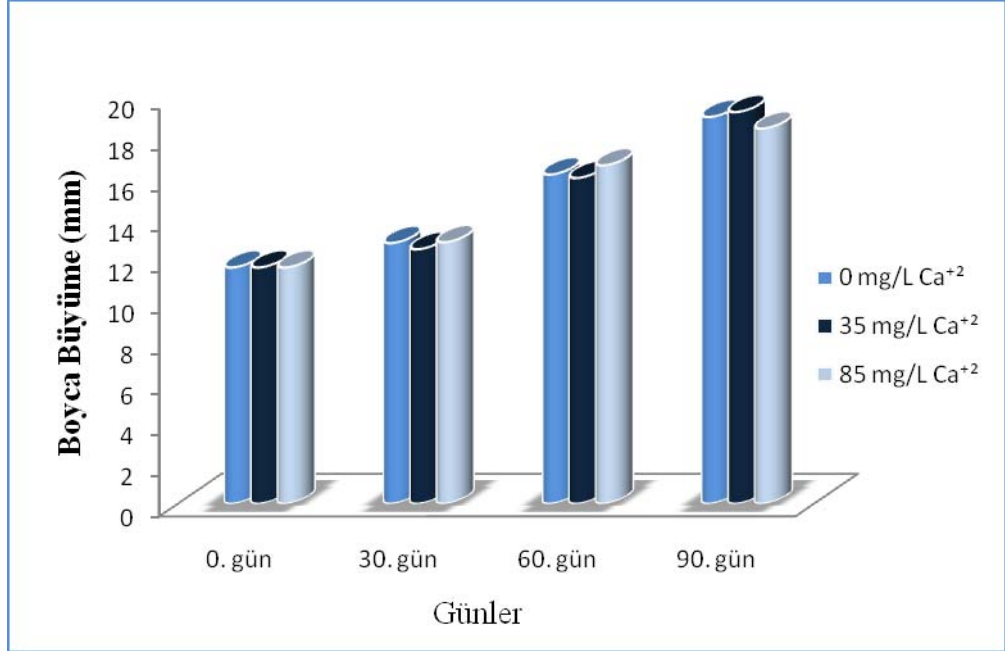
#### 4.2.2. Kerevit yavrularında boyca büyüme

Kerevit yavrularında farklı kalsiyum konsantrasyonlarının, boyca büyüme üzerine etkileri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda, sudaki farklı kalsiyum konsantrasyonlarının boyca büyüme üzerinde de etkili olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Canlı ağırlık artışına paralel olarak, en yüksek boyca büyüme  $20,55\pm0,13$  mm olmak üzere kalsiyum konsantrasyonu 85 mg/L olan grupta sağlanmışken, en düşük boyca büyüme ise  $19,00\pm0,35$  mm olarak kalsiyum konsantrasyonu 0 mg/L olan grupta belirlenmiştir. Gruplardaki diğer boyca büyümler Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Kerevit yavrularında boyca büyüme (mm), ( $\bar{X}\pm SE$ )

Günler	Deneme Grupları		
	0 mg/lt Ca <sup>+2</sup>	35 mg/lt Ca <sup>+2</sup>	85 mg/lt Ca <sup>+2</sup>
0. gün	11,60±0,00 <sup>f</sup>	11,60±0,00 <sup>f</sup>	11,60±0,00 <sup>f</sup>
30. gün	12,80±0,18 <sup>e</sup>	12,50±0,17 <sup>e</sup>	12,84±0,09 <sup>e</sup>
60. gün	16,17±0,39 <sup>cd</sup>	16,00±0,33 <sup>d</sup>	16,62±0,25 <sup>c</sup>
90. gün	19,00±0,35 <sup>b</sup>	19,24±0,40 <sup>b</sup>	20,55±0,13 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.6. Kerevit yavrularındaki boyca büyüme (mm)

#### 4.2.3. Spesifik büyüme oranı (SBO)

Deneme süresince yapılan biyometrik ölçümler doğrultusunda kerevitlerin spesifik büyüme oranları hesaplanarak Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda farklı kalsiyum konsantrasyonlarının yavruların spesifik büyüme oranı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). En yüksek spesifik büyüme oranı 1,728 olarak kalsiyum konsantrasyonu 85 mg/L olan grupta sağlanmışken, en düşük spesifik büyüme oranı ise 1,457 olarak kalsiyum konsantrasyonu 0 mg/L su sıcaklığı olan grupta belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Spesifik büyüme oranı ( $\bar{X} \pm SE$ )

Deneme Grupları	SBO
0 mg/L Ca <sup>2+</sup>	1,457±0,045 <sup>b</sup>
35 mg/L Ca <sup>2+</sup>	1,482±0,065 <sup>b</sup>
85 mg/L Ca <sup>2+</sup>	1,728±0,057 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır ( $P < 0,05$ ).

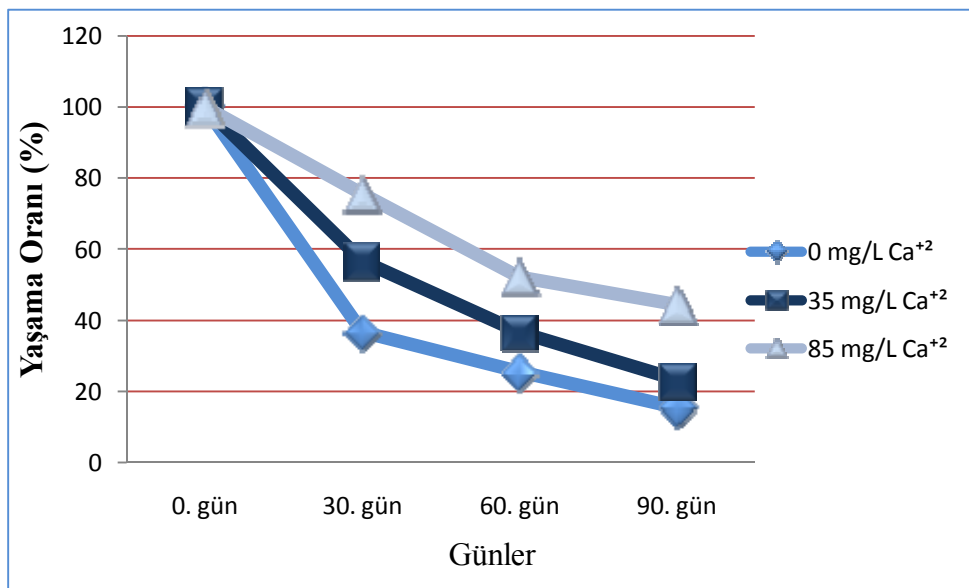
#### 4.2.4. Yaşama oranı

Sudaki farklı kalsiyum konsantrasyonlarının yavruların yaşama oranı üzerine etkileri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda sudaki farklı kalsiyum konsantrasyonlarının yavruların yaşama oranları üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). En yüksek yaşama oranı %44,44 olarak kalsiyum konsantrasyonu 85 mg/L olan grupta sağlanmışken, en düşük yaşama oranı ise %15,55 ile kalsiyum konsantrasyonu 0 mg/L olan grupta belirlenmiştir. Diğer gruplarının yaşama oranları da Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Yavruların yaşama oranları (%), ( $\bar{X}\pm SE$ )

Günler	Deneme Grupları		
	0 mg/L Ca <sup>+2</sup>	35 mg/L Ca <sup>+2</sup>	85 mg/L Ca <sup>+2</sup>
0. gün	100±0,00a	100±0,00a	100±0,00a
30. gün	36,66±1,92 <sup>d</sup>	56,66±5,09 <sup>c</sup>	75,55±2,94 <sup>b</sup>
60. gün	25,55±4,84 <sup>e</sup>	36,66±1,92 <sup>d</sup>	52,22±1,11 <sup>c</sup>
90. gün	15,55±1,11 <sup>f</sup>	23,33±1,92 <sup>e</sup>	44,44±2,94 <sup>d</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır ( $P<0,05$ ).



Şekil 4.7. Yavruların yaşama oranları (%)

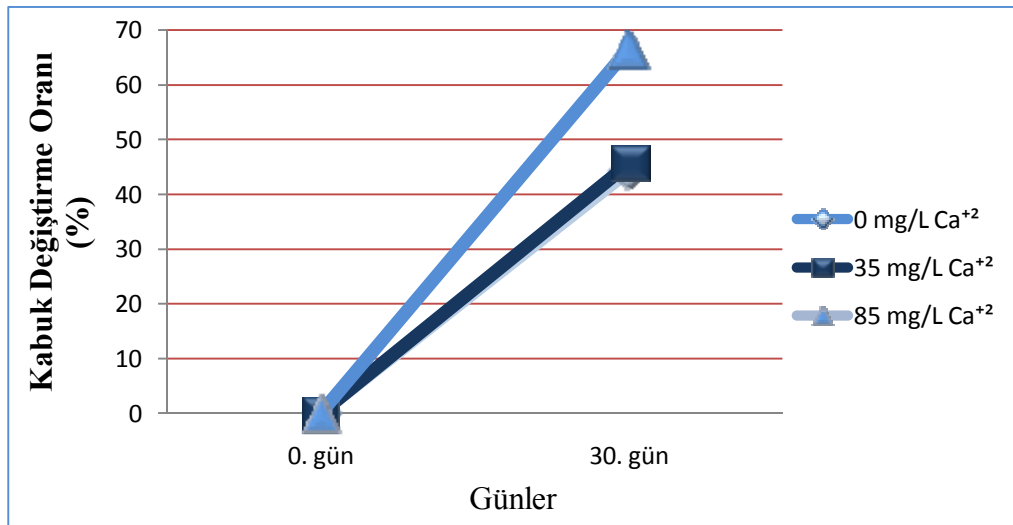
#### 4.2.5. Kabuk değiştirme oranı

Kabuk değiştirme oranı akvaryumlardan alınan toplam kabuk sayısının ve akvaryumdaki kerevit sayısına oranı (%) olarak verilmiştir. Verilerin istatistikî analizleri sonucunda farklı kalsiyum konsantrasyonlarının yavrulardaki kabuk değişim oranı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ölümlere bağlı olarak akvaryumlardaki birey sayısı sürekli değiştiğinden toplam deneme süresini temsil edecek bir değerlendirme yapılamamıştır. Bu sebeple kabuk değişim oranı ilk 30 gün boyunca takip edilmiştir ve Çizelge 4.10.'da gösterilmiştir. Bu 30 günlük periyot sonucu yapılan değerlendirmeye göre en yüksek kabuk değişim oranı %66,66 olarak kalsiyum konsantrasyonu 85 mg/L olan grupta gözlenmişken, en düşük kabuk değişim sıklığı %44,33 olarak kalsiyum konsantrasyonu 0 mg/L olan grupta belirlenmiştir. Gruplardaki kabuk değişim oranları Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Yavruların ilk 30 günlük kabuk değiştirme oranları (%), ( $\bar{X}\pm SE$ )

Günler	Deneme Grupları		
	0 mg/L Ca <sup>+2</sup>	35 mg/L Ca <sup>+2</sup>	85 mg/L Ca <sup>+2</sup>
0. gün	0,00±0,00 <sup>c</sup>	0,00±0,00 <sup>c</sup>	0,00±0,00 <sup>c</sup>
30. gün	44,33±8,39 <sup>b</sup>	45,55±4,01 <sup>b</sup>	66,66±8,82 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistikî fark vardır ( $P<0,05$ ).



Şekil 4.8. Yavruların ilk 30 gündeki kabuk değiştirme oranları (%)

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Tatlı su ıstakozlarının yavru yetiştiriciliğinde başarı elde etmek için yüksek yaşama oranı ve iyi gelişim oranına gereksinim vardır (Yue et al.,2009). Su sıcaklığı ve suyun kalsiyum konsantrasyonu yetiştiriciliği yapılan tatlı su kerevitlerinin büyüme ve yaşama oranının artırılabilmesi için anahtar niteliğindedir (Holdich, 2002). Kalsiyumun etkisi hakkında az sayıda araştırma yapılmış ve bu konuda literatür sınırlıdır. Bu çalışma ile tatlı su kerevitlerinden olan *Astacus leptodactylus*'un değişik kalsiyum konsantrasyonları ve sıcaklık rejimleri altında büyüme ve yaşama oranı performansları belirlenmesi ve kerevit yavrularında en çok ölümün gözleendiği kabuk değiştirme evresi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tatlı su ıstakozları büyüme için kabuk değiştirmek zorundadır (Hammond et al, 2006) ve kabuk değiştirmede kalsiyum birincil derecede öneme sahiptir. Kalsiyum karbonat kristalleri ( $\text{CaCO}_3$ ) eski kabuk atıldıktan sonra yeni oluşan kabuğun sertleşebilmesi için depolanmak zorundadır. Kabuklu canlılarda kalsiyum içeren yemlerin büyüme üzerindeki etkisi önemlidir. Yeni oluşan kabuğun sertleşmesi için gerekli kalsiyum diyetten çok canlının bulunduğu su ortamından alınır ve gerekli kalsiyumun %10-20 si de gastrolitten karşılanmaktadır (Yue et al., 2009).

Farklı kalsiyum konsantrasyonları kullanılarak yapılan araştırmamızda başlangıç ağırlıkları  $0,039 \pm 0,000$  g olan kerevitlerdeki canlı ağırlık artışı 90 günlük denemenin sonu göz önüne alındığında  $0,145 \pm 0,009$  g ve  $0,187 \pm 0,011$  g arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.6.). Kalsiyum konsantrasyonu yüksek olan gruptaki kerevitlerde ( $85 \text{ mg/L Ca}^{+2}$ ), kalsiyum oranı düşük olan gruptakilere ( $0 \text{ mg/L}$  ve  $35 \text{ mg/L Ca}^{+2}$ ) göre daha iyi canlı ağırlık artışı sağlanmıştır. Canlı ağırlık artışı bakımından gruplar arasındaki farklılıkların istatistikî açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Aynı deneme ortamlarında başlangıç boyları  $11,60 \pm 0,00$  mm olan kerevitlerdeki boyca büyüme değerlendirildiğinde, canlı ağırlık artışına benzer sonuçlar bulunmuştur. Yani kalsiyum konsantrasyonu yüksek olan gruptaki kerevitlerde ( $85 \text{ mg/L Ca}^{+2}$ ), kalsiyum oranı düşük olan gruptakilere ( $0 \text{ mg/L}$  ve  $35 \text{ mg/L Ca}^{+2}$ ) göre boyca büyümenin daha iyi olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.7.).

Boyca büyüme bakımından gruplar karşılaştırıldığında aralarındaki farklılıkların istatistikî açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yue et al (2009), *Procambarus clarkii* juvenillerinde fotoperiyot, pH ve suyun kalsiyum konsantrasyonunun kombine etkisini araştırmışlardır. 3 farklı ışık rejimi ve her ışık rejimi için 3 farklı kalsiyum konsantrasyonu (45.5, 65.5 ve 85.5 mg/L) kullandıkları çalışmada en iyi ağırlık kazancınının 16A:8K ışık rejiminde pH 7,8 ve 65,5 mg/L kalsiyum konsantrasyonu olan grupta, 16A:8K ve 12A:12K ışık rejimi uygulanan denemelerde 85,5 mg/L kalsiyum konsantrasyonuna sahip gruplarda ise en düşük canlı ağırlık artışı sağladıklarını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada tüm gruplarda en iyi boyca büyümenin ise 16A:8K ışık rejimi pH 7,8 ve kalsiyum konsantrasyonu 65,5 mg/L olan grupta olduğunu, bildirmişlerdir. 8A:16K ışık rejimi uygulanan denemedeki gruplar kendi aralarında değerlendirildiğinde ise en iyi canlı ağırlık artışı ve boyca büyümenin 85,5 mg/L olan grupta gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Bu bulgular ile bizim bulgularımız arasındaki farklılığın nedeni uygulanan ışık rejimi veya tür farklılığından olabilir.

Farklı kalsiyum konsantrasyonlarının uygulandığı araştırmamızda, kerevitlerdeki spesifik büyüme oranı (SBO) en düşük  $1,457\pm 0,045$  en yüksek  $1,728\pm 0,057$  olarak bulunmuş olup (Çizelge 4.8.) deneme grupları arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemlidir ( $p<0,05$ ). Hammond et al. (2006), sıcaklık ve kalsiyum konsantrasyonlarının *Paranephrops zealandicus* kerevitlerinde kabuk değişimi, büyüme ve yaşama oranları üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada sudaki kalsiyum konsantrasyonu artışlarının büyüme oranını değiştirmediğini, spesifik büyüme oranınının 0,19-0,37 ( $p>0,05$ ) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Söz konusu bulguların bizim çalışmamızdaki bulgulardan düşük olmasının nedeni tür farklılığından, stoklama farklılığından ve araştırmada daha büyük kerevit yavruları (1-6 g) kullanmış olmalarından kaynaklanabilir. Bilindiği üzere kerevitlerde büyüme kabuk tarafından sınırlandırılmaktadır bir başka ifadeyle kerevitler kabuk değiştirdikçe büyüebilmektedirler. Hayatlarının erken dönemlerinde daha sık kabuk değiştiren kerevitlerde büyüme ilerleyen dönemlere göre daha hızlı olmaktadır. Değişik düzeylerde kalsiyum içeren yemlerle beslemenin *Astacus leptodactylus*'un büyüme ve yaşama oranı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında Zahmatkesh



et al. (2007), yaptıkları çalışmada, yüksek oranda kalsiyum (%3-4) içeren yemler ile yapılan beslemede *Astacus leptodactylus*'lar da SBO oranını 0,12-0,29 olarak bildirmiştir ki bu bulgular bizim çalışmamızın sonuçlarından düşüktür. Bu farklılık yine stoklama yoğunluğu ve daha büyük kerevit yavrularının araştırmada kullanılmasından kaynaklanabilir. Ayrıca kabuk değiştirmeden önce vücutta depolanması gereken kalsiyumun, önemli bir kısmı sudan karşılanacağından kerevitlerdeki kabuk değiştirme periyodu daha hızlı gerçekleşecektir ve büyüme oranı buna paralel olarak artacaktır (Malley, 1980; Lowery, 1988; Tougbol et al., 1996; Yue et al, 2009).

Kerevitlerin yaşama oranları araştırma sonu verileri göz önüne alındığında %15,55 ve %44,44 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.9.). Denemedeki ortam suyunun içerdiği farklı kalsiyum konsantrasyonlarının kerevitlerdeki yaşama oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Kalsiyum konsantrasyonu yüksek olan gruptaki kerevitlerde yaşama oranının, kalsiyum konsantrasyonu düşük olan gruptakilere göre daha iyi olduğu gözlenmiştir. Deneme süresince (30, 60 ve 90. günlerde) yapılan ölçümlerde 85 mg/L kalsiyum konsantrasyonu uygulanan grupta yaşama oranının diğer gruplara göre hep yüksek olduğu, kalsiyum konsantrasyonu 0 mg/L uygulanan grupta ise denemenin başından sonuna kadar ölüm oranının yüksek düzeyde seyrettiği gözlenmiştir. Hammond et al. (2006), *Pranephrops zealandicus* kerevitlerinde yaptıkları çalışmada kalsiyumun konsantrasyonu 10 mg/L'nin altına düştüğünde yaşama oranının azaldığını, kalsiyum konsantrasyonu yükseldikçe kabuk değiştirme ile ilişkili ölüm oranlarının azaldığını yani yaşama oranlarının arttığını bildirmişlerdir. Yue et al. (2009), *Procambarus clarkii* için yaşama oranını %86,7 ve %73,3 olarak, Zahmatkesh et al. (2007), ise *Astacus leptodactylus*'larda yaşama oranını %40,00 ve %56,67 olarak bildirmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızdakilere göre yüksektir. Bunun nedeni araştırmalarında kullandıkları kerevitlerin, bizim çalışmamızdakine göre daha büyük olması olabilir. Bilindiği gibi kerevitlerde en çok ölüm II. dönem yavrularda olmaktadır (Diler vd., 2004). Araştırmamızda II. dönem kerevitlerin kullanıldığı düşünüldüğünde yaşama oranlarının düşük olması bu sebepten kaynaklanabilir.

Kerevitlerde yapılan diğer çalışmalarda yaşama oranı; Cilbiz (2010), *Astacus leptodactylus* türü için %48,89-77,78; Davis and Robinson (1986), *Procambarus acutus acutus* türü için %70-80; Rouse and Kahn (1998), *Cherax quadricarinatus* türü için %19-23; Verhoef et al. (1998), *Cherax destructor* türü için %50-100; McClain and Romaire (2009), *Procambarus clarkii* türü için %42,20-72,16; Claudia et al. (2004), *Procambarus llamasi* için %85,3-100; Vergara et al. (2003), *Cherax quadricarinatus* için %93,3-96,6; Jover et al. (1999), *Procambarus clarkii* türü için %18,0-62,0; Thompson et al. (2006), *Cherax quadricarinatus* türü için %60,9-70,1; Carmona-Osalde et al. (2005), *Procambarus llamasi* türü için %80-100 arasında; Royuela et al. (2007), *Pacifastacus leniusculus* türü için %11,33-82,00; Gonzales et al. (2009), *Pacifastacus leniusculus* türü için %39,13-86,33; Jussila and Evans (1998), *Cherax tenuimanus* türü için %88,9-100; olarak rapor edilmiştir. Görüldüğü üzere kerevitlerde yaşama oranı oldukça farklılık göstermektedir. Bunun nedenleri arasında; türden, yem olarak kullanılan besin materyalinden, çevresel şartlar, hastalıklar, stoklama yoğunluğu, deneme ortamındaki barınak sayısı ve barınak olarak kullanılan materyaldeki farklılıklar olabilir. Mazlum (2007), stok yoğunluğunun yaşama oranını etkilediğini ve yaptığı araştırmada yüksek stok yoğunluğunda yaşama oranını %61,0 ve düşük stok yoğunluğunda ise %85,4 olarak bildirmiştir. Bu çalışma yaşama oranı üzerinde kalsiyum konsantrasyonu kadar stoklama yoğunluğunun da ne kadar önemli olduğunu bir göstergesidir.

Kerevitlerin kanibalistik özellikleri kerevitlerin yaşama oranlarını etkileyen diğer bir unsurdur. Yetiştiricilik şartlarında kanibalizmin azaltılması stoklama yoğunluğunun asgari düzeyde tutulması ve ortamdaki barınak sayısının yeterli olması ile sağlanabilmektedir. Bizim denememizde kerevit başına yaklaşık olarak 94 cm<sup>2</sup>'lik yaşama alanı ve 2 adet barınak düşmektedir. Çalışmamızda yaşama oranlarının düşük olmasının nedeni belirlediğimiz stok yoğunluğundan (107 birey/m<sup>2</sup>) kaynaklanmış olabilir. Buna karşın bizden daha düşük stoklama yapan araştırmacıların (Vergara et al., 2003; Mazlum, 2007; Claudia et al., 2004) elde ettikleri yaşama oranı bizimkinden daha yüksektir. Jover et al.(1999) kerevit başına 70 cm<sup>2</sup>'lik alanın *Procambarus clarkii* için yetersiz olduğunu, bu stoklama yoğunluğunda kerevitlerde kanibalistik davranışların yüksek olduğunu ancak kerevit başına 250 cm<sup>2</sup>'lik alanın

söz konusu durumu engelleyerek yaşama oranını artırdığını bildirmişlerdir. Hammond et al. (2006) gerçekleştirdikleri deneme süresince meydana gelen ölümlerin kanibalizmden kaynaklanabileceğini, kabuk değiştirme sonrasında yumuşak kabuklu kerevitlerin diğer kerevitler tarafından saldırıya uğradığını ancak kalsiyum konsantrasyonunun yükselmesine paralel olarak kanibalizmin azaldığını bildirmişlerdir.

Farklı kalsiyum konsantrasyonlarının uygulandığı araştırmamızın ilk 30 günündeki kabuk değiştirme oranları %44,33 ve %66,66 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.10.). Ölümlere bağlı olarak akvaryumlardaki birey sayısı sürekli değiştiğinden toplam deneme süresini temsil edecek bir değerlendirme yapılamamıştır. Bu sebeple kabuk değişim oranı ilk 30 gün boyunca takip edilmiştir. Gruplar arasında kabuk değiştirme oranı kıyaslandığında istatistiki açıdan farklılık önemli bulunmuştur. 30 gün sonunda 0 mg/L ve 35 mg/L kalsiyum konsantrasyonu ihtiva eden gruplardaki kabuk değiştirme oranları sırasıyla %44,33 ve %45,55 olarak belirlenmiş ve bu oranlar 30. gündeki yaşama oranları ile karşılaştırıldığında kabuk değiştiren kerevitlerin büyük bir kısmının öldüğü gözlenmiştir. 85 mg/L kalsiyum konsantrasyonunda kabuk değiştirme oranının yüksek olduğu (%66,66) ve kabuk değiştiren kerevitlerin büyük kısmının hayatta kaldığı belirlenmiştir. Bunun nedeni düşük kalsiyum konsantrasyonlarında gözlenen kanibalizm (Hammond et al, 2006) ve canlının kabuğunu sertleştirebilmek için gereken kalsiyumu yeterince temin edememesi olabilir. Barki et al. (1997), yıllık yumurtlama ve kabuk değişimini incelediği *Cherax quadricarinatus*'un aylık kabuk değişim oranını %19,4 - %24,4 olarak bildirmişlerdir ki bu bulgularda bizimkilerden düşüktür. Bunun nedeni kullanılan kerevitlerin daha büyük olması ve farklı tür olmasından kaynaklanabilir.

Kerevitler üzerinde yalnızca sıcaklığın etkisini araştıran çok az çalışma vardır. Carmona-Osalde et al. (2004), farklı tatlı su ıstakozu türleri üzerinde çevresel faktörlerin etkisinin araştırıldığı birçok çalışmada 2 veya 3 değişkenin etkisi kombine olarak denendiğini, araştırmacıların sıcaklık çalışmalarını genellikle fotoperiyot, fotoperiyot ve barınak, stok yoğunluğu ve cinsiyet, besleme stratejileri ile kombine olarak uygulandığını bildirmişlerdir.

Su sıcaklığının *A. leptodactylus* yavruları üzerindeki etkisini incelediğimiz araştırmamızda, uygulanan farklı su sıcaklıklarında 90 günlük denemenin sonu göz önüne alındığında başlangıç ağırlıkları ortalama 0,064 g ve başlangıç uzunlukları ortalama 13,98 mm olan kerevitlerdeki canlı ağırlık artışı  $0,159\pm 0,000$  g ve  $0,205\pm 0,011$  g arasında (Çizelge 4.1.), kerevitlerdeki boyca büyüme ise  $18,43\pm 0,00$  mm ve  $21,20\pm 0,40$  mm arasında (Çizelge 4.2.) değişiklik göstermiştir. Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2. incelendiğinde uygulanan farklı su sıcaklıklarının hem canlı ağırlık artışı hem de boyca büyüme üzerinde etkisi olduğu, gruplar arasındaki istatistiki farklılığın önemli olduğu anlaşılmaktadır ( $p<0,05$ ). Gruplar arasında en iyi canlı ağırlık artışı ve boyca büyüme  $24^{\circ}\text{C}$ 'de gözlenmiştir. Canlı ağırlık artışı ve boyca büyümenin en düşük olduğu grup ise  $30^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığına sahip olmaktadır. Çizelge 4.1. ve 4.2.'ye bakıldığında  $30^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığı uygulanan grupta denemenin 60 ve 90 günlerinde yapılan biyometrik ölçümler karşılaştırıldığında canlı ağırlık artışı ve boyca büyüme bakımından istatistiki açıdan önemli farklılık olmaması nedeniyle ( $p<0,05$ ),  $30^{\circ}\text{C}$ 'de belirli bir periyottan sonra büyümenin baskılandığı söylenebilir. Bu durum türün yüksek su sıcaklıklarına adapte olamamasından kaynaklanabilir. Huner and Barr (1991), yaptıkları çalışmada  $32,2^{\circ}\text{C}$ 'de *P. clarkii* kerevitlerinde büyümenin baskılandığını bildirmişlerdir (Hesni et al., 2008). Yine bizim çalışmamıza benzer şekilde; Kozak et al. (2009), *Pasifastacus leniusculus* üzerinde yaptıkları araştırmada su sıcaklığının ( $14,31\pm 0,64^{\circ}\text{C}$  ve  $20,54\pm 0,69^{\circ}\text{C}$ ) kabuk değişimi ve büyüme üzerindeki etkisini çalışmışlardır. 3 aylık deneme sonunda  $20,54\pm 0,69^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında boyca ve ağırlıkça büyümenin (22,2 mm ve 259 mg),  $14,31\pm 0,64^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığındaki büyüme (18,5 mm ve 147 mg) göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Taylor (1990), yaptığı çalışmada *Procambarus spiculifer* kerevitlerinde en iyi büyümenin  $23,4\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ ' de olduğunu bildirmiştir (Hesni et al., 2008).

Farklı su sıcaklıklarının uygulandığı denemede, kerevitlerdeki spesifik büyüme oranı (SBO) en az  $0,984\pm 0,087$  en fazla  $1,275\pm 0,037$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3.).  $18^{\circ}\text{C}$  ve  $24^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığı uygulanan gruplar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsizken, spesifik büyüme oranı bakımından her iki grup ile  $30^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığı

uygulanan grup ile arasındaki farklılık istatistikî olarak önemlidir ( $p<0,05$ ). Hammond et al. (2006), sıcaklık ve kalsiyum konsantrasyonlarının *Paranephrops zealandicus* kerevitlerinde kabuk değişimi, büyüme ve yaşama oranları üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada su sıcaklığındaki artış ile spesifik büyüme oranının artırdığını, spesifik büyüme oranının 14°C’de  $0,3\pm 0,03$  ve 22°C’de  $0,57\pm 0,11$  olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularının bizim çalışmamızdaki bulgulardan düşük olmasının nedeni denemede daha büyük kerevitler (1-6 g) kullanmalarından, tür farklılığından, ve stoklama farklılığından olabilir. Kozak et al. (2009), farklı su sıcaklıklarının büyüme üzerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada *Pacifastacus leniusculus* juvenillerinde spesifik büyüme oranının 20.54±0.69°C su sıcaklığında, 14.31±0.64 °C su sıcaklığındakinden daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir.

Astacidae familyasında bulunan kerevitler 5-35°C gibi geniş sıcaklık aralıklarına adapte olabilmektedir. Yüksek su sıcaklıkları kerevitlerde kabuk değiştirme sıklığı ve metabolizma hızının artmasına neden olur. Buna paralel kanibalizm artmakta ve yaşama oranı azalmaktadır (Carmone-Osalde et al., 2006). Ayrıca yüksek su sıcaklıklarında, kerevitler daha aktif olurlar, daha fazla beslenirler ve daha fazla atık üretirler. Bunun sonucu olarak sıcaklık artışı ile doğru orantılı olarak amonyak seviyesi yükselmektedir (Hammond et al., 2006).

Farklı su sıcaklıkları uygulanan gruplardaki kerevitlerin yaşama oranları araştırmanın sonundaki veriler göz önüne alındığında %5,00 ve %80,00 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.4.). Uygulanan farklı su sıcaklıklarının kerevitlerdeki yaşama oranı üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Farklı su sıcaklıklarının uygulandığı 90 günlük deneme sonunda en yüksek yaşama oranı 18°C’de (%80,00), en düşük yaşama oranı 30 C (% 5,00) gözlenmiştir. 24°C ve 18°C’lik gruplardaki spesifik büyüme oranları kendi arasında değerlendirildiğinde istatistikî açıdan farklılık önemsizken (Çizelge 4.3.), nuaemele grupları yaşama oranı bakımından değerlendirildiğinde 2 sıcaklık grubu arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli bulunmuştur. Hesni et al. (2008), *A. leptodactylus* üzerinde yaptıkları çalışmada su sıcaklığı arttıkça yaşama oranının düştüğünü, en yüksek yaşama oranının 16°C’de, en düşük yaşama oranının ise 32°C’de (%74,1) gözlendiğini

bildirmişlerdir. 32 °C'deki yaşama oranının bizim bulgularımızdan daha yüksek olması, daha büyük boyda kerevit kullanmaları ve farklı stok yoğunluğu uygulamalarından kaynaklanabilir. Harlıoğlu (2008), *A. leptodactylus* ve *P. leniusculus* kerevitleri ile yaptığı çalışmada 2 farklı sıcaklıkta stoklama oranın yaşama oranı üzerine etkisini incelemiş, her iki türde de uygulanan tüm stok yoğunluklarında 15°C'deki yaşama oranlarının 25°C'ye göre daha yüksek seyrettiğini bildirmiştir. Aynı zamanda her iki sıcaklıkta da *A. leptodactylus*'un yaşama oranının *P. leniusculus*'a göre daha iyi olduğunu tespit etmiştir. Hammond et al. (2006), *Paranephrops zealandicus* kerevitlerinde yaptıkları çalışmada 16°C' de yaşama oranını %92, 18°C'de %63 ve 22°C'de %27,8 olduğunu bildirmişlerdir. Verhoef and Austin (1998), *Cherax destructor* ile yaptıkları çalışmada en yüksek yaşama oranı 22°C'de (%93) en düşük yaşama oranın ise 28°C'de (%57) olduğunu bildirmişlerdir. Su sıcaklığının artmasıyla kerevitlerin yaşama oranlarının azaldığı görülmüştür. Bunun nedenleri arasında; metabolizma hızı artışına bağlı olarak ortamda artan amonyak, yine metabolizma hızının artmasına paralel olarak artan kanibalizm, stoklama yoğunluğundaki farklılıklar, deneme ortamındaki barınak durumu gibi faktörler sayılabilir.

Farklı su sıcaklıklarının uygulandığı araştırmamızın ilk 30 günündeki kabuk değiştirme oranları %41,67 ve %73,33 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.5.). Ölümlere bağlı olarak akvaryumlardaki birey sayısı sürekli değiştiğinden toplam deneme süresini temsil edecek bir değerlendirme yapılamamıştır. Bu sebeple kabuk değişim oranı ilk 30 gün boyunca takip edilmiştir. Gruplar arasında kabuk değiştirme oranı kıyaslandığında istatistiki açıdan fark önemli bulunmuştur. En fazla kabuk değiştirme oranı 30°C'de, en az kabuk değiştirme oranı ise 18°C su sıcaklığı uygulanan grupta gözlenmiştir. Su sıcaklığı artışı ile kabuk değiştirme oranı doğru orantılı olarak artmıştır. Denemenin 30. gününde hesaplanan kabuk değiştirme oranları, 30. gündeki yaşama oranları (Çizelge 4.4.) ile karşılaştırıldığında kabuk değiştirme oranı yüksek olan gruplardaki yaşama oranının düşük olduğu gözlenmiştir. Bizim çalışmamıza benzer şekilde Rouse and Kartamulia (1992), *Cherax tenuimanus* kerevitlerinde yaptıkları çalışmada su sıcaklığındaki artışlar ile kabuk değiştirme sıklığının arttığını ancak yaşama oranının azaldığını bildirmişlerdir. Hammond et al

(2006), *Paranephrops zealandicus* ile yaptıkları çalışmada su sıcaklığı artışları ile iki kabuk değiştirme arasındaki sürenin kıaldığını ve 16°C'nin altındaki su sıcaklıklarında kabuk değiştirme oranının düşük olduğunu bildirmişlerdir. Hesni et al (2008), *A. leptodactylus* üzerinde yaptıkları çalışmada 20°C ve 30°C'deki kabuk değiştirme oranlarını kıyaslamışlar ve yüksek sıcaklıkta daha yüksek kabuk değiştirme oranı tespit etmişlerdir.

Kerevit yavrularının yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır, bu nedenle yetiştiricilikteki başarıyı yükseltmek için daha çok araştırma yapılması gerekmektedir (Didinen vd., 2010).

Sonuç olarak; ülkemiz su ürünleri ekonomisinde çok önemli bir yeri olan ancak son yıllarda hastalık, bilinçsiz avcılık ve diğer nedenlerle doğal stokları büyük ölçüde azalan kerevitlerin, kültür koşullarında yavru yetiştiriciliğinin yapılarak doğal kaynakların restorasyonunda kullanılması ve böylece gelecekte de varlığının korunması gerekmektedir. Yavru kerevitlerdeki büyüme oranını ve yaşama oranını artırabilmek için gerekli olan optimal çevresel şartlar belirlenmemiştir. Bu nedenle daha çok yetiştiricilik çalışmasına ihtiyaç vardır. Bu çalışma ile *A. leptodactylus* türü için yavru yetiştiriciliğinde, yaşama oranı ve büyüme oranı bakımından en uygun su sıcaklığının 18°C olduğu belirlemiştir. Özellikle II. Dönem yavrularda yaşama oranının artırılabilmesi için suyun kalsiyum konsantrasyonunun 85 mg/L'den az olmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bundan sonra yapılacak yetiştiricilik çalışmalarında daha yüksek kalsiyum konsantrasyonları kullanılarak kerevitlerdeki yaşama ve büyüme oranları daha da artırılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ackefors, H., Lindqvist, O.V., 1994. Cultivation of freshwater of crayfishes in Europe, In: Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe and Australia, families Astacidae, Cambaridae and Parastacidae, (Eds., J.V, Huner) Haworth, Binghamton, 157-216p, Newyork.
- Ackefors, H., 1998. The culture and capture crayfish fisheries in Europe. World Aqua. Soc, 29, 18-28.
- Ahearn, G.A., Mandal, P.K., Mandal, A., 2004. Calcium regulation in crustaceans during the molt cycle: a review and update. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 137, 247-257.
- Aiken, D.E., Waddy, S.L., 1987. Moulting and Growth in Crayfish: A Review. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. No:1587. Canada.
- Alderman D.J., Wickins, J.F., 1990. Crayfish culture. Ministry of Agriculture, Fisheries&Food Directorate of Fisheries Research. Laboratory Leaflet, No:62.
- Alpbaz, A., 1993. Kabuklu ve Eklembacaklılar Yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:26 , 317s, İzmir.
- Alpbaz, A., 2005. Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Alp Yayınları, 549s, İzmir.
- Anonim, 2005. Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/balikkilikdagitimapp>. Erişim Tarihi:12.09.2010
- Anonim, 2009. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri Veri Tabanı, <http://www.tuik.gov.tr/balikkilikdagitimapp>. Erişim Tarihi:05.10.2010
- Anonymous, 2002. Bringham Young University, General Crayfish Biology, <http://crayfish.byu.edu/Biology.aspx#Anatomy>. Erişim Tarihi:17.09.2010
- Anonymous, 2008. Enviport, <http://www.enviport.cz/rak-bahenni-astacus-leptod.aspx>. Erişim Tarihi:17.09.2010
- Anonymous, 2010. Anatomy of Animals. <http://universe-review.ca/I10-82-crayfish.jpg>. Erişim tarihi: 06.10.2010.
- Atay, D.,1997. Kabuklu Su Ürünleri ve Üretim Tekniği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 914, 192s, Ankara.



- Aydın, H., 1992. Farklı yemlerle beslenen kerevit (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) yavrularının büyüme oranlarının karşılaştırılması. İstanbul Üni. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 39s, İstanbul.
- Bagot, P., 1996. Turkish crayfish production. Crayfish News 19 (1), 13.
- Balık, S., 1993. Tatlı su ıstakozu yetiştiriciliği (Doktora Ders Notları). Ege Üni. Su Ürün.Fak., İzmir.
- Barki, A., Levi, T., Hulata, G., Karplus, I., 1997. Annual cycle of spawning and molting in the red-claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, under laboratory conditions. Aquaculture, 157, 239-249.
- Barradas, C., Dunel-Erb, Lignon, J., Pequeux, A., 1999. Superimposed morphofunctional study of ion regulation and respiration in single gill filaments of the crayfish *Astacus leptodactylus*. Journal of Crustacean Biology. 19:14-25.
- Bolat, Y., 2001. An estimation in the population density of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus salinus* Normdan, 1842) living in Hoyran Area of Eğirdir Lake, (in Turkish). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5 (3), 49-56.
- Carmona-Osalde, C., Rodriguez-Serna, M., Olvera-Novoa, M.A., Gutierrez-Yurrita, P.J., 2004. Gonadal development, spawning, growth and survival of the crayfish *Procambarus llamasii* at three different temperatures. Aquaculture, 232, 305-306.
- Chaisemartin, C., 1964. Importance des gastrolithes dans l'economie du calcium chez *Astacus pallipes* Lereboullet. Bilan calcique de l'exuviation. Vie Milieu 15, 457-474.
- Chockalingam, S., 1971. Studies on enzymes associated with calcification of the cuticle of the hermit crab *Clibanarius olivaceous*. Marine Biology, 10, 169-182.
- Cilbiz, M., 2010. Farklı kalsiyum içerikli yemlerle beslemenin, tatlı su ıstakozu (*astacus leptodactylus*, esch., 1823)'nun büyüme, yaşama oranı ve kabuk değişimi üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, 63s, Isparta.
- Claudia, C.O., Miguel, R.S., Angela, O.N.M., Yurrita, P.J.G., 2004. Effect of density and sex ratio on gonad development and spawning in the crayfish *Procambarus llamasii*. Aquaculture 236, 331 -339.
- Davis, D.A., Robinson, E.H., 1986. Estimation of the dietary lipid requirement level of the white crayfish *Procambarus acutus acutus*, World Aquaculture Society, 17, 37-43.

- Didinen, B.I., Ekici, S., Diler, Ö., Koca, S.B., Dulluç, A., 2010. Astacidae familyası tatlı su istakozlarının yetiştiriciliğinde yavrularda gelişim ve yaşama oranlarını etkileyen faktörler. *Journal of Fisheries Sciences*, 4(3): 216-223.
- Diler, Ö., Bolat, Y., Kuşat, M., 1999. An epidemiological study on the fungal disease of *Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842 in Eğirdir Lake (In Turkish with English summary). *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 6, 1-17.
- Diler, Ö., Diler, A., Özen, R., Kuşat, M., Altun, S., Demir, O., Kubilay, A., Bolat, Y., Gümüş, E., Işıklı, B., Aybal, N., 2004. Eğirdir gölü tatlısu istakozlarından (*Astacus leptodactylus salinus* Normdan 1842) yavru üretimi. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Proje Sonuç Raporu. DPT 2001K121150 P. Isparta.
- Fotadar, R., 1998. Nutrition of marron, *Cherax tenuimanus* (Smith), under different culture environments- a comparative study. PhD Dissertattion Muresk Instute of Agriculture, 178 pp.
- Geldiay, R., Kocataş, A., 1970. Türkiye *Astacus* (Decapoda) populasyonlarının dağılımı ve taksonomik tespiti. Ege Üni. Fen Fakültesi İlmi Raporlar Serisi, No:94.
- Gonzalez, R., Celada, J.D., Gonzalez, A., Garcia, V., Carral, J.M., Saez-Royuela, M., 2009. Stocking density for the intensive rearing of juvenile crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Astacidae), using *Artemia* nauplii to supplement a dry diet from the onset of exogenous feeding. *Aquaculture International*, 18:3, 371-378.
- Greenway, P., 1974. Total Body Calcium and Haemolymph Calcium Concentrations in the Crayfish *Austropotamobius Pallipes* (Lereboullet). *The Journal of Experimental Biology*, Volume 61, Issue 1, pages 19-26.
- Greenaway, P., 1985. Calcium balance and moulting in crustacea. *Biological Reviews*, 60:3, 425-454.
- Hammond, K.S., Hollows, J.W., Townsend, C.R., Lokman, P.M., 2006. Effects of temperature and water calcium concentration on growth, survival and moulting of freshwater crayfish, *Paranephrops zealandicus*. *Aquaculture*, 251, 271-279.
- Harlioğlu, M.M., 1999. Keban baraj gölü ağın bölgesinde yakalanan *Astacus leptodactylus*'ta mavi renk anomalisi. X.Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 349-356, Adana.
- Harlioğlu, M.M., Holdich, D.M., 2001. Meat yields in the introduced crayfish *Pasifastacus leniusculus* and *Astacus leptodactylus*, from British waters. *Aquaculture Research* 32, 411-417.

- Harlioğlu, M.M., Aksu, Ö., 2002. Kerevitlerin (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz 1823) barınak kullanımında eşeyin, birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün önemi. Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi, 19,311-317.
- Harlioğlu, M.M., 2004a. The present situation of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. Aquaculture, 230, 181– 187.
- Harlioğlu, M.M., 2004b. The harvest of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 14: 415-419.
- Harlioğlu, M.M., Barım, Ö., 2004. The effect of dietary vitamin E on the pleopodal egg and stage-1 juvenile numbers of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). Aquaculture, 236, 267-276.
- Harlioğlu, M.M., 2009. A comparison of the growth and survival of two freshwater crayfish species, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz and *Pasifastacus leniusculus* (Dana), under different temperature and density regimes. Aquacult Int, 17:31-47.
- Hesni, M.A., Shabanipour, N., Atabati, A., Bitaraf, A., 2008. Influence of eyestalk ablation and temperature on molting and mortality of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 8:219-223.
- Holdich, D.M., 2002. Biology of Freshwater Crayfish, Iowa State University Press, 702p, USA.
- Huner, J.V., Kowalczyk, J.G., Avault Jr, J.W., 1976. Calcium and magnesium levels in the intermolt(C<sub>4</sub>) carapaces of three species of freshwater crawfish (Cambaridae: Decapoda). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, Volume 55, Issue 2, Pages 183-185.
- Huner, J.V., 1989. Overview of international and domestic freshwater crayfish production. Journal of Shellfish Research, 8: 259-265.
- Huner, J.V., 1994. Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe and Australia: Families Astacidae, Cambaridae and Parastacidae, 312p, New York.
- Huner, J.V., 1995. An overview of the status of freshwater crayfish culture. Journal of Shellfish Research, 14(2), 539-543.
- Huner, J.V., 1997. Crayfish industry in North America Fisheries, 22(6): 28-32.
- James, W.A. Jr., Huner J.V., 1985. Freshwater prawns. In: Huner, J.V. & Brown, E.E. (Eds.) Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States, Avi Publishing Company, Inc, 1-54, Westport, Connecticut, USA.

- Jover, M., Carmona, J.F., Del Rio, M.C., Solee, M., 1999. Effect of feeding cooked-extruded diets, containing different levels of protein, lipid and carbohydrate on growth of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Aquaculture*, 178, 127-137.
- Jussila, J., Evans, L.H., 1998. Growth and condition of marron *Cherax tenuimanus* fed pelleted diets of different stability. *Aquaculture Nutrition* 4, 143-149.
- Kozak, P., Buric, M., Kanta, J., Kouba, A., Hamr, P., Policar, T., 2009. The effect of water temperature on the number of moults and growth of juvenile signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* Dana. *Czech J. Anim. Sci.*, 54, (6): 286–292.
- Köksal, G., 1985. Kültür koşullarında tatlısu ıstakozu (*Astacus leptodactylus salinus*) yavru yetiştiriciliği, Ege Üni. Su Ürünleri Dergisi, 7, 8, 61-71.
- Köksal, G., 1986. Tatlısu ıstakozu yetiştiriciliği ve doğal sularda stokların korunması. A. Ü. Ziraat Fak. Yay. 240-249s.
- Köksal, G., 1988. Freshwater Crayfish Biology, Management and Exploitation. *Astacus leptodactylus* in Europe (Eds. D.M. Holdich., R.S. Lowery). P 365-400.
- Köksal, G., Ölmez, M., Bekcan, S., 1992, Doğal suların restorasyonu için tatlı su ıstakozu (*Astacus leptodactylus* ESC. 1983 ) yavru yetiştiriciliği. Akd. Ü. Eğirdir Su Ürü. Y. Okulu. Su Ürünleri Müh. Derg. 3,1,75-88s.
- Kumlu, M., 2001, Karides, İstakoz, Midye Yetiştiriciliği, Çukurova Üni., Su Ürünleri Fak., No:6, Adana, 305s.
- Larimer, J.L., Riggs, A.F., 1964. Properties of hemocyanins—I. The effect of calcium ions on the oxygen equilibrium of crayfish hemocyanin. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Volume 13, Issue 1, Pages 35-46.
- Lathi, E., 1988. Calcification of the exoskeleton and gastroliths in *Astacus astacus* L. in calcium-poor water. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, Volume 91, Issue 1, Pages 171-173.
- Lee, D.O.C., Wickins, J.F. 1992. Crustacean farming. Blackwell Scientific Publications, 381p.
- Lowery, R.S., 1988. Growth, moulting and reproduction, Freshwater crayfish Biology Management and Exploitation, Croom Helm, 88-113, London.
- Malley, D.F., 1980. Decreased survival and calcium uptake by the crayfish *Orconectes virilis* in low pH. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*. 37, 364– 372

- Mazlum, Y., Yılmaz, E., 2006. Türkiye’de önemli kerevit türlerinin yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, Cilt 23, Sayı (1-2): 201-205.
- Mazlum, Y., Uzun, C., 2008. Korunak tiplerinin *Astacus leptodactylus* (Esch, 1823) kerevitlerin büyümesi, hayatta kalması ve yem değerlendirmesi üzerine etkileri, Journal of Fisheries Sciences, 2(3): 321-328.
- McClain, W.R., Romaine, R.P., 2009. Contribution of different food supplements to growth and production of red swamp crayfish. Aquaculture, 294, 93-98.
- Mills, B.J., Lake, P.S., 1976. The amount and distribution of calcium in the exoskeleton of the intermolt crayfish *Parastacoides tasmanicus* (Erichson) and *Astacopsis fluviatilis* (Gray). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, Volume 53, Issue 4, Pages 355-360
- Mizuhira, V., Ueno, M., 1983. Calcium transport mechanism in molting crayfish revealed by microanalysis. The Journal of Histochemistry and Cytochemistry, Vol. 31, No. 1A, pp.214-218.
- Olivera, J., Fabiao, A., 1998. Growth responses of juvenile red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* Girard, to several diets under controlled conditions, Aquaculture, 29,123-129.
- Payette, A.L., McGaw I.J., 2003. Thermoregulatory behavior of the crayfish *Procambarus clarkii* in a burrow environment. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 136, 539-556.
- Perez, J.R., J.M. Carral, M. Celada, M. Saez-Royuela, and A. Sierra., 1997. Current status of astaciculture production and commercial situation of crayfish in Europe. Aquaculture Europe, 22(1), 6-13.
- Reynolds, J.D., 2002. Growth and reproduction. In: Holdich, D.M. (Ed.), Biology of Freshwater Crayfish. Blackwell S, pp.152– 163, United Kingdom.cience
- Roer, R. D., 1980. Mechanisms of resorption and desposition of calcium in the carapace of the crab *Carcinus maenas*. Journal of Experimental Biology, 88, 205-218.
- Roer, R.D., Dillaman, R., 1984. The structure and calcification of the crustacean cuticle. American Zoologist, 24, 893-909.
- Rouse, D.B., Kartamulia, I., 1992. Influence of salinity and temperature on molting and survival of the Australian freshwater crayfish (*Cherax tenuimanus*). Aquaculture, Volume 105, Issue 1, Pages 47-52.
- Rouse, D.B., Kahn, B.M., 1998. Production of Australian red claw *Cherax quadricarinatus* in polyculture with Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. World Aquaculture Society, 29, 340-344.

- Royuela, M.S., Carral, J.M., Celada, J.D., Perez, J.R., Gonzalez, A., 2007. Live feed as supplement from the onset of external feeding of juvenile signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana, Astacidae) under controlled conditions. *Aquaculture*, 269, 321-327.
- Sağlamtimur, B., 2007. Türkiye'nin iç su alanlarında kerevitin önemi ve gelecekte kerevit stoklarını bekleyen tehditler. *Ulusal Su Günleri Sempozyumu 2007*, 53-61.
- Taugbøl, T., Waevagen, S.B., Linlokken, A.N., Skurdal, J., 1996. Post-molt exoskeleton mineralization in adult noble crayfish, *Astacus astacus*, in three lakes with different calcium levels. *Freshwater Crayfish* 11, 219–226.
- Thompson, K.R., Metts, L.S., Muzinic, L.A., Dasgupta, S., Webster, C.D., 2006. Effects of feeding practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, on growth, survival, body composition and processing traits of male and female Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) grown in ponds. *Aquaculture*, 12, 227-238.
- Travis, D. F., Friberg, U., 1963. The deposition of skeletal structures in the Crustacea. VI. Microradiographic studies of the exoskeleton of the crayfish *Orconectes virilis* Hagen. *Journal of Ultrastructure Research*, 9, 285-301.
- Ulikowski, D., Krzywosz, T., 2004. The impact of photoperiod and stocking density on the growth and survival of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.) larvae, *Archives of Polish Fisheries*, 12 (1): 81-86.
- Vergara, M.P.H., Rouse, D.B., Novoa, M.A.O., Davis, D.A., 2003. Effects of dietary lipid level and source on growth and proximate composition of juvenile redclaw (*Cherax quadricarinatus*) reared under semi-intensive culture conditions. *Aquaculture*, 223, 107-115.
- Verhoef, G.D., Jones, P.L., Austin, C.M., 1998. A Comparison of Natural and Artificial Diets for Juveniles of the Australian Freshwater Crayfish *Cherax destructor*. *World Aquaculture Society*, 29, 243-248.
- Wheatly, M.G., Ayers, J., 1995. Scaling of calcium, inorganic contents and organic contents to body mass during the moulting cycle of the fresh-water crayfish *Procambarus clarkia* (Girard). *Journal of Crustacean Biology*, 15, 409-417.
- Wheatly, M.G., Gannon A.T., 1995. Ion regulation in crayfish: freshwater adaptations and the problem of moulting. *American Zoologist*, 35: 49-59.
- Wheatly, M.G., 1999. Calcium homeostasis in crustacea: the evolving role of branchial, renal, digestive and hypodermal epithelia. *Journal of Experimental Zoology*, 283: 620-640.

- Wilder, M.N., Huong, D.T.T., Jasmani, S., Jayasankar, V., Koneko, T., Aida, K., Hatta, T., Nemoto, S., Wigginton, A., 2009. Hemolymph osmolality, ion concentrations and calcium in the structural organization of the cuticle of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: Changes with the molt cycle. *Aquaculture* 292, 104-110.
- Yazıcıoğlu, B., 2010. Kerevitlerde kabuk değişimi: Anatomisi, fizyolojisi ve kabuk değişimini etkileyen faktörler, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fak., Yüksel Lisans Semineri, 43s, Isparta.
- Yue C. F., Wang T. T., Wang Y. F., Peng Y., 2009. Effect of combined photoperiod, water calcium concentration and pH on survival, growth, and moulting of juvenile crayfish (*Procambarus clarkii*) cultured under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, 40, 1243-1250.
- Zahmatkesh, A., Poorreza, J., Abedian, A., Shariatmadari, F., Valipour, A., Karimzadeh, K., 2007. Effect of Different Levels of Calcium on Growth Criteria and Survival of Freshwater Crayfish, *Astacus leptodactylus*, *Journal of Science and Technology Agriculture and Natural Resources*, 11:40(B), 385-397.
- Zanotto, F.P., Wheatly, M.G., 2003. Calcium balance in crustaceans: nutritional aspects of physiological regulation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 133, 645-660.

## ÖZGEÇMİŞ



Adı ve Soyadı : Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU

Doğum Yeri ve Yılı : İnebolu-1983

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Kılıçarslan Lisesi, 1997-2000

Lisans : SDÜ, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, 2001-2005

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği  
2008-Devam Ediyor

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Yayımları (SCI ve diğer makaleler) :