

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN TATLISU
İSTAKOZU (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) RASYONUNA
FARKLI ORANLARDA İLAVE EDİLEN VİTAMİN E'NİN
ETKİLERİ**

Özden BARIM ÖZ

**DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI**

ELAZIĞ, 2005
T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN TATLISU İSTAKOZU
(*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) RASYONUNA FARKLI
ORANLARDA İLAVE EDİLEN VİTAMİN E'NİN ETKİLERİ

Özden BARIM ÖZ

DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu teztarihinde, aşağıda belirtilen juri tarafından oybirliği/ oyçokluğu ile başarılı/ başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Muzaffer HARLIOĞLU

Üye:

Üye

Üye:

Üye

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	III
TABLolar LİSTESİ.....	IV
KISALTMALAR LİSTESİ.....	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1 Krustaselerde Beslenme Fizyolojisi.....	6
1.1.1.Krustaselerde Sindirim Enzimleri ve Salgıları.....	8
1.1.2. Hepatopankreas.....	9
1.2. Krustaselerde Büyüme.....	10
1.3. Krustaselerde Üreme.....	12
1.4. Krustaselerde Besin Maddeleri ve İhtiyaç Düzeylerine Yönelik Yapılan Besleme Çalışmaları.....	13
1.5. Serbest Radikaller.....	17
1.5.1. Serbest Radikallerin Membran Lipidleri Üzerine Etkileri...	17
1.5.1.1. Lipid Peroksidasyon Aşamaları.....	18
1.5.1.1.1. Başlangıç Aşaması.....	18
1.5.1.1.2. Zincir Aşaması.....	18
1.5.1.1.3. Zincir Uzamasının Durması ve İkincil Ürünlerin Oluşması....	19
1.6. Antioksidanlar.....	19
1.6.1. E Vitamini.....	19
1.6.1.1. E Vitamininin Özellikleri ve Kimyasal Yapıları.....	20
1.6.1.2. E Vitamininin Bulunduğu Yerler.....	21
1.6.1.3. E Vitamininin Fizyolojik Fonksiyonları.....	22
1.6.1.4. E Vitamininin Emilimi, Taşınması, Depolanması ve Atılımı.....	23
1.6.1.5. Krustaselerin E Vitamini İhtiyaç Düzeyleri ve Bunlara Yönelik Yapılan Besleme Çalışmaları.....	25
1.7. Su Kalitesi.....	27
2. MATERYAL VE METOT	29
2.1. Materyal.....	29
2.1.1. Araştırma Yeri ve alanı.....	29
2.1.2. Araştırma Süresi.....	29
2.1.3. Tatlı Su İstakozu Materyali.....	29
2.1.4. Yem Materyali.....	31
2.1.5. Araştırma Rasyonları.....	32
2.1.6. Araştırma Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	34
2.1.7. Diğer Araç ve Gereçler.....	34
2.2. Metod.....	34
2.2.1. Araştırmanın Planlanması ve Kurulması.....	34
2.2.2. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması.....	36
2.2.3. Araştırma Rasyonlarının pH ve Suda Çözünürlük Sürelerinin Tespiti.....	36
2.2.4. Kaynak Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti.....	36
2.2.5. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması.....	36
2.2.5.1. Kerevitlerin Canlı Ağırlık Artışı (Ortalama Ağırlık Artışı) OAA.....	37
2.2.5.2. Oransal Büyüme (Relatif Büyüme) OB.....	37
2.2.5.3. Spesifik Büyüme Oranı (Günlük Yüzde Ağırlık Artışı) SBO.....	37
2.2.5.4. Kondisyon Faktörü.....	37
2.2.5.5. Canlı Ağırlığa Göre Günlük Yem Tüketimi (%CAGYT).....	38
2.2.5.6. Yem Dönüşüm Oranı (YDO).....	38
2.2.5.7. Yem Etkinlik Oranı (YEO).....	38

2.2.5.8. Protein Etkinlik Oranı (PEO).....	39
2.2.5.9. Yaşama Oranı (YO).....	39
2.2.5.10. Hepatosomatik İndeks (HSİ).....	39
2.2.5.11. Abdomendeki Yumurta Sayısı, Yumurta Çapı ve I. Devre Yavru Sayısı....	39
2.2.5.12. Doku E vitamini Tayini.....	40
2.2.5.13. Doku Lipid Peroksidasyon Tayini.....	40
2.2.5.14. Verilerin Değerlendirilmesi.....	40
3. BULGULAR	41
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	58
KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. <i>Astacus leptodactylus</i> 'un dorsal görünümü.....	1
Şekil 1.6.1.1. E vitamininin kimyasal yapısı.....	21
Şekil 2.1.3.1. Tatlısu istakozlarının yakalandığı Keban Baraj Gölü Ağın yöresi.....	30
Şekil 3.1. Yumurtalı kerevit.....	52
Şekil 3.2. I. devre yavru taşıyan kerevit.....	52

TABLÖLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Türkiye’den 1991-1998 yılları arasında ihraç edilen <i>A. leptodactylus</i> ’un miktarı ve ticari değeri	2
Tablo 1.3.1. Bazı kerevit türlerinin abdomenlerindeki ortalama yumurta sayısı.....	13
Tablo 1.6.1.2.1. Tatlı su istakozu beslenmesinde kullanılan bazı yem maddelerindeki ortalama E vitamini (IU/kg) miktarı.....	21
Tablo 2.1.3.1. Araştırma gruplarındaki erkek ve dişi bireylerin başlangıç ortalama total boyları (TB, cm), ortalama ağırlıkları (W, g) ve ortalama kondisyon faktörleri (C) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma’yı göstermektedir).....	31
Tablo 2.1.4.1. Araştırma rasyonlarında kullanılan yem maddelerinin ham besin madde içeriği...	32
Tablo 2.1.5.1. Araştırma rasyonlarının yapısına giren yem maddelerinin bileşimi ve ilave edilen E vitamini düzeyleri (%).....	33
Tablo 2.1.5.2. Araştırma rasyonlarının ham besin madde düzeyleri (%).....	33
Tablo 2.1.5.3. Rasyonların toplam enerji, protein/enerji düzeyi, suda çözünme süresi, pH’sı, peletin çapı ve boyuna ait değerler.....	33
Tablo 2.1.6.1. Araştırma suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	34
Tablo 2.2.1.1. Araştırmanın yapıldığı havuzların aylık ortalama sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen (mg/L) ve pH değerleri (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma’yı göstermektedir. Minimum ve maksimum değerler parantez içerisinde verilmiştir).....	35
Tablo 3.1. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre canlı ağırlıkları (g) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).....	42
Tablo 3.2. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara göre total boyları (cm) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).....	43
Tablo 3.3. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre canlı ağırlık artışları (g) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).....	44
Tablo 3.4. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre oransal büyümeleri (%) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).....	45
Tablo 3.5. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre ortalama spesifik büyüme oranları (%).....	46
Tablo 3.6. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre kondisyonları (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).....	47
Tablo 3.7. Araştırma gruplarının aylık ve canlı ağırlığa göre günlük (CAGYT) ferdi yem tüketimleri.....	48
Tablo 3.8. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları.....	48
Tablo 3.9. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara göre ortalama yem etkinlik oranları.....	49
Tablo 3.10. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara göre ortalama protein etkinlik oranları.....	49
Tablo 3.11. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre ortalama yaşama oranları (%).....	50
Tablo 3.12. Kontrol (K) ve deneme rasyonları (D ₁ , D ₂ , D ₃) ile beslenen kerevitlerin eşeylere göre ortalama hepatosomatik indeks (HSİ) değerleri (%), ortalama ağırlık (W) (g) ve ortalama total boy (TB) (cm) değerleri.....	51
Tablo 3.13. Kontrol (K) ve deneme rasyonları (D ₁ , D ₂ , D ₃) ile beslenen kerevitlerin ortalama yumurta sayıları, ortalama yumurta çapları, ortalama ağırlıkları (W) (g) ve ortalama total boyları (TB) (cm).....	54
Tablo 3.14. Kontrol (K) ve deneme rasyonları (D ₁ , D ₂ , D ₃) ile beslenen kerevitlerin ortalama yavru sayıları, ortalama ağırlıkları (W) (g) ve ortalama total boyları (TB) (cm).....	55
Tablo 3.15. Kontrol (K) ve deneme rasyonları (D ₁ , D ₂ , D ₃) ile beslenen kerevitlerin ortalama Malondialdehit (nmol/g) ve ortalama Vitamin E (µg/g) değişimi.....	57

KISALTMALAR LİSTESİ

K : Kontrol rasyonu
D₁ : Bir nolu deneme rasyonu
D₂ : İki nolu deneme rasyonu
D₃ : Üç nolu deneme rasyonu
OAA : Ortalama ağırlık artışı
OB : Oransal büyüme
SBO : Spesifik büyüme oranı
C : Kondisyon faktörü
CAGYT : Canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimi
YDO : yem dönüşüm oranı
YEO : yem etkinlik oranı
PEO : Protein etkinlik oranı
YO : Yaşama oranı
HSİ : Hepatosomatik indeks
MDA : Malondialdehit
O₂^{·-} : Süperoksit radikali
[·]OH : Hidroksil radikali
OSR : Oksijen serbest radikali
R[·] : Karbon merkezli radikal
LPO : Lipid peroksidasyon
RO[·] : Alkoksil radikali
ROO[·] : Peroksil radikali
ROOH : Hidroperoksil radikali
HDL : Yüksek yoğunluklu lipoprotein
LDL : Düşük yoğunluklu lipoprotein
VHDL : Çok yüksek yoğunluklu lipoprotein
VLDL : Çok düşük yoğunluklu lipoprotein

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN TATLISU İSTAKOZU (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) RASYONUNA FARKLI ORANLARDA İLAVE EDİLEN VİTAMİN E'NİN ETKİLERİ

Özden BARIM ÖZ

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı
2005, Sayfa:73

Bu çalışma Temmuz 2002-Ağustos 2003 tarihleri arasında yapıldı. Çalışmada, ilk olarak eşeyssel olgunluğa ulaşacak tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus*) rasyonlarına farklı oranlarda E vitamini katılmasının; tatlısu istakozunun (kerevit) aylık canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, aylık yem tüketimi, canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, yem etkinlik oranı, protein etkinlik oranı, yaşama oranı; oniki aylık süre sonunda hepatosomatik indeks, kerevit etindeki ve hepatopankreasındaki lipid peroksidasyon düzeyleri ile E vitamini değeri ve ayrıca abdominal yumurta ve I. devre yavru etkisinin ortaya konması amaçlandı.

Bu amaçla, bir kontrol (K) ve üç adet deneme (D₁, D₂, D₃) rasyonu hazırlandı. Rasyon öğeleri kontrol rasyonuna 65,83 mg/kg E vitamini katkısı sağlamaktadır. Kontrol rasyonuna 34,17 mg/kg, 84,17 mg/kg ve 134,17 mg/kg E vitamini (α -tocopherol acetat) katılarak sırasıyla D₁, D₂, ve D₃ rasyonları oluşturuldu. Çalışma üç tekrar halinde gerçekleştirildi.

Sonuç olarak, araştırmada tatlı su istakozu rasyonlarına [Kontrol (K), Deneme 1 (D₁), Deneme 2 (D₂), Deneme 3 (D₃)] farklı oranlarda E vitamini katılmasının; tatlısu istakozunun (*A. leptodactylus*) canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, günlük yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, yem etkinlik oranı, protein etkinlik oranı, yaşama oranı, hepatosomatik index değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olmadığı belirlendi ($p>0,05$). Abdominal yumurta ve I. devre yavru verimi ile kas ve hepatopankreasda en iyi E vitamini düzeyi 150 mg/kg E vitamini içeren Deneme 2 (D₂) rasyonu ile elde edilirken ($p<0,001$), kas ve hepatopankreas dokularındaki lipid peroksidasyon düzeyini önlemede 100

mg/kg E vitamininin yeterli olduğu tespit edildi. Ayrıca bu çalışmada, lipid peroksidasyonu önlemede E vitamininin yüksek dozları (150 ve 200 mg/kg) arasında fark olmadığı da bulundu.

Anahtar Kelimeler: Tatlısu istakozu, *Astacus leptodactylus*, vitamin E, büyüme performansı, lipid peroksidasyonu, abdominal yumurta, birinci devre yavru.

ABSTRACT

PhD Thesis

THE EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF VITAMIN E ADDED TO THE RATION OF FRESHWATER CRAYFISH (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) LIVING IN KEBAN DAM LAKE

Özden BARIM ÖZ

Firat University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture
2005, Page:73

This study was carried out between July 2002- August 2003. In the present study, the effects of different levels of vitamin E added to the ration of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*), which will be sexually mature first time, were investigated. The live weight gain, relative growth rate, specific growth rate, condition factor, montly food intake, daily food intake, food conversion ratio, food efficiency ratio, protein efficiency ratio and survival rate were taken montly and hepatosomatic index, the levels of lipid peroxidation and vitamin E content in the abdomen muscle and hepatopancreas of crayfish were investigated at the end of the study. In addition to these parameters, the effects of dietary vitamin E on the abdominal eggs and stage 1 juvenile numbers were also researched.

For this aim, a control (K) and there treatment (D₁, D₂, D₃) rations were prepared. The control ration constituted 65.83 mg/kg vitamin E. 34.17 mg/kg, 84.17 mg/kg and 134.17 mg/kg vitamin E (α -tocopherol acetat) were added to the control ration in order to prepare the treatment rations D₁, D₂, D₃ respectively. The study was carried out with 3 replicates for each dietary treatment.

In conclusion, it was found that the different levels of vitamin E added to the ration of crayfish did not have an impact significantly on the values of live weight gain, relative growth rate, specific growth rate, condition factor, montly food intake, daily food intake, food conversion ratio, food efficiency ratio, protein efficiency ratio, survival rate and hepatosomatic index ($p>0.05$). The best results for abdominal eggs and first stage juvenile number, and for the level of vitamin E content in the abdomen meat and hepatopancreas were obtained from the treatment 2 (D₂) containing 150 mg/kg vitamin E ($p<0.001$). On the other hand, it was found that 100 mg/kg vitamin E is enough to prevent lipid peroxidation in the muscles of abdomen

and hepatopancreas. In addition, the present study showed that there was not a significant difference between the high levels of vitamin E (150 and 200 mg/kg) in the prevention of lipid peroxidation.

Key words: Freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*, vitamin E, growth performance, lipid peroxidation, abdominal eggs, first stage, juveniles.

1. GİRİŞ

Ekonomik krustaselerden olan tatlısu istakozları (kerevit) Arthropoda (eklembacıklılar) filumunun Crustacea (kabuklular) sınıfının Decapoda (onayaklılar) takımında toplanırlar (Atay, 1997; Kumlu, 1998).

Dünya üzerinde geniş bir dağılım alanına sahip olan tatlısu istakozlarının yaklaşık 500 türü bulunmasına rağmen (Holdich ve Reeve 1988), yurdumuzda tek tür, *Astacus leptodactylus* (Şekil 1.1) doğal olarak bulunmaktadır (Alpbaz, 1993; Palaz, 1996).

Şekil 1.1. *Astacus leptodactylus*'un dorsal görünümü.

A. leptodactylus, ülkemizde kontrol altında üretilmeyip, istihsalin tümünü doğal ortamlardan avlanan kerevitler oluşturmaktadır. Tatlısu istakozunun avcılığı 1970'li yıllardan sonra yurt dışı taleplerinin artışına bağlı olarak hızla yükselmeye başlamıştır. Ülkemizde 1977 yılında 3885 ton olan istihsal, 1984 yılında 7936 tona ulaşmış ve 1991 yılında 320 tona gerilemiştir. Bir zamanlar su ürünleri ihracatının önemli bir bölümünü oluşturan tatlısu istakozu üretimindeki gerilemenin en önemli nedeni 1860 yılında İtalya'da başlayıp, 1900'lü yılların başlarında ise birçok Avrupa ülkesinde görülen kerevit vebası (*Aphanomyces astaci* Schikora)'nın 1985-1986 yıllarında ülkemiz sularında da görülmeye başlamasıdır (Aydın, 1992; Kuşat ve Bolat, 1995; Köksal, 1988; Bolat, 2001; Harlıoğlu, 2004).

Avrupa ve Amerika'da lüks bir besin maddesi olarak tüketilen tatlısu istakozunun ülkemizde turistik lokantalar hariç yenilme alışkanlığının olmaması ve pahalı olması nedeniyle

tüketimi oldukça azdır. Bu nedenle üretimin tümü hemen hemen Avrupa ve İskandinavya ülkelerine ihraç edilmekte ve ülkemiz için küçümsenemeyecek bir gelir sağlanmaktadır (Tablo 1.1) (Halver, 2002; Çubuk, 1984; Erdemli, 1984; Goddard, 1988; Bolat, 2001; Harlıoğlu, 2004).

Tablo 1.1. Türkiye’den 1991-1998 yılları arasında ihraç edilen *A. leptodactylus*’un miktarı ve ticari değeri (Bolat, 2001).

Yıl	Üretim (Ton)	İhracat miktarı (kg)		İhracat Miktarı (US \$)	
		Dondurulmuş	Canlı	Dondurulmuş	Canlı
1991	320	153.900	135.964	-	-
1992	324	157.826	188.658	1.354.364	1.519.872
1993	404	180.075	-	1.115.951	-
1994	524	113.208	332.327	646.440	1.794.140
1995	551	34.240	418.408	149.510	2.486.972
1996	850	324.218	251.015	1.973.437	1.563.581
1997	1100	395.464	342.307	1.656.309	1.468.236
1998	1500	171.699	137.987	684.401	586.461

Birçok Avrupa ülkesinde kerevit vebasının görülmesinden sonra doğal su kaynaklarının tatlısu istakozu türleri ile tekrar verimli hale getirilmesi amacıyla zarar gören populasyonların tekrar Avrupa’nın doğal kerevit türleri ile canlandırılması çalışmalarına başlanmıştır. Bu nedenle, *Astacus astacus* ve “Turkish crayfish” olarak da bilinen tatlısu istakozu türümüz *A. leptodactylus* stoklamada kullanılan en önemli tatlısu istakozu türlerinden biri olmuştur. Çünkü *A. leptodactylus* adı geçen mantar hastalığına karşı Avrupa’nın diğer doğal tatlısu istakozu türlerine göre daha dayanıklıdır. Bunun yanında büyüme ve üreme oranının yüksek olması, ortam şartlarına karşı hızlı uyum göstermesi ve lezzetinin Avrupa’da çok beğenilen tatlısu istakozu türü olan *A. astacus*’a çok benzemesi gibi özellikleri onun stoklama amacıyla kullanılmasını sağlamıştır (Ingle ve Clarke, 1989; Köksal ve diğ., 1992; Harlıoğlu, 1996).

Tatlısu istakozunun birçok ülkede sevilerek tüketilmesi nedeniyle, ekonomik değerinin her geçen gün yükselmesi, diğer taraftan bilinçsiz avlanma, sulardaki kirlenme ve son yıllarda etkili olan hastalık nedeniyle doğal stokların hızla azalması, bu ürünün verimini artırmak için tatlısu istakozu kültürünün yapılmasını zorunlu kılmıştır. Özellikle; Avrupa, Amerika ve Avustralya’da üretilen yavrularla yeni tatlısu istakozu kaynaklarının oluşturulmasına başlanılmıştır. Bunun sonucunda tatlısu istakozularının yem ve beslenmeleri ile ilgili araştırmalar da büyük önem taşımaya başlamıştır (Goddard, 1988; Aydın, 1992).

Besleme, hayatın ve diğer fizyolojik faaliyetlerin devamı için canlıya gerekli besin maddelerinin sağlanması, besinler ve canlı arasındaki karşılıklı bir etkileşimdir (Çetinkaya, 1995). Tatlısu istakozunun besleme ihtiyacı, kültür şartlarında bu canlıların üretimlerinin başlaması ile ortaya çıkmış, onun gelişmesine paralel olarak gelişmiş, hatta tatlısu istakozu beslemedeki gelişmeler ve bilgi birikimi kültür şartlarında tatlısu istakozu üretimine hız ve

yaygınlık kazandırmıştır (Goddard, 1988; Huner and Barr, 1991; Çetinkaya, 1995; Atay, 1997; Ackefors, 1998).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde ekstansif, yarı entansif ve entansif üretim sistemleri olmak üzere üç temel üretim sistemi vardır. Bunlardan entansif üretim çalışmalarında ilk basamağı besleme faaliyetleri almaktadır. Bu konuda ‘iyi besleme, iyi yetiştiriciliktir’ ilkesi dünyadaki çalışmalara önderlik etmektedir (Hoşsu ve diğ., 2001). Besleme çalışmaları, yetiştiricilikte alınan türün sadece ağırlık kazanmasına yönelik değildir. Üretim periyodu boyunca tatlısu istakozlarının tüm metabolik faaliyetlerinin düzenlenmesi, en sağlıklı ve hızlı şekilde pazarlama aşamasına getirilmesi iyi bir besleme ile sağlanabilmektedir (Goddard, 1988; Köksal, 1988; Hoşsu ve diğ., 2001).

Tatlısu istakozu yetiştiriciliği günümüzde genel olarak iki yönde gelişmektedir. Bunlardan birincisi yumurtalı dişilerden yavru üretimi, diğeri ise bu yavruların doğal sulara atılacak boya ulaşınca kadar büyütülmesidir (Berber ve Palaz, 2000; Kumlu, 1998). Kültür şartlarında üretilen ve beslenen genç yavruların stoklamada kullanılması daha uygun görülmektedir. Ergin tatlısu istakozlarıyla doğal ortamın stoklanması ucuz ve teknik açıdan kolay olmakla birlikte, ergin istakozların çevreye uyumlarının zor ve yem seçme alışkanlıklarının fazla olması gibi dezavantajları bulunmakta, ayrıca hastalık taşıyabilmeleri açısından da sakıncalı görünmektedir. Bu nedenle, doğal sulara ergin dişi ve erkek, yumurtalı dişi ve yavruların yerine ilk yazını bitirmekte olan veya bitirmiş bireylerin atılmasının uygun olduğu belirtilmektedir (Köksal ve diğ., 1992; Berber ve Palaz, 2000).

Yumurtadan yeni çıkmış yavruların doğal sulara stoklanmadan önce en az bir yazlık oluncaya kadar büyütülmesi verimi arttırmaktadır. Çünkü doğal koşullarda genel olarak ilk yaz yavruların ölüm oranı %90’ı bulmaktadır. Doğal koşullarda ölüm oranının yüksek olması da yapay koşullarda yavru üretimini gerekli kılmış ve hızlandırmıştır (Palaz, 1996). Ayrıca, diğerkrustaselerle karşılaştırıldıklarında tatlısu istakozlarının yumurta sayıları oldukça düşük miktardadır. Örnek olarak; astacid kerevitler için bu değer 50 ile 400, bir astacid türü olan *A. leptodactylus* için ise ortalama 150-400 arasında değişmektedir (Köksal, 1988; Harlıoğlu, 1996; Harlıoğlu ve Türkgülü, 2000; Skurdal ve Taugbol, 2002; Harlıoğlu ve diğ., 2004). Bu nedenle, doğal kaynakların stoklanmasında yavru tatlısu istakozlarının kontrol altında üretimleri, yavruların belli bir boya kadar büyütüldükten sonra doğal sulara bırakılması veya göletlerde pazarlanabilir büyüklüğe getirilmesi için üretim ve besleme tekniklerinin geliştirilmesi çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Diğertaraftan, kerevit vebasının ülkemizde de görülmesinden sonra, *A. leptodactylus* kontrolsüz bir şekilde birçok su kaynağına stoklanmıştır. Günümüzde ise stoklama yapılan ortamların bazılarında bu türün ekonomik olarak avcılığı yapılmaktadır (Harlıoğlu, 1999; Harlıoğlu, 2004). Bu nedenle, hem yeni oluşturulan kerevit

populasyonlarının desteklenmesinde hem de ekonomik gelir elde edemediğimiz su kaynaklarımızın kerevit ile stoklanmasında yavru üretiminin ne kadar önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır (Goddard, 1988; Köksal, 1988; Aydın, 1992; Harlıoğlu ve diğ. 2002).

Tatlısu istakozları büyüme, üreme ve diğer normal fizyolojik fonksiyonlarını yerine getirebilmek için besin maddelerine gereksinim duymaktadır. Vücuda yemle alınan besinlerin bir kısmı doku oluşumu, bir kısmı enerji üretimi, diğer bir kısmı da diğer fizyolojik fonksiyonların yürütülmesinde kullanılır. Tatlısu istakozlarının ihtiyaç duydukları besin maddeleri enerji verenler ve büyümeyi sağlayanlar (karbonhidratlar, yağ ve proteinler) ile enerji vermeyenler (vitaminler, mineraller) olarak iki gruba ayrılabilir. Suda yaşayan canlıların karada yaşayan canlılara oranla protein ihtiyaçlarının yüksek, enerji ihtiyaçlarının düşük olması, beslenme ve metabolizmanın çevre şartlarından çok fazla etkilenmesi, tatlısu istakozu beslemenin en önemli karakteristiklerini oluşturur. Doğal şartlarda genel olarak tatlısu istakozlarında vitamin ve mineral eksikliğine rastlanmadığı halde, tatlısu istakozlarının entansif kültür şartlarında, yapay yemle beslenmeleri sonucunda vitamin ve mineral eksikliğinin ortaya çıktığı bildirilmektedir (Çetinkaya, 1995; Harrison, 1997). Bu nedenle, yapay koşullarda yavru üretiminin önemli olduğu tatlısu istakozlarında üreme döneminde olan anaçların besin ihtiyaçları ve özellikle yumurta ve yavru verimini destekleyen ve arttıran maddeler oldukça önemli bir yer almaktadır (Goddard, 1988; Harlıoğlu ve diğ. 2002).

Rasyon formülasyonlarını oluşturmada yağda eriyen vitaminler içerisinde yer alan E vitamini oldukça önem taşımaktadır. Hayvanlarda E vitamininin en önemli fonksiyonu üreme ile ilgilidir. Bu nedenle E vitaminine anti-steril vitamin adı da verilir (Çetinkaya, 1995). Anti-sterilite vitamini veya tokoferol olarak da tanımlanan E vitamini, bitkisel kökenli en az sekiz tokoferolde bulunur. Bunlardan E vitamini aktivitesi en yüksek olanı α -tokoferol'dür (Sarı ve Çakmak, 1996; Lovell, 1998). Tahıl taneleri (arpa, buğday, mısır vb.) ve yapraklar zengin E vitamini kaynaklarıdır (McDonald ve diğ., 1986).

Butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole ve ethoxyquin gibi antioksidant maddeler hayvan beslemesinde yaygın bir şekilde kullanılır. Bu sentetik antioksidanlar E vitamini aktivitesi sergilerler. He ve Lawrence (1993), yaptıkları çalışmalarda BHT'nin sadece yemlerde oluşan lipid peroksidasyonu engellediğini, mitokondri ve mikrosom membranlarındaki lipid peroksidasyon üzerine herhangi bir etkinliğe sahip olmadığını belirlemiştir.

E vitamininin bilinen en önemli fonksiyonlarından biri antioksidant veya serbest radikal giderici olmasıdır. Özellikle, biyolojik sistemlerde hücre membranlarındaki fosfolipidler içerisinde oluşan doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önlemektedir (Aksakal ve diğ., 1997; Sarı ve Çakmak, 1996). E vitamini bu özelliğinden dolayı fagositik hücre membranlarının korunmasında büyük öneme sahiptir (Aksakal ve diğ., 1997). E vitamininin eksikliğinde kısırılık,

kas dejenerasyonu, karaciğerde dejenerasyon ve yağlanma, ödem, yavaş büyüme ve kötü yem değerlendirme gibi semptomlar görülür (Conklin, 1995b; Çetinkaya, 1995; Lovell, 1998; Tappel, 1998).

Vücut içerisinde E vitamini gibi antioksidanlar yetersiz olursa, ortamdaki oksidan moleküller (radikaller) hücrenin veya organizmanın yapı elemanları olan protein, lipid, karbonhidrat, nükleik asit ve enzimleri bozup zararlı etkilere yol açar. Özellikle fagositik hücrelerin tahribine neden olurlar. Doku hasarının olduğu bölgede doğal enzimlerden kaçabilmiş olan oksidan moleküller hücre veya kapillar membranlardaki lipitleri etkileyerek lipit peroksidasyonu başlatır. Az da olsa başlamış olan bu reaksiyonun artmaması için engelleyici mekanizmalar devreye girer. İşte E vitamini, bu radikalleri bloke ederek diğer zararlı reaksiyonları durdurur (Aksakal ve diğ., 1997; Lovell, 1998).

Krustaselerin besininde bulunması gerekli olan vitamin miktarı ile ilgili araştırmalar başlangıç safhasındadır. Genel olarak, ilk yapılan çalışmalarda kültür şartlarında yapılan yetiştiricilikte krustaselerin üreme performanslarını arttırmak için gerekli vitamin miktarı balık veya diğer omurgalıların üremeleri için gerekli olan vitamin miktarlarına bakılarak düzenlenmiştir.

Entansif yetiştiricilikte damızlık kerevitlerin ihtiyacı olan optimal E vitamini miktarının belirlenmesi yumurta ve yavru verimini artırmak için oldukça önemli bir yere sahiptir. Harlıoğlu ve diğ. (2002)'nin yaptıkları çalışmada *A. leptodactylus* türü kerevitlerde erginliğine ulaşmış bireylerin yemlerine ilave edilen 80, 160 mg/kg E vitamini ile abdominal yumurta sayısının arttığı belirlenmiştir. Harlıoğlu ve Barım (2004) tarafından yapılan çalışmada ise yine ergin bireylerin yemlerine ilave edilen 100 mg/kg E vitamininin *A. leptodactylus* türü kerevitlerin hem abdominal yumurta sayısı hem de I. devre yavru sayısını artırdığı bulunmuştur.

Sonuç olarak, kültür şartlarında yapılan entansif yetiştiricilikte; E vitamini eksikliğinden meydana gelebilecek sonuçların oluşmasını önlemek, üreme verimini artırmak ve besin değeri daha yüksek olan tatlısu istakozu elde etmek amacıyla rasyonlara ilave edilmesi gereken E vitamini miktarının belirlenmesinin büyük önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu (FÜBAP) 571 Nolu Proje ile desteklenmiş olan bu çalışmada, tatlısu istakozu (*A. leptodactylus*)'nun rasyonlarına (Kontrol (K), Deneme 1 (D₁), Deneme 2 (D₂), Deneme 3 (D₃)) farklı oranlarda E vitamini katılmasının; tatlısu istakozunun aylık canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, günlük yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, yem etkinlik oranı, protein etkinlik oranı, yaşama oranı; oniki aylık süre sonunda ise hepatosomatik index, abdomen ve hepatopankreasdaki lipid peroksidasyon düzeyi ile E vitamini değeri; ayrıca abdominal yumurta sayısı ve çapı ile I. devre yavru verimine etkisinin ortaya konması amaçlanmıştır.

1.1 Krustaselerde Beslenme Fizyolojisi

Kültür şartlarında yapılan yetiştiricilikte kerevit yemlerinin hazırlanmasında bitkisel ve hayvansal kökenli yem maddeleri kullanılır. Bunlar içerisinde en yaygın olanları kazein, karides unu, balık unu ve soya unudur (Huner ve diğ., 1975; D'Abramo ve diğ., 1985; Cuzon ve diğ., 1994; Chen, 1998) Protein, formüle edilen yemler içerisinde en pahalı ana ögedir. Kerevitlerin maximum büyümesi için optimum protein seviyesinin tespit edilmesi çok önemlidir. Bunun için öncelikle krustaselerin esansiyel aminoasit ihtiyaçlarının belirlenmesi gerekir (Conklin, 1995a). Krustaselerin protein ihtiyacı %25-60 arasında değişmektedir. Bu oranlar ise krustaselerin türüne, yaşam dönemine, fizyolojik duruma ve çevresel faktörlere göre düzenlenmektedir (Conklin, 1995(b); D'abramo ve Conklin, 1995; D'Abramo ve Robinson, 1989; Chen, 1998).

Toplam protein içeriği %31,7-50,5 arasında değişen yemlerle beslenen kerevitlerde (*Procambarus acutus*) en iyi sonuçlar %50,5 protein içeren yemlerde elde edilmiştir. *Pacifastacus leniusculus* türü kerevitlerin beslenmesinde kullanılan yemin içerisinde %39 protein bulunur. Bu proteinin %40'ı hayvansal kaynaklardan sağlanır. *Astacus astacus*'larda ise protein oranları %30 ve %40 olan yemlerle yapılan beslemeler sonucunda; en iyi gelişme %40 protein içeren yemlerden elde edilmiştir (D'Abramo ve diğ., 1985; Goddard, 1988). Yemlerdeki protein miktarları krustaselerin yavru dönemlerinde türler arasında değişiklik göstermektedir. Optimal protein değeri *Penaeus monodon*'larda %40, *P. merguensis*'lerde %50, *P. japonicus*'larda ise %60 olarak belirlenirken *P. monodon* türü yumurtalı karideslerde bu değer %40 olarak saptanmıştır (Cuzon ve diğ., 1994; Chen, 1998). New (1976) ve Shiau (1998) tarafından ise penaid karideslerin beslenmesinde kullanılan yemlerdeki optimal protein miktarı %30-60 olarak bulunmuştur.

Krustaseler yemlerdeki yağın yüksek seviyesine tolere etmezler. Yemlerdeki yetersiz veya fazla miktardaki yağın bu tür canlılarda azalan büyüme ve yüksek ölüm oranına sebep olduğu belirlenmiştir (D'Abramo ve Robinson, 1989; Lee and Lawrence, 1997; Chen, 1998; Jover ve diğ., 1999). Özellikle kabuk değiştirme döneminde (D₁ ve D₂ dönemlerinde) yağ asitlerinin seviyesi değişir ve yağ miktarı azalır. Bu da kabuk değiştirme esnasında ölüm oranında artmaya neden olur (New, 1976).

Yemlerdeki %10 yağ seviyesinin *Penaeus setiferus* türü karideslerin yaşaması ve büyümesini olumsuz etkilediği saptanırken, *Palaemon serratus*'un büyümesi yemlerdeki yağ seviyesi %7,5'den % 15'e kadar değişen oranlarda arttığı zaman önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. Penaid karideslerin beslenmesinde kullanılan yemlerde bulunması gereken yağ miktarı %6-7,5, en fazla ise %10 olarak belirlenmiştir (Lee and Lawrence, 1997; Shiau, 1998). *Procambarus acutus* türü kerevitlerde ise yemlerdeki yağ seviyesi %0'dan %15'e kadar

arttırıldığında %3 yağ içeren yemlerde büyümede artış olmaya başladığı, %12 ve %15 yağ içeren yemlerde ise büyümenin önemli derecede azaldığı saptanmıştır (D'Abramo ve Robinson, 1989).

Yemlere ilave edilen yağ miktarı metabolizmada antioksidan enzim sistemi üzerinde önemli etkiye sahip olduğundan özellikle dikkat edilmesi gerekir. Huang ve diğ. (1998), tilapialarda yemlere ilave edilen yağlar ile lipid peroksidasyon arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda yemlerdeki yağ miktarının kaslardaki lipid peroksidasyon üzerinde etkili olduğunu, en yüksek lipid peroksidasyonun ise sırasıyla HUFA, balık yağı ve soya yağı içeren yemlerle beslenen balık dokularında oluştuğunu belirlemişlerdir.

Besleme çalışmalarında kullanılan, kerevitlerin ihtiyaçlarına yönelik olarak hazırlanan yemler %8,5 ile %32,5 karbonhidrat ihtiva eder. Bununla birlikte beslemede kullanılacak karbonhidrat düzeyi ile ilgili yeterli çalışma günümüze kadar yapılmamıştır (D'Abramo ve diğ., 1985; Goddard, 1988; Chen, 1998).

Krustaselerin vitamin ihtiyaçları henüz tam olarak incelenmemiştir. İlk yapılan çalışmalarda, kerevit yemlerinde kullanılan vitamin ilaveleri, gerekli olan ihtiyaçtan daha ziyade, yemdeki vitamin miktarının aşırı olmasına yol açmıştır. Her ne kadar 1990 yılında penaid karideslerin kültüründe kullanılacak yemlerde, yeme bırakılması gereken vitamin miktarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmışsa da, günümüzde kabuklu canlıların yemlerinde bulunması gereken vitamin miktarının belirlenmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir (Conklin ve diğ., 1980; Goddard, 1988). İlk olarak 1970'li yıllarda kültür şartlarında *Artemia* sp. ve *Moina macrocopa*'nın vitamin ihtiyaçları araştırılarak çalışmalara başlanmıştır. Daha sonra çalışmalar penaid karideslerin ticari değerinin kanıtlanmış olmasından dolayı bu canlılar üzerinde yoğunlaştırılmıştır (Conklin, 1995b). Kerevitler tarafından laboratuvar ortamında sevilerek tüketilen *Artemia*'nın kimyasal analizleri sonucunda belirlenen vitamin oranlarına göre hazırlanan yemler yavru kerevitlerin beslenmesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Conklin ve diğ., 1980; Goddard, 1988; Conklin, 1995a).

Kültür şartlarında yapılan yetiştiricilikte; E vitamini eksikliğinden meydana gelebilecek sonuçların oluşmasını önlemek ve besin değeri daha yüksek olan kerevit elde etmek amacıyla rasyonlara ilave edilmesi gereken E vitamini miktarının belirlenmesi çok büyük önem taşımaktadır. E vitamininin özellikle antisterilite, antioksidan özelliğe sahip olması ve krustaselerin olgunlaşması için yemlerle alınmasının gerekliliği vitamin karışımından ayrı olarak yemlere ilave edilmesini gerektirmektedir (D'Abramo ve Robinson, 1989; Conklin, 1995 (a); Conklin, 1995(b); D'abramo ve Conklin, 1995). Merican ve Shim (1996) *P. monodon*'un besleme çalışmalarında yemlere % 0,3 E vitamini ilave etmiştir. Castell ve diğ. (1989) *Pandalus danae*, *P. monodon*, *P. stylirostris*, *P. vannamei*, *P. brasiliensis*, *P. setiferus*, *P. aztecus* ve

Homarus americanus'un; Celada ve diğ., (1989) *P. leniusculus*'un; D'Abramo ve diğ. (1994) ise *M. rosenbergii*'nin besleme çalışmalarında yemlere % 0,2 oranında E vitamini ilave ederken, Maguire ve Hume (1982) *Metapenaeus macleayi*'nin besleme çalışmalarında bu değeri % 0,1 olarak vermiştir. *H. americanus* türü yavru istakozların yemlerine ilave edilmesi gereken optimal vitamin karışımı %4, E vitamini ise %0,2 olarak tespit edilmiştir (Conklin ve diğ., 1980). Yapılan çalışmalarda *P. vannamei* türü karideslerin E vitamini ihtiyacı 99 mg/kg olarak belirlenirken genel olarak krustaselerin ihtiyacının 100-200 mg/kg olduğu bildirilmektedir (D'abramo and Conklin, 1995; Conklin, 1995a; Conklin, 1995b; Shiau, 1998).

Krustaseler için hazırlanan yemlere mineral madde ilave edilmesine rağmen kerevitlerde böyle bir uygulamaya gidilmemektedir. Formüle edilen yemlerin kül içeriği çeşitli karışımlardaki mineral madde miktarı bilinmemesine rağmen genel olarak yüksektir. Kalsiyum ve fosfor kerevitler için önemli bir ihtiyaçtır ve bu maddelerin az olduğu yerlerde gerekli önlemler alınmalıdır (New, 1976; Maguire ve Hume, 1982; Goddard, 1988; Shiau, 1998).

1.1.1. Krustaselerde Sindirim Enzimleri ve Salgıları

Kerevitler tarafından alınan besinlerin sindirilmesi için gerekli enzimler başlıca hepatopankreas, mide ve barsak tarafından salgılanır. Fakat bunlar içerisinde ana sindirim bezleri hepatopankreasdır (Vonk, 1960; Cuzon ve diğ., 1994; Conklin, 1995b; Chen, 1998).

Kerevitlerde sindirim esnasında, hepatopankreas ve mide bezleri seyreltik hidroklorik asit ve pepsinojen salgılayarak protein moleküllerini polipeptidlere parçalar. Polipeptidler ise karboksipeptidaz ve aminopeptidaz tarafından amino asitlere dönüştürülür. Amino asitler vücutta dolaşarak hücrelerin yapıtaşlarını oluştururlar. Bunlar büyümede ve ölen hücrelerin yenilenmesinde görev alırlar. Meydana gelen şeker gerektiğinde kullanılmak üzere hepatopankreasda glikojen şeklinde depo edilir (Goddard, 1988; Vonk, 1960; Chen, 1998).

Yağların sindirimi için gerekli olan lipaz enzimi barsak ve hepatopankreas tarafından salgılanır. Yağlar lipaz etkisi ile gliserin ve yağ asitlerine ayrılmaktadır (Vonk, 1960). Bunların emiliminin büyük bir kısmı barsakta gerçekleşir (Cuzon ve diğ., 1994). Yağ asitleri yağ dokusu ve hepatopankreasda depo edilir. Yağ dokusu iç organlarda bazende kaslarda bulunur. Fazla yağ asitleri yine şeker şekline dönüştürülerek hücrelerin solunumu sırasında enerji kaynağı olarak kullanılır (Vonk, 1960). Kerevit ve diğer krustaselerde ana lipid deposu hepatopankreastır ve burada %92'ye kadar olan lipid seviyeleri ölçülmüştür (Suprunovic ve diğ., 1983).

Karbonhidratların sindirimi amilaz enzimleri ile sağlanır. Bu enzimler hepatopankreas ve barsak tarafından salgılanır. Kerevit tarafından fazla miktarda alınan karbonhidrat glikojene dönüştürülerek hepatopankreasda depolanır ve gerektiğinde şekere dönüştürülerek solunum için gerekli enerji kaynağı olarak kullanılır (Vonk, 1960; Holdich ve Reeve, 1988).

1.1.2. Hepatopankreas

Kerevitlerde sefalotoraksda yer alan hepatopankreas üç lobdan (karapaksın ön kısmına doğru çıkıntı oluşturan iki lob ve arkaya doğru uzanan üçüncü lob) oluşur. Sindirim enzimlerinin (proteinaz, lipaz vs.) üretildiği, çeşitli sentezlerin yapıldığı ve fazla miktarda alınan besinlerin, bazı ağır metal ve kalsiyumun depolandığı yerdir. Hepatopankreas çok yönlü bir organdır. Bu organ kerevitlerin karaciğeri olarak isimlendirilir (Holdich ve Reeve, 1988; Conklin, 1995b; Chen, 1998; Vogt, 2002).

Hepatopankreas krustaselerin bulundukları fizyolojik şartların belirlenmesinde anahtar organdır. Krustaselerin hepatosomatik indeksi (HSİ), hepatopankreasdaki nem ve enerji içeriği bu canlıların yaşadığı ortamdaki populasyon yoğunluğunun, yem kaynaklarının ve su kalitesinin göstergesidir. Bu değerler canlının beslenme, kabuk değiştirme ve üreme dönemlerine bağlı olarak değişir (Jussila, 1997a; Lindøvist ve diğ. 1999). Dişi kerevitler yumurta taşıdıkları dönemde hepatopankreasın enerji rezervlerini tükettiklerinden cinsel olgunluğa erişmeyen kerevitlere oranla daha düşük hepatosomatik indekse sahiptir (Jussila, 1997b; Guoda, 1999). Hepatopankreasdaki nem ve enerji içeriği ters orantılıdır. Bu organdaki nem içeriğinin düşük olması ortamdaki besin bolluğu ve besin rekabetinin az olduğunun göstergesidir (Jussila, 1997a,b; Lindøvist ve diğ. 1999).

McRae ve Mitchhell (1996), *Cherax destructor* türü kerevitlerde minimum HSİ değerinin %3 olduğunu, üreme için bu değer %6'dan az olmaması gerektiğini ve krustaselerin beslenmesinde hepatopankreasın hayati bir organ olduğunu belirtmiştir.

Jussila (1997a), *C. tenuimanus* türü kerevitlerin bulunduğu doğal ortamda HSİ değerini %4,5-6 olarak belirlemiştir. Guoda (1999), ise buna benzer yaptığı bir çalışmada *A. astacus*, *A. leptodactylus* ve *Pacifastacus leniusculus*'un HSİ'lerini sırasıyla $4,25 \pm 0,35$, $6,33 \pm 0,84$ ve $3,95 \pm 0,17$ olarak tespit etmiştir. Ayrıca bu çalışmada en yüksek HSİ değeri (%6,3) hepatopankreasdaki nem içeriğinin en düşük olduğu kabuk değiştirme döneminden önceki dönemde olan 100 mm'den büyük kerevitlerde belirlemiştir.

1.2. Krustaselerde Büyüme

Kerevitlerin boyca büyümeleri kabuk değiştirme ile gerçekleşir. Kabuk değiştirme döneminde kerevitler gayet sessiz ve sakin olurlar. Yem almazlar ve renklerinde bir değişim olur. Genellikle birinci sene yaklaşık 6-7, ikinci sene 5, üçüncü sene 2 defa, olgunluk devresinde dişiler bir, erkekler iki defa kabuk değiştirirler (Atay, 1997).

Kerevitin dış kabuğu epicuticle ve procuticle'den meydana gelir. Procuticle; exocuticle, endocuticle ve zarımsı bir tabakadan oluşur. Melanin içeren exocuticle krustaselerde pigmentasyon tabakasıdır. Kitin içermeyen epicuticlenin yapısında çok az yağ vardır. Dış kabuğun kalınlığı ve lipoproteinlerin tabakalaşması kereviti su kaybına karşı korur. Gözenek ve salgı kanalları vücudun dışarı açılması için exoskeletonu öne-arkaya hareket ettirir. Altta kalan epitelyum ve sinir dokularının uzantıları setalara uzanır. Kabuğun yapısında kitin ve CaCO_3 gibi maddeler bulunur (Lowery, 1988; Reynolds, 2002).

Kerevitlerde kabuk değiştirme dönemleri 4'e ayrılır: Bu devrelerin gelişimi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Herp ve Bellon-Humbert, 1978; Lowery, 1988; Aiken ve Waddy, 1992; Ismael and New, 2000; Reynolds, 2002).

1-A Devresi (Postmoult): Kabuk değiştirme sürecinin yaklaşık %2'sini alır. Bu devrede yumuşak deri oluşumu başlar. Kerevitlerin kabuklarını atmaya hazırlandıkları bu devrede kalsiyum ve diğer mineral maddeler depo edilmeye (özellikle vücudun sağ kısmında) başlar.

2-B Devresi (Postmoult): A devresinde hareketli olan kerevit bu devrede hareketsizleşir. Bu devre kabuk değiştirme sürecinin yaklaşık %8'ini oluşturur. B devresi endocuticle oluşumunun başlangıcıdır. Kerevitin eski kabuğunu atması için bütün kimyasal değişimler bu devrede tamamlanır. Yeni oluşan deri parşümen gibi ince bir kağıt tabakası halindedir.

3-C Devresi (İntermoult): Kabuk değiştirme sürecinin en uzun dönemini (yaklaşık %65) alır. C devresinde endocuticle ile epidermis arasında bulunan zarımsı tabaka oluşur. İki kabuk değişimi arasındaki bu periyotda absorbe edilen su doku büyümesi ile yavaş yavaş vücuda alınır, kalsiyum ve diğer maddeler depo edilir. Bu devre kendi arasında 3'e ayrılır.

C_1 =Karapaks esnek bir yapıya sahiptir.

C_2 =Karapaks yeni oluşan deri ile tamamen kaplanır.

C_3 =Karapaks sertleşir.

4-D Devresi (Premoult): Kabuk değiştirme sürecinin yaklaşık %24'ünü oluşturur. Bu devrede kerevit gözenek kanallarını ayırarak, daha önce vücutta depolanan kalsiyum ve diğer mineral maddeleri hepatopankreas ve kanda depolar. Yeni kabuğun eski kabuğun altında oluşumu hazırlanır. Eski kabuk (apolysis) da epidermisin ayrılması belirginleşir. Epidermal hücreler büyür. D devresi kendi arasında 5'e ayrılır.

D₀= Yeni kabukda epicuticle oluşumu başlar. Gastrolit oluşumu artar.

D₁= Epiculture oluşumu tamamlanır. Gastrolit oluşumu en üst seviyeye ulaşır.

D₂= Exocuticle'nin branchiostegites salgısına ait esnek kısım oluşur. Gastrolit oluşumu en üst seviyeye ulaşır.

D₃= Branchiostegites'e ait yumuşak kenar oluşumu devam eder. Gastrolit oluşumu azalır.

D₄= Toraks ve abdomen arasında bölünme meydana gelir. Gastrolit oluşumu azalır.

5-E Devresi (Moult=Ecdysis): Bu devre kabuk değişiminin kendisidir. Aktif faz ve pasif faz olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif faz esnasında epidermal yapılar kalsiyumdan uzak tutulur, su absorbe edilerek yayılır, toraks-abdomen ve zarlardaki basınç artışı çıkıntı yapmaya başlar. Aktif faz; hidrostatik basınç karapaks ve abdomen arasındaki zar kırılacak kadar güçlü olduğu zaman başlar ve kerevit kabuk değiştirir.

Kerevitlerin büyümesi çok sayıda faktörün karmaşık, engelleyici ve teşvik edici etkileri altında gerçekleşir. Büyüme üzerinde etkili faktörler kerevit ile ilgili olanlar (kerevit türü, yaşı, cinsiyeti, fizyolojik aktivitesi, hayat dönemi ve büyüklüğü) ve çevre ile ilgili olanlar (yemin cinsi, kalitesi ve miktarı, su kalitesi unsurları) olmak üzere ikiye ayrılır. Entansif yetiştiricilikte kerevitin ihtiyacını karşılayacak yemle besleme yapılırsa daha büyük spesifik büyüme oranı elde edilebilir ve daha sık kabuk değiştirmeye büyüme hızlanabilir (Reynolds, 2002, Vogt, 2002).

Kerevitlerin boyca büyümeleri yavru dönemlerinde daha hızlıdır. Erişkin dönemlerinde kabuk değiştirmeye meydana gelen büyüme oldukça azdır (Aiken ve Waddy, 1992; Reynolds, 2002). Özellikle üreme döneminde kerevitler abdomenlerinde yumurta taşıdıklarından büyüme ve kabuk değiştirme üzerinde direkt etkiye sahiptir. Bu nedenle olgun erkek bireyler yılda iki defa kabuk değiştirirken çoğu kerevit türlerinde (astacid) dişiler bir defa kabuk değiştirirler (Aiken ve Waddy, 1992).

Krustaselerde cinsiyete bağlı olarak büyüme oranları değişebilmektedir (Köksal, 1988; Aiken ve Waddy, 1992; Harlioğlu, 1996; Lawrence ve diğ., 2000; Carmano-Osalde ve diğ., 2003). *O. propinquus*, *O. n. chaenodactylus* ve *Pacifastacus*'larda erkek ve dişilerde büyüme oranı aynı iken, *Astacus*'larda olgun erkeklerdeki büyüme dişilerin iki katından daha fazladır (Aiken ve Waddy, 1992). Lawrence ve diğ., (2000), yaptıkları çalışmada üç farklı grupta (erkek (19,3±0,2), dişi (19,1±0,4), erkek (19,2±0,3) + dişi (19,2±0,3)) erkek ve dişi bireylerin büyüme özelliklerini araştırmışlardır. *Cherax albidus* türü kerevitlerde en iyi büyümeyi erkelerde (60,6±0,6) daha sonra dişilerde (43,6±0,3), erkek+dişilerin birlikte bulunduğu havuzlarda ise yine önce erkelerde (54,4±0,6) daha sonra ise dişilerde (37,9±0,6) tespit edilmiştir. Carmona-Osalde ve diğ., (2003), tarafından yapılan benzer bir çalışmada *Procambarus ilamasi* türü kerevitlerde de erkeklerin dişilerden daha hızlı büyüdüğü belirlenmiştir.

1.3. Krustaselerde Üreme

Tatlısu istakozları, yengeçler ve diğer birçok krustaseye benzer şekilde çoğalırlar. Fakat serbest yaşayan larval devreye sahip olmayışlarıyla onlardan ayrılırlar (Lowery, 1988; Holdich, 1992).

Kerevitler ayrı eşeyli hayvanlardır. 8-9,5 cm total boyda, 3-4 yaşında (astacid türler) çiftleşme gerçekleşir. Yumurtlamak suretiyle çoğalırlar. Testis ve ovaryumlar çift olarak bulunur. Genital açıklık (gonofor), dişilerde III. çift pereopodların, erkekelerde ise V. çift pereopodların koksa denilen parçasının iç yüzeylerine açılırlar (Atay, 1997; Kumlu, 1998; Reynolds, 2002). Dişi ile erkek çiftleşir ve erkeğin spermatoforları dişinin ventral yüzeyinde depolanır. Kısa bir süre sonra yumurtalar dişi tarafından yumurtlanır ve döllenme dışarıda olur. Bu döllenme glair adı verilen mukus içerisinde gerçekleşir (Lowery, 1988; Harlıoğlu, 2000; Reynolds, 2002).

Bir astacid kerevit türü olan *A. leptodactylus* diğer Avrupa kerevit türleri gibi soğuk suda yaşayan bir türdür. Çoğalma sezonunun uzunluğu bulunduğu ortamın iklim koşullarına bağlıdır. Bu sezon sonbaharda su sıcaklığının düşmesiyle başlar. Çiftleşme Ekim-Kasım aylarında su sıcaklığı 7-12 °C iken olur. Yumurtaların kuluçka süresi kış ve ilkbahar boyunca devam eder. Yumurtalı dişiler yumurtalarını sıcak iklimlerde 5-6 ay, soğuk iklimlerde ise 6-7 hatta 8 ay taşırlar. Embriyonik gelişme doğal ortamlarda 150-210 gün hatta daha fazla sürebilir. Düşük sıcaklıklar embriyonik gelişmeyi geciktirir ve 1. devre yavru oluşumunu erteler. Yumurtaların açılmasından sonra 1. devre yavru su sıcaklığına bağlı olarak değişmekle birlikte yaklaşık 20-25 gün anne ile birlikte kalırlar. Bu süre içerisinde anneye yapışık bulunan bu yavru bir defa kabuk değiştirir ve serbest hale geçerler (II. devre yavru) (Köksal, 1988; Harlıoğlu, 2000).

Tatlısu istakozlarında yumurta verimliliği türe, bireye, beslenme ve çevresel faktörlere göre değişmekte, aynı türe ait bireylerde bile farklı boylarda, farklı sayıda yumurta sayılabilmektedir (Tablo 1.3.1.) (Harlıoğlu ve Türkgülü, 2000; Bolat, 2001; Reynolds, 2002; Harlıoğlu ve diğ. 2004).

Tablo 1.3.1. Bazı kerevit türlerinin abdomenlerindeki ortalama yumurta sayısı (Reynolds, 2002).

Tür	Karapaks uzunluğu (CL) (mm) için yumurta sayısı				
	30	35	40	45	50
Cambaridae:					
<i>Cambarus robustus</i>	70	90	-	-	-
<i>Procambarus zonangulus</i>	-	-	300	350	400
<i>Procambarus clarkii</i>	-	-	325	475	600
<i>Orconectes rusticus</i>	240	300	-	-	-
<i>Orconectes virilis</i>	-	200	300	-	-
Astacidae:					
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	-	-	-	250	270
<i>Austropotamobius pallipes</i>	-	55	75	90	-
<i>Astacus astacus</i>	-	100	150	200	233

Erdemli (1984), ortalama yumurta sayısını Eğirdir Gölü istakozlarında 148 (15-314), Beyşehir Gölü'nde 156 (15-310), Akşehir'de 149 (14-315), Eber'de 161 (15-315) ve Apa Baraj Gölü'nde 153 (16-314) olarak tespit etmiştir. Ortalama yumurta sayısına bağlı olarak tespit edilen ortalama yumurta çapları Eğirdir'de 2,49 mm, Akşehir'de 2,44 mm, Beyşehir'de 2,47 mm, Eber'de 2,43 mm ve Apa Baraj Gölü'nde 2,50 mm'dir (Bolat, 2001).

Köksal (1988), ülkemizde bulunan *A. leptodactylus*'un genel olarak 200-400 adet yumurta taşıdığını, dişilerin vücut hacmi ile ovaryum ve abdomendeki yumurta sayısı arasında pozitif bir korelasyonun olduğunu bildirmiştir.

Bolat (2001), Eğirdir Gölü Hoyran Bölgesi'ndeki *A. leptodactylus salinus* bireylerinin 2001 yılındaki ortalama yumurta sayısını $263,98 \pm 9,24$ adet, ortalama yumurta çapını ise $2,77 \pm 0,005$ mm olarak belirlemiştir.

Harlioğlu ve Türkgülü (2000), tarafından Keban Baraj Gölü'nde yapılan çalışmada dişilerin karapaks uzunluğu ile yumurta çapı arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığı, *A. leptodactylus* türü kerevitlerin ortalama yumurta çapının $2,596 \pm 0,178$ mm olduğu saptanmıştır. Harlioğlu ve diğ. (2004), tarafından aynı bölgede yapılan çalışmada dişilerin ortalama ağırlığı ve karapaks uzunluğu ile abdomendeki ortalama yumurta sayısı arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada 5 farklı karapaks uzunluğuna ait grupların ortalama yumurta sayıları sayılmıştır. Buna göre 47-76 mm karapaks uzunluğundaki kerevitlerin ortama yumurta sayısı $305,93 \pm 8,82$ adet olarak tespit edilmiştir.

1.4. Krustaselerde Besin Maddeleri ve İhtiyaç Düzeylerine Yönelik Yapılan Besleme Çalışmaları

James ve diğ. (1972), farklı oranlarda protein (%14, 23, 28, 32, 40 ve 52) içeren yemlere %0, %10 ve %20 yağ ilave ederek 26 adet farklı yemin penaid karideslerin yaşama ve büyümesi üzerine etkilerini belirledikleri çalışmada optimal protein seviyesini %28-32 olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca yağ ilave edilenlere oranla yağ ilavesi yapılmayan yemlerde daha iyi yaşama oranı saptamışlardır.

Huner (1975), %29,4 ham protein, %8,0 ham yağ içeren yemle, başlangıç ortalama ağırlığı $7,70 \pm 3,01$ g, total uzunluğu 70 mm olan $23 \pm 1^\circ\text{C}$ su sıcaklığında bulunan *Procambarus clarkii* türü kerevitleri vücut ağırlığının %3'ü ile 12 ay besleyerek ortalama ağırlık kazancını 2,90 g olarak belirlemiştir.

Verkataramiah ve diğ. (1975), farklı oranlarda protein (%40-70) ve %4,5 yağ içeren yemle başlangıç ortalama ağırlığı $0,122-0,149$ g, total uzunluğu $20,4-20,8$ mm olan %8-10 tuzlulukta $25 \pm 1^\circ\text{C}$ su sıcaklığında bulunan *Penaeus aztecus* türü karidesleri, haftalık olarak vücut ağırlığının %5,5-10'u ile 6 hafta beslemişlerdir. %40 protein içeren yemle beslenen karideslerin ortalama ağırlığı 0,400 g, ortalama total uzunluğu 23,9 mm YDO 6,3 olarak belirlenirken %70 protein içeren yemle beslenen karideslerin ortalama ağırlığı 0,150 g, ortalama total uzunluğu 14,7 mm ve YDO 18,2 olarak saptanmıştır. Ayrıca çalışma sonunda azalan protein içeriği ile YDO'nın arttığı da tespit edilmiştir.

Colvin (1976), *Penaeus indicus* türü karideslerin protein ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada başlangıç ağırlığı 0,95 g olan karidesleri %33-36 tuzlulukta, $28-30^\circ\text{C}$ su sıcaklığında 20 gün süreyle beslemiştir. %42,8 ham protein içeren yemle en iyi sonuçların alındığı grupta deneme sonu ortalama ağırlığı 3,06 g, YDO'nı 2,43, PEO'nı ise 0,96 olarak belirlemiştir.

Sedgwick (1979a), *Penaeus merguensis* türü karideslerin YDO ve PEO üzerine yemlerdeki protein ve enerji miktarının etkisini araştırmıştır. Bu amaçla, farklı oranlarda protein (%16,6-50,9) ve total enerji (1,44-4,43 kcal/g) içeren yemlerle ortalama ağırlığı $0,29-0,30$ g, %25-28 tuzlulukta, $28 \pm 1^\circ\text{C}$ su sıcaklığında bulunan yavru karidesleri doyuncaya kadar (*ad libitum*) beslemişlerdir. Optimal ham protein seviyesinin %34-42, total enerji seviyesinin 2,9-4,4 kcal/g olarak belirlendiği bu çalışmada, YDO (3,27) ve PEO (0,773) %39,5 ham protein, %8,4 ham yağ ve 4,4 kcal/g total enerji seviyesini içeren yemlerle elde etmiştir. Bu çalışmada *Penaeus merguensis* türü yavruların ortalama ağırlıkları 0,5 g dan 1,3 g'a ulaştığında SBO'nın %10,2'den %7,4'e düştüğünü saptamıştır.

Mills ve McCloud (1983), *C. destructor* türü kerevitlerde havuzlarda beslenme oranlarının etkilerini incelemişlerdir. Farklı yemleme oranları (Biyomas ağırlığının %5, %10, %15)'nin uygulandığı bu çalışmada YDO'nın artan besleme oranı ile azaldığı bunun ise yüksek besleme oranında azalan asimilasyon etkinliğinden kaynaklanabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada YDO'nın 5:1'den 12:1'e kadar değişen oranlarda olduğu tespit edilmiştir. Sedgwick (1979b), tarafından yapılan benzer bir çalışmada *Penaeus merguensis* yavrularında artan ağırlıkla YDO değerinin azaldığı belirlenmiştir.

Hajra ve diğ. (1988), farklı oranlarda protein (%45,10-46,90), yağ (%25,90-33,0) ve protein/enerji (P/E) (107,7-120,8 mg/kcal) içeren yemlerle ortalama ağırlığı 0,510 g, ortalama total uzunluğu 3,725 cm, ortalama kondüsyonu 0,99 olan ve ortalama 28°C su sıcaklığında bulunan yavru karidesleri (*P. monodon*) toplam biyomas ağırlığının % 10'u ile 21 gün beslemişlerdir. Çalışma sonucunda en iyi yem olduğu belirlenen %46,30 ham protein, %10,60 yağ ve 112,2 mg/kcal P/E içeren yemlerle beslenen yavruların ortalama ağırlığı 1,3376 g, ortalama total uzunluğu 4,872 cm, ortalama C'u 1,16, SBO %3,94, YEO 1,180, PEO ise 1,8302 olarak saptanmıştır.

Ackefors ve diğ. (1992), farklı oranlarda protein (%22,31,40), karbonhidrat (9,2-25,8), yağ (5,5-16) ve P/E (19-153 mg/kcal) oranına sahip olan 12 adet yemin *Astacus astacus* türü kerevitler tarafından değerlendirmesini araştırmışlardır. Bu çalışmada, başlangıç ortalama canlı ağırlığı 146±5 mg olan kerevitleri 18,3-19,6°C su sıcaklığında 394 gün süreyle beslemişlerdir. Bu süre sonunda %40 protein içeren yemlerle beslenen kerevitlerin her gün yaklaşık %3 canlı ağırlık artışı gösterdiğini, optimum P/E oranının 114-123 mg/kcal olduğunu ve yüksek yağ içeriğinin (%13-16) daha yavaş büyüme ve yaşama oranına sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Jussila ve Evans (1996), %33 protein, %4 yağ içeren yemle başlangıç ortalama ağırlığı 14,8±0,5 g olan ve 21,5±0,2 °C su sıcaklığında bulunan kerevitleri (*C. tenuimanus*) haftalık (haftada 1,2,3 ve 7 defa) olarak vücut ağırlığının %5'i ile 3 ay süreyle beslemişlerdir. Bu süre sonunda besinler sık olarak verildiği zaman büyümenin daha hızlı olduğu ve haftada 7 defa yemleme yapıldığında SBO'nın 0,50±0,04'e ulaştığı belirlenmiştir.

Meade ve Watts (1996), farklı oranlarda protein (%30-41) ve yağ (%5-10) içeren üç farklı yemin *Cherax quadricarinatus* türü kerevitler tarafından değerlendirilmesini araştırmışlardır. On hafta süren çalışma sonunda en iyi sonuçlar % 30 protein ve %10 yağ içeren yemle elde edilmiştir. Başlangıç ağırlığı 10±1 mg olan ve 27±1°C su sıcaklığında bulunan kerevitlerin bu süre sonunda 569±35 mg ağırlığa ulaştıkları ve kabuk değiştirme sıklığının diğer yemlere oranla daha çabuk olduğu tespit edilmiştir.

Barki ve diğ. (1997), *C. quadricarinatus*'un yaşaması ve büyümesi üzerine besinlerin oransal dağılımının etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla yavru kerevitler günde 4 defa ve bir

defa, yemler tüm akvaryum yüzeyine dağıtılarak veya belirli bir bölgeye yığın halinde bırakılarak beslenmiştir. Çalışma sonunda günlük olarak verilen ve akvaryuma dağıtılan besinlerin daha iyi gelişme sağladığı belirlenmiştir.

Jussila (1997b), %30 protein, %10 yağ içeren yemle *C. tenuimanus* (11,5±0,3 g) türü kerevitleri, %48 protein, %22 yağ içeren yemle *A. astacus* (21,2±0,5 g) ve *Pasifastacus leniusculus* (31,5±0,9 g) türü kerevitleri 22-24 °C su sıcaklığında haftalık olarak vücut ağırlıklarının %6-10'u ile 125-182 gün besleyerek büyüme performanslarını ve HSI'lerini incelemiştir. Çalışma sonunda spesifik büyüme oranı sırasıyla %0,4-0,7, %0,1-0,2, %0,1 olarak belirlenirken HSI'in %5,1-5,9, %4,6-4,8, %4,0 olduğu bulunmuştur.

Fotadar ve diğ. (1997), %25,57 ham protein, % 0,28, %6,28 ve %12,28 yağ içeren üç farklı yemle başlangıç ortalama ağırlığı 1,99±0,09 g olan ve 18,5±1,0 °C su sıcaklığında bulunan kerevitleri (*C. tenuimanus*) 108 gün süreyle beslemişlerdir. Bu süre sonunda kerevitlerin deneme sonu ortalama canlı ağırlığını % 0,28, %6,28 ve %12,28 yağ içeren yemler için sırasıyla 6,34±0,72 g, 5,03±0,55 g, 3,54±0,27 g SBO'larını 1,07±0,06, 0,82±0,07, 0,61±0,09 olarak tespit ederek kerevitlerin yemlerine ilave edilen yüksek orandaki yağların büyümede yavaşlama meydana getireceğini belirtmişlerdir.

Ricque-Marie ve diğ. (1998), %37,1 protein, % 6,8 yağ ve 4,6 kcal/g toplam enerji içeriği olan yemle farklı ortalama ağırlığa sahip olan iki grup (0,937±0,003 g, 1,52±0,03 g) *P. vannamei* türü karidesleri %33-36 tuzlulukta, 26-30°C su sıcaklığında biomas ağırlığının %10'u ile beslemişlerdir. Çalışma sonunda sırasıyla ortalama canlı ağırlıklarını 1,53±0,07 g, 3,44±0,10 g, YDO 3,00±0,5, 3,22±0,14 olarak bulmuşlardır.

Ravi ve diğ. (1999), %21,87 ham protein içeren yemle, başlangıç ortalama canlı ağırlığı 2,3±0,0 g olan *C. destructor* türü kerevitleri 11,0-19,5°C arasında değişen su sıcaklığında 6 ay süreyle beslemişlerdir. Kerevitlere vücut ağırlıklarının %2'si oranında 2 günde bir yem verilmiştir. Çalışma sonunda ortalama canlı ağırlığı 9,6±0,5 g, SBO %0,8±0,1, HSI ise 4,7±0,1 olarak saptanmıştır.

Velasco ve diğ. (1999), *Litopenaeus vannamei* türü karideslerin günlük besleme sıklığını araştırmışlardır. Bu amaçla %19,5 ham protein, %6,9 ham yağ içeren yemle başlangıç ortalama biomas ağırlığı 0,5-0,6 g, %22-26 tuzlulukta, 29-31°C su sıcaklığında bulunan karidesleri günde 1 kere (%100'ü saat 08.00'de), 2 kere (%50'si saat 08,00/20,00'da), 3 kere (%33 olarak saat 08,00/14,00/20,00'de), 3 kere (%43, 20, 35 olarak saat 08,00/14,00/20,00'da), 4 kere (%25 olarak saat 08,00/12,00/16,00/20,00'da), 4 kere (%40, 15 15 ve 30 olarak saat 08,00/12,00/16,00/20,00'da) ve 6 kere (%16,6 olarak 08,00/10,30/13,00/16,00/18,00/ve 20,00'da) elle, günde 15 kez ise otomatik yemleme cihazlarıyla 28 gün besleyerek karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda en yüksek ortalama biomas ağırlığı 2,6±0,24 g olarak

günde iki defa yemlemenin yapıldığı grupta saptanmıştır. Bu grupta YDO 1,6 olarak belirlenmiştir.

1.5. SERBEST RADİKALLER

Serbest radikaller, bir ya da daha fazla eşleşmemiş elektron içeren kısa ömürlü, reaktif atom veya moleküllerdir. Bu grupta halojen atomları, oksijen metabolizmasının ara ürünleri olan oksijen çeşitleri, Cl, Br gibi atomlar, Na⁺, K⁺ gibi alkali metal atomları, NO, NO₂ gibi atom kombinasyonları radikal olarak isimlendirilir (Akkuş, 1995).

1.5.1. Serbest Radikallerin Membran Lipidleri Üzerine Etkileri

Lipid peroksidasyon (LPO) membranda bulunan fosfolipit, glikolipit, gliserit ve sterol yapısında yer alan doymamış yağ asitleri (PUFA)'nın serbest oksijen radikalleri tarafından peroksitler, alkoller, aldehitler, hidroksit yağ asitler, etan ve pentan gibi çeşitli ürünlere yıkılma reaksiyonudur (Kılınç, 1985; Akkuş, 1995).

Serbest radikaller, savunma mekanizmalarının kapasitesini aşacak oranlarda oluştukları zaman organizmada çeşitli bozukluklara yol açarlar. Biyomoleküllerin tüm büyük sınıfları serbest radikaller tarafından etkilenirler, fakat lipidler en hassas olanlarıdır. Membrandaki kolesterol ve yağ asitlerinin doymamış bağları, serbest radikallerle kolayca reaksiyona girerek peroksidasyon ürünleri oluştururlar. PUFA yağ asidlerinin oksidatif yıkımı olarak da ifade edilen LPO oldukça zararlıdır. Çünkü, kendi kendini devam ettiren zincir reaksiyonu şeklinde ilerler. LPO ile meydana gelen membran hasarı geri dönüşümsüzdür (Bjørneboe ve diğ., 1990; Winston ve Giulio, 1991; Murray ve diğ., 1993; Akkuş, 1995; Wang and Quinn, 1999).

Biyolojik membranların en önemli unsurları lipid ve proteinlerdir. LPO, lipidler kadar membran proteinlerini de hasara uğratabilir. Hayvan hücre membranlarında, dominant lipidler, gliserol içeren fosfolipidlerdir (Murray ve diğ., 1993; Akkuş, 1995; Bell ve diğ., 1985).

Oksijen molekülünün lipidlere karşı yüksek afinitesi vardır. Bu molekül hemoglobinden ayrıldıktan sonra plazmadaki lipoproteinler ile eritrosit zarındaki lipidlerde çözünmekte ve daha sonra dokularda kullanılmaktadır. Bu sırada dokularda bulunan PUFA'lardaki çift bağlara oksijen bağlanması sonucu LPO kimyasal reaksiyonu meydana gelmektedir. LPO'un zar yapı ve bütünlüğünün bozulması, oluşan serbest radikallerin çeşitli hücre bileşenleri üzerine zararlı etkileri ve son ürünlerin sitotoksik etkileri gibi farklı yollarla hücre hasarına neden oldukları düşünülmektedir (Kılınç, 1985; Winston ve Giulio, 1991; Murray ve diğ., 1993; Akkuş, 1995).

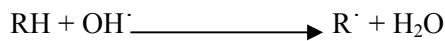
Lipid peroksidasyon çok zararlı bir zincir reaksiyonudur. Direkt olarak membran yapısına ve indirekt olarak reaktif aldehitler üreterek diğer hücre bileşenlerine zarar verir. Bu bileşikler ya hücre düzeyinde metabolize edilirler veya başlangıçtaki etki alanlarından diffüze olup hücrenin diğer bölümlerine hasarı yayarlar. Böylece bir çok hastalığa ve doku hasarına sebep olurlar (Winston ve Giulio, 1991; Murray ve diğ., 1993; Kinter, 1995). Peroksidasyonla oluşan MDA, membran komponentlerinin çapraz bağlanma ve polimerizasyonuna sebep olur. Bu da deformasyon, iyon transportu, enzim aktivitesi ve hücre yüzey bileşenlerinin agregasyonu gibi membran özelliklerini değiştirir (Murray ve diğ., 1993; Bell ve diğ., 1985).

1.5.1.1. Lipid Peroksidasyon Aşamaları

1.5.1.1.1. Başlangıç Aşaması

Reaktif serbest radikallerin PUFA'dan bir hidrojen atomunun çıkarması ile reaksiyon başlamaktadır. Biyolojik sistemlerde bu radikallerin $O_2^{\cdot -}$ ile $\cdot OH$ olduğu kabul edilmektedir. Oluşan $O_2^{\cdot -}$ ve diğer metabolik yollardan ileri gelen H_2O_2 , $\cdot OH$ 'ne dönüştükten sonra LPO'una katılmaktadır (Bjørneboe ve diğ., 1990; Winston ve Giulio, 1991; Murray ve diğ., 1993; Macpherson, 1994; Akkuş, 1995; Wang and Quinn, 1999; Bell ve diğ., 1985).

Radikal, lipit moleküllerin bir H atomu çıkartarak karbon merkezli lipit radikalının ($R^{\cdot}$) oluşmasına yol açmaktadır (Kılınç, 1985; Gökalp ve diğ., 1992; Macpherson, 1994; Akkuş, 1995; Kinter, 1995).

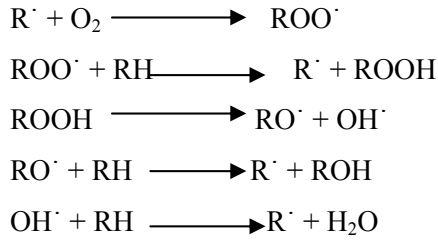


1.5.1.1.2. Zincir Aşaması

Bu aşamada H atomunun koparılmasıyla oluşan serbest yağ asiti radikali moleküler oksijen ile reaksiyona girerek $ROO^{\cdot}$ oluşturmaktadır (Gökalp ve diğ., 1992; Macpherson, 1994; Kinter, 1995; Wang and Quinn, 1999; Bell ve diğ., 1985).

Oluşan $ROO^{\cdot}$ yüksek reaksiyon yeteneğine sahip olup, başka bir yağ asidi molekülü ile yeni bir $ROOH$ ve yeni bir $R^{\cdot}$ (karbon merkezli radikal) oluşturacak şekilde reaksiyona girer. Oluşan bu $R^{\cdot}$ yeniden oksijen ile birleşir ve RH 'dan yeniden bir H^+ ayrılmasını sağlar. Birçok olayda bu şekilde oluşan $ROOH$, $RO^{\cdot}$ ve $\cdot OH$ verecek şekilde parçalanır ve bu oluşan radikaller hemen substrat ile reaksiyona girerek yeni zincir reaksiyonlarını başlatacak olan $R^{\cdot}$ radikallerinin oluştururlar. Böylece oluşan bir radikal sürekli olarak yeni radikallerin oluşmasına

neden olur (Kılınç, 1985; Murray ve diğ., 1993; Macpherson, 1994; Kinter, 1995; Wang and Quinn, 1999; Bell ve diğ., 1985).



1.5.1.1.3. Zincir Uzamasının Durması ve İkincil Ürünlerin Oluşması

Hidroperoksitler ve bunlara bağlı olarak oluşan serbest radikaller ($ROO^{\cdot}$, $RO^{\cdot}$ ve $R^{\cdot}$) ya birbirleri ile reaksiyona girerler ve inaktif kondenzasyon ürünlerini verirler ve zincir uzaması durur ya da zincir uzamasının durması değişik yapı ve yetenekteki bazı bileşikler tarafından gerçekleştirilir. Bu bileşiklere oksidasyona karşı oldukları için antioksidan adı verilir. Antioksidanlar, bu maddelerdeki istenmeyen değişiklikleri önler ya da ortadan kaldırır (Bjørneboe ve diğ., 1990; Murray ve diğ., 1993; Macpherson, 1994; Wang and Quinn, 1999)

Rikans ve Hornbrook (1997), antioksidan korumanın azalması sonucu LPO'nun başlama ve gelişme oranının hızla arttığını, LPO miktarının aile, tür, cinsiyet ve doku özelliğine göre değiştiğini tespit etmişlerdir. Majhi ve diğ. (2000), Zielinski ve Pörtner (2000)'da LPO miktarının en yüksek karaciğer olmak üzere beyin, kalp ve böbrekte yoğun olduğunu, artan yaş ile arttığını belirlemişlerdir. Bu oluşuma artan yaş ile azalan antioksidan metabolizmasının sebep olabileceği bildirilmiştir.

1.6. Antioksidanlar

Reaktif oksijen türlerinin oluşumunu ve bunların meydana getirdiği biyolojik etkileri önlemek için vücutta birçok savunma mekanizması oluşmuştur. Bunlar 'antioksidan savunma sistemleri' veya kısaca 'antioksidanlar' olarak bilinirler. Antioksidatif savunma mekanizması serbest radikallerin üretilmesi ile yok edilmesi arasındaki dengeyi sağlarlar. Antioksidanlar, peroksidasyon zincir reaksiyonunu engelleyerek ve reaktif oksijen türlerini toplayarak lipid peroksidasyonunu inhibe ederler (Winston ve Giulio, 1991; Macpherson, 1994; Murray ve diğ., 1993; Akkuş, 1995; Conklin, 1995(b); Rudneva, 1999). Endojen (doğal) ve eksojen (ilaçlar) antioksidanlar olmak üzere başlıca iki ana gruba ayrılırlar. Hücrelerin hem sıvı hem de membran kısımlarında bulunabilirler (Akkuş, 1995; Jacob, 1995).

1.6.1. E Vitamini

Vitaminler, hayvansal organizmaların hayatını sürdürebilmesi için çok az miktarlarda gerekli olan, düşük molekül ağırlığına sahip, yaşam için esansiyel yapıda olan, ancak yüksek yapıli hayvanlarda belli bir sentezlenme kuralı olmayan organik bileşiklerdir. Çoğu organizmada sentezlenemeyen özellikle yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) dışarıdan besinlerle alınması zorunlu olan biyo-katalizör maddelerdir (Akyurt, 1993; Hoşsu ve diğ., 2001; Tappel, 1998; Baysal, 2002; Halver, 2002).

İnsanlar dahil bütün hayvanlar için esansiyel bir madde olarak kabul edilen, bitkisel orjinli olan E vitamini , tokoferoller ve tokotrienoller (tokoller) olarak bilinen, yağda eriyen bileşiğın genel adıdır (Tappel, 1998; Wang and Quinn, 1999; Baysal, 2002; Halver, 2002).

E Vitamini ile ilgili çalışmalar ilk olarak 1920 yılında Mattil ve Conklin'in araştırmaları ile başlamıştır. E vitamini keşfedildiğı yıllarda faktör X olarak belirtilmiş olup, Sure (1924) ve Evans (1925) tarafından E vitamini olarak tanımlanmış, Fernholtz, 1937 yılında E vitamininin kimyasal yapısını aydınlatmış, 1938'de Carrer ve arkadaşları tarafından da sentetik olarak elde edilmiştir (Aksakal, 1985; Halver, 2002).

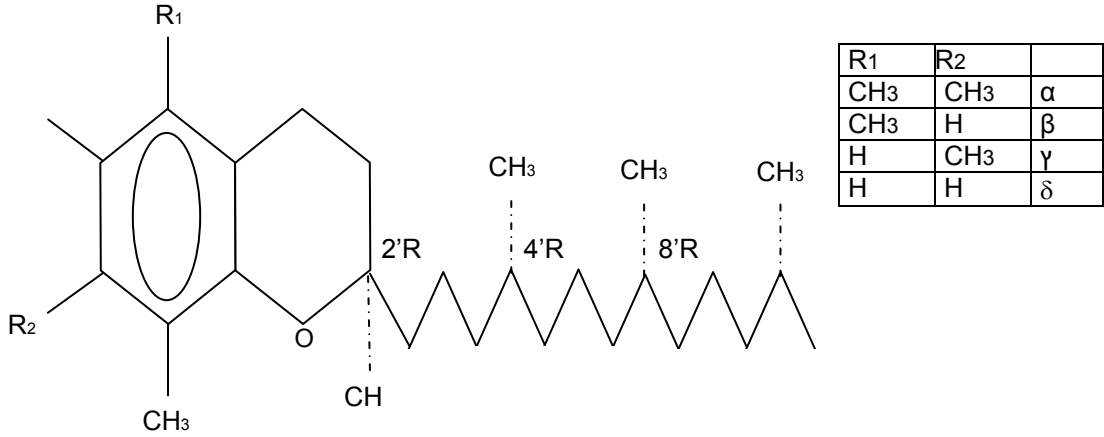
Tokoferol, latince Tocos: doğurmak, Phero: taşımak, Ol: alkol sözcüklerinden türemiştir (Aksakal, 1985).

1.6.1.1. E Vitamininin Özellikleri ve Kimyasal Yapısı

E vitamini suda çözünmez, alkol, hekzan, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünürler. Oda sıcaklığında açık kahverengi veya sarı renkte yapışkan kıvamda, ancak yüksek saflıkta renksiz ve kokusuz olan yağlardır. Alkali, sıcaklık (200 °C ve daha yüksek) ve ışığa (özellikle ultraviyole'ye) karşı dayanıksızdır (Aksakal, 1985; Baysal, 2002; Halver, 2002).

Doğal bir antioksidant olan bu vitamin vücutta ve gıdalarda karoten ve diğır okside olabilen maddeleri oksidasyona karşı korur. Serbest hidroksil grubu içerdiklerinden eter ve esterler yapabilirler. Oksijen mevcudiyetinde ısı, ışık, nem, yağların acılaşması, alkalililer, demir ve bakır gibi bazı metaller E vitamininin oksidasyonunu hızlandırır, ancak oksijen mevcut değilse ısı, ışık ve alkalilere karşı kısmen stabilitesi artar (Aksakal, 1985; Tappel, 1998).

Bilinen en önemlileri ve en aktif antioksidant etki gösterenleri sırası ile α , β , γ ve δ tokoferollerdir (Şekil 1.6.1.1). Tokoferoller kroman (2 metil-6 kroman) türevleridirler. Kroman bir benzen ile bir piran halkasından oluşmuştur. Tokoferol gruplar kendi aralarında halkalarda taşıdıkları metil gruplarına göre farklılık gösterirler (Gökalp ve diğ., 1992; Murray ve diğ., 1993; Wang and Quinn, 1999; Halver, 2002).



Şekil 1.6.1.1. E vitamininin kimyasal yapısı (Halver, 2002).

1.6.1.2. E Vitamininin Bulunduğu Yerler

E vitamini, sadece bitkiler tarafından sentezlenir (Tappel, 1998; Conklin, 1995(b); Maure ve diğ., 2001). Vejetasyon döneminin başındakilerde daha fazla olmak üzere bütün bitkisel yem maddelerinde (özellikle bitkisel yağlarda) bol miktarda bulunur. Gıda maddeleri içinde en çok ve daha aktif formu α -tokoferoldür. Bitkiler tarafından tokoferol ve tokotrienoller büyük oranda sentez edilmekte olup, tohumların ve yeşil yaprakların lipit içeren bölümlerinde serbest alkol formu olarak oluşmaktadır (McDonald ve diğ., 1986; Akyurt, 1993; Tappel, 1998; Baysal, 2002). E vitamini genel olarak bitki hücrelerinin kloroplastlarında bulunduğundan yeşil bitkiler sarı bitkilerden daha fazla E vitamini içerirler (Tappel, 1998; Maure ve diğ., 2001).

Tatlısu istakozu beslemesinde kullanılan bazı yem maddelerinin içerdikleri E vitamini miktarı Tablo 1.6.1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.6.1.2.1. Tatlısu istakozu beslemesinde kullanılan bazı yem maddelerindeki ortalama E vitamini (IU/kg) miktarı (Combs, 1998).

Yem Maddeleri	E Vitamini	Yem Maddeleri	E Vitamini
Yonca Unu	120	Buğday Unu	11
Mısır Unu (Tohum)	87	Soya Unu	2
Yonca Unu (Güneşte Kurutulan)	66	Et-Kemik Unu	1
Pirinç Kepeği	60	Ayçiçeği Yağı	350

Çiğit Unu	40	Mısır Yağı	280
Balık Unu	27	Soya Yağı	280
Buğday Kepeği	17	Balık Yağı	70

Hayvansal ürünlerin, yeşil bitkilere nazaran çok az bir kısmı E vitamini içermektedir. Tokoferollerin bitkilerdeki dağılım oranları bitki türü, olgunlaşma dönemi, depolama şekli, depolama süresi, harmanlama ve iklim şartları gibi durumlara bağlı olarak değişebilmektedir. Yemlerin yapay yöntemlerle kurutulması ya da slaj yapmak suretiyle konserve edilmeleri durumunda E vitamini kaybı düşük düzeyde olmakta, bunun yanında güneşte kurutulan otlarda meydana gelen kayıp ise % 90'a kadar çıkabilmektedir (McDonald ve diğ., 1986; Murray ve diğ., 1993; Tappel, 1998).

1.6.1.3. E Vitamininin Fizyolojik Fonksiyonları

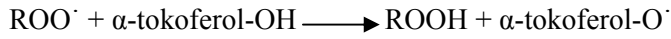
E vitamininin bilinen en önemli özelliklerinden biri antioksidan veya serbest radikal giderici olmasıdır. Bu özelliğinden dolayı biyolojik sistemlerde özellikle hücre membranlarında PUFA'ların oksidasyonunu önlemektedir (Bjørneboe ve diğ., 1990; Akyurt, 1993; Macpherson, 1994; Jacob, 1995; Chow, 1991; Chow ve diğ., 1999; Wang and Quinn, 1999; Lygren ve diğ., 2000; Maure ve diğ., 2001; Halver, 2002).

Fizyolojik olaylar esnasında moleküler düzeydeki reaksiyonlarda elektron kaçışları olur ve bu sırada bir miktar oksidan moleküller meydana gelir. Bu reaksiyonlarla meydana gelen $O_2^{\cdot-}$, diğer radikaller ve peroksitler membran enzimleri tarafından kısmen katalize edilir ve serbest $\cdot OH$ oluşur. Bu serbest radikaller daha sonra peroksidasyon ile mitokondrial, mikrozomal ve hücre membranlarındaki PUFA'ları okside eder. Sonuçta hücre membranlarının yapısını ve metabolizmasını bozan peroksit ve hidroperoksitler oluşur. Buna karşın E vitamininin fenol halkası üzerindeki hidroksil grubu, bir proton vermek suretiyle peroksit ve hidroperoksitleri doyurur ve böylece peroksit radikallerinin aktivitesini azaltır. Sonuçta biyolojik otooksidasyon için başlatıcı olan bu reaksiyon bahsedilen indirgenme ile hemen inhibe edilir ve peroksit oluşumu engellenmiş olur (Bjørneboe ve diğ., 1990; Faulder and Pamela, 1990; Macpherson, 1994; Akkuş, 1995; Aksakal ve diğ., 1997; Wang and Quinn, 1999). Bir molekül α - tokoferol 100 molekül PUFA'nın peroksidasyonunu engelleyebilir (Akkuş, 1995).

Vücut içerisinde E vitamini gibi antioksidanlar yetersiz olursa, söz konusu oksidan moleküller hücrenin veya organizmanın yapı elamanları olan protein, lipid, karbonhidrat, nükleik asit ve yararlı enzimlerini bozup zararlı etkilere yol açar. Özellikle fagositik hücrelerin tahribine neden olurlar. Doku hasarının olduğu bölgede doğal enzimlerden kaçabilmiş olan oksidan moleküller hücre veya kapillar membranlardaki lipitleri etkiler. Az da olsa başlamış olan bu reaksiyonun artmaması için engelleyici mekanizmalar devreye girer. İşte E vitamini, bu

radikalleri bloke ederek diğer zararlı reaksiyonları durdurur. LPO ile açığa çıkan ROO, lipofilik özelliğinden dolayı membranda erimiş halde bulunan E vitamini ile reaksiyona girer ve daha zayıf oksidan olan ROOH'e; E vitamini ise yine zayıf radikal etkinlikli 'radikal E vitamini' ne dönüşür. Radikal E vitamini de peroksit radikali ile reaksiyona girerek inaktif ürünler oluşur (Akkuş, 1995; Aksakal ve diğ., 1997; Wang and Quinn, 1999).

E vitamininin bir diğer özelliği de, zincir kırıcı antioksidan olmasıdır. Çünkü fonksiyonları, LOO'lerini parçalamak ve böylece LPO zincir reaksiyonlarını sonlandırmaktır (Wiss ve diğ., 1965; Gallo-Torres, 1980; Gökalp ve diğ., 1992).



Sonuçta oluşan tokoferoksil radikali nisbeten stabildir ve LPO kendiliğinden başlamak için yeterince reaktif değildir. Bu oksidasyon ürünü, glukoronik asit ile konjugasyona uğrayarak safra yolu ile atılır. Tokoferolün antioksidan etkisi, yüksek oksijen konsantrasyonlarında etkilidir (Dinçer, 1985; Ak ve diğ., 1994; Akkuş, 1995)

1.6.1.4. E Vitamininin Emilimi, Taşınması, Depolanması ve Atılımı

E vitamininin emilimi yağların sindirimi ile ilişkilidir. Yağlar ve yağda eriyen diğer vitaminler (A,D,K) gibi E vitamininin emilimi de barsaklarda pasif difüzyonla meydana gelmektedir. Yağlar ve safra tuzları E vitamininin emilimini kolaylaştırmaktadır. Safra tuzları bu etkilerini deterjan özelliği yardımı ile gerçekleştirmektedir. E vitamini emilimini uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin artışı olumsuz yönde etkiler (Wiss ve diğ., 1965; Gallo-Torres, 1980; Pasternak, 1980; Akgün, 1988; Tappel, 1988; Bjørneboe ve diğ., 1990; Wang and Quinn, 1999; Conklin, 2000; Baysal, 2002).

Bütün canlılarda olduğu gibi krustaselerde de tokoferol esterlerinin ayrılması için yağlara ihtiyaç duyulur (Tappel, 1988; Covich, 1997; Lee and Lawrence, 1997). Emilimi, yağların emilimi ile birlikte olduğundan kusurlu yağ emilimi E vitamini yetmezliğine yol açar. Çünkü tokoferol yemlerde yağda çözünmüş olarak bulunmakta, yağların sindirimi esnasında açığa çıkmakta ve emilime uğramaktadır (Pasternak, 1980; Tappel, 1988; Bjørneboe ve diğ., 1990; Murray ve diğ., 1993; Conklin, 1995(b); Adam, 2000; Karagül ve diğ., 2000)

Yağların sindirimi için gerekli olan lipaz enzimi barsak ve hepatopankreas tarafından salgılanır. Yağlar lipaz etkisi ile gliserin ve yağ asitlerine ayrılmaktadır (Vonk, 1960).

Krustaselerde hepatopankreas tarafından salgılanan lipaz, E vitamini esterlerinin hidrolizinde önemli rol oynar. Yağların hidrolizi sonucu oluşan başlıca ürün serbest tokoferollerdir (Akkuş, 1995; Tappel, 1988).

Barsak ve hepatopankreas tarafından salgılanan lipaz alkali ortamda nötral yağları safranin yardımıyla hidrolitik olarak yağ asitlerine parçalar (Akgün, 1988; Adam, 2000; Vogt, 2002). Açığa çıkan yağ asitlerinin bir kısmı barsak salgısındaki alkaliklerle birleşerek sabunları yaparlar. Sabunlar yağların yüzeysel gerilimini düşürerek safraya yardımcı rol oynarlar ve bu suretle yağların emülsiyon haline gelmelerinde de faydalı olurlar. Lipazın iyice etkin olabilmesi için yağların daha evvel emülsiyon haline gelmiş, küçük parçalara ayrılarak yüzeyini çoğaltmış olması gerekir. İşte bunu da alkalik ortamda safra içindeki tuzları vasıtasıyla yapar. Safra tuzları su ile yağ arasındaki yüzeysel gerilimi azaltarak yağların emülsiyonunu ve dolayısıyla küçük parçalara ayrışımını kolaylaştırır. Buna ortamın alkaliliği yağ asitleri, monogliseritler, kolesterol, lesitin, lizolesitin ve protein yardımcı olur. Safra olmadığı zaman yağ ve yağda eriyen vitaminlerin sindirimi ve emilimleri bozulur (Pasternak, 1980; Akgün, 1988; Bjørneboe ve diğ., 1990).

E vitamini ister serbest alkol, isterse ester şekliyle alınsın serbest alkol şekliyle emilir ve buradan da barsak lenf damarlarına geçerler. E vitamini plazmada lipoproteinlerle taşınır (Baysal, 2002; Halver, 2002). A ve D vitaminlerinin aksine E vitamini plazmada özel bir taşıma proteinine sahip değildir. Bu nedenle plazma tokoferoller dört lipoprotein sınıfı arasında yayılır. Bunlar; yüksek yoğunluklu lipoproteinler (HDL), düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL), çok yüksek yoğunluklu lipoprotein (VHDL) ve çok düşük yoğunluklu lipoproteinler (VLDL)'dir. E vitamini bu lipoproteinlere şilomikronlardan hızlı bir şekilde transfer edilir (Tappel, 1988).

Kerevitlerde α -tokoferol naklinde lipidlerin yoğun olarak depolandığı HDL diğer lipoproteinlere oranla daha etkilidir (Vogt, 2002). Tokoferoller şilomikronla ve spesifik olmayan lipoproteinlere (LDL, VLDL, trigliserit) bağlı olarak lenf dolaşımı yolu ile kan dolaşımına girerler. Genel dolaşıma sadece serbest formda giren tokoferoller plazma proteinlerine muhtemelen β -lipoproteinlere ve globulinlere bağlanarak öncelikle hepatopankreas, sonra da diğer ekstrahepatik dokulara kalp, genital organlar, hipofiz bezi ve yağ dokularına taşınır. Özellikle bu organlar ve dokularda birikirler. E vitamini hemen hemen tüm dokularda depo edilmesine rağmen yüksek konsantrasyonları hepatopankreas, plazma ve yağ dokularda bulunur. Kan dolaşımı ile vücudun tüm doku ve organlarına taşınan E vitamini, hücrelerin özellikle mitokondri, mikrozom, nükleus ve plazma membranı gibi hücrenin membran ihtiva eden yapılarında yoğunlaşırlar (Wiss ve diğ., 1965; Bjørneboe ve diğ., 1990; Faulder and Pamela, 1990; Lie ve diğ., 1994; Akkuş, 1995).

Tokoferollerin lipoproteinler ve kandaki miktarı değişiklik gösterir. Bu vitamin membran koruyucusu olduğundan dolayı plazma tokoferoller oksidatif hemoliz hassasiyetiyle

ters ilişkilidir. Plazmadan E vitamininin hücrelere yayılımı tam olarak bilinmemektedir (Tappel, 1988).

E vitamininin fazla miktarda alınması emilim oranını düşürür (Tappel, 1988). Besinlerle alınan tokoferollerin % 20-30 kadarı emilmekte ancak fazla miktarda E vitamini alındığı zaman bunun sadece % 1-5 kadarı değerlendirilmektedir. Şayet organizmada E vitamini yetersizliği bulunuyorsa alınan E vitamini'nin % 50-70 arasında değişen oranlarda değerlendirildiği kaydedilmektedir (Chow, 1985).

Genel olarak E vitamini başta karaciğer olmak üzere, dalak, böbrek üstü bezi, hipofiz, lenf bezleri, testisler, pankreas, akciğer, böbrekler, kas dokusu, tiroid bezi gibi organlarda depo edilir (Chow, 1985; Wang and Quinn, 1999). Plazma ve karaciğer gibi dokularda biriken E vitamini hızlı bir şekilde tüketilirken, adipoz dokuda biriken E vitamini uzun bir süre fizyolojik fonksyonlarda kullanılmak için saklanabilir (Tappel, 1988). E vitamini hepatopankreasda α -tokoferilquinon'a dönüştükten sonra safra vasıtası ile dışkı yada α -tokofenonik aside dönüşerek idrarla atılmaktadır (Kutsky, 1981; Akkuş, 1995).

1.6.1.5. Krustaselerin E Vitamini İhtiyaç Düzeyleri ve Bunlara Yönelik Yapılan Besleme Çalışmaları

He ve diğ. (1992), *P. vannamei* türü karideslerin yemlerine ilave edilmesi gereken, yağda eriyen vitamin (A, D, E, K)'lerin miktarını incelemişlerdir. Bunun için kontrol yemi ve deneysel yemlerle ortalama ağırlığı 40 ± 14 mg olan ve $28,5 \pm 1,3$ °C su sıcaklığında bulunan karidesleri 8 hafta süreyle beslemişlerdir. Çalışma sonucunda A, D ve E vitaminlerinin karides yemlerine ilave edilmesi gerektiği, E vitamini eksikliğinin düşük büyüme oranı (%4821), diğer vitaminlere oranla düşük yaşama oranı (%85) ve hepatopankreasda kararmaya sebep olduğu belirlenmiştir.

He ve Lavrence (1993), *P. vannamei* türü karideslerin büyüme ve yaşama oranı ile lipit peroksidasyon düzeyleri üzerine yemlerdeki E vitamini miktarının etkisini araştırmıştır. Bu amaçla farklı oranlarda E vitamini (0, 25, 50, 100, 200, 400, 600 mg/kg) ve butylated hydroxytoluene (BHT) (16 mg/kg) içeren yemlerle ortalama ağırlığı $0,14 \pm 0,004$ g olan ve $29,4 \pm 1,0$ °C su sıcaklığında bulunan karidesleri 8 hafta süreyle beslemişlerdir. Çalışmada 100 mg/kg'a kadar olan E vitamini seviyeleri önemli derecede ağırlık kazancı (%1844 $\pm$ 109-%2416 $\pm$ 89) sağlarken, 100-600 mg/kg E vitamini içeren rasyonlarda büyümede (%2340 $\pm$ 120-%2543 $\pm$ 188) herhangi bir farklılık belirlenmemiştir. Yaşama oranının farklılık göstermediği (%97 $\pm$ 3-93 $\pm$ 4) çalışmada E vitamini azlığından meydana gelen büyüme oranındaki azalmanın da BHT içeren yemlerle (%2541 $\pm$ 54) önenebileceği tespit edilmiştir. Yemlere BHT ilavesinin yemlerdeki LPO'yu düşürürken dokulardaki LPO üzerinde hiçbir antioksidan etki göstermediği

bu çalışmada, E vitamini ilavesi yapılmayan yemlerle beslenen karideslerde doku LPO düzeyi oldukça yüksek bulunurken ($87,3 \pm 10,7 \mu\text{M}/100 \text{ g}$ kuru kas), 25-100 mg/kg E vitamini seviyesinin bu değeri düşürdüğü ($50,9 \pm 7,9$ - $40,1 \pm 9,4 \mu\text{M}/100 \text{ g}$ kuru kas) belirlenmiştir. Optimal E vitamini düzeyinin %8 yağ içeren yemlerde 99 mg/kg olarak belirlendiği bu çalışmada, yeme fazla miktarlarda ilave edilen E vitamini (200-600 mg/kg) nin *P. vannamei*'nin hepatopankreas ve kas dokularındaki LPO düzeyi üzerine farklı bir etki sağlamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan bu çalışmada E vitamininin doymamış yağ asitlerinin besin değerini korumada önemli olduğu ve yeterli miktarda E vitamini içermeyen yemlerle beslenen karideslerdeki büyüme azlığı; LPO sonucu yemlerdeki esansiyel yağ asitlerinin azalmasının neden olduğu saptanmıştır.

Gimenez ve Fenucci (1998), farklı oranlarda E vitamini (0, 100, 600, 1500 mg/kg) ve butylated hydroxytoluene (BHT) (16 mg/kg) içeren yemlerle ortalama ağırlığı 4,36-4,50 g olan ve $17,5 \pm 23,7^\circ\text{C}$ su sıcaklığında bulunan *Pleoticus muelleri* türü karidesleri 4 hafta süreyle beslemişlerdir. Çalışma sonunda yemlere farklı oranlarda ilave edilen E vitamininin karideslerin büyüme ($\%22,2$ - $31,6$) ve yaşama oranları ($\%43$ - 64) üzerinde farklı bir etki meydana getirmediği belirlenmiştir.

Reddy ve diğ. (1999), *P. monodon* türü karideslerin vitamin ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla hazırladıkları on beş farklı yemle ortama ağırlıkları $0,085 \pm 0,02 \text{ g}$ olan ve $28 \pm 1,5^\circ\text{C}$ su sıcaklığında bulunan karidesleri 8 hafta süreyle beslemişlerdir. E vitamini eksikliği olan yemlerle beslenen karideslerde yavaş büyüme ($\%370$ ağırlık kazancı) ve düşük yaşama oranı ($\%85$) belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada YDO $3,01 \pm 0,38$ olarak tespit edilmiştir.

Dandapat ve diğ. (2000), % 35,45 ham protein, % 9,11 ham yağ içeren yeme farklı oranlarda E vitamini (200, 400 ve 600 mg/kg) ilave ederek yaptıkları çalışmada başlangıç ortalama canlı ağırlığı $10,25 \pm 0,11 \text{ g}$ olan ve $28,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ su sıcaklığında bulunan tatlısu karideslerini (*M. rosenbergi*) 7 hafta süreyle beslemişlerdir. Çalışma sonucunda tatlısu karidesi (*M. rosenbergi*) rasyonuna farklı miktarlarda ilave ettikleri E vitaminin (200, 400 ve 600mg/kg) hepatopankreasda LPO'yu baskıladığı, yüksek dozların (400 ve 600mg/kg) ise solungaçlarda LPO oluşumuna engel olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca LPO'yu önlemede E vitamininin yüksek dozları (400 ve 600mg/kg) arasında fark olmadığı da saptanmıştır.

Harlioğlu ve Köprücü (2000), Keban Baraj Gölü Ağın yöresinde yaşayan *A. leptodactylus* türü kerevitlerin abdomen etindeki E vitamini miktarını $16,14 \pm 5,41 \mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır.

Harlioğlu ve diğ. (2002), *A. leptodactylus* türü kerevitlerin abdomenlerindeki ortalama yumurta sayısı üzerine E vitamini (20, 40, 80 ve 160 mg/kg) ilave edilmiş yemlerin etkisini araştırmışlardır. Bunun için %45 protein, %8 yağ içeren kontrol yemine farklı oranlarda E vitamini ilave ederek ortalama karapaks uzunluğu $50,18 \pm 1,99$ - $52,60 \pm 4,25 \text{ mm}$ olan kerevitleri

9±3 °C su sıcaklığında 68 gün süreyle beslemişlerdir. Çalışma sonunda 20 (161,82±9,62) ve 40 mg/kg E vitamini (168,71±10,98) içeren yemlere oranla 80 (239,20±23,77) ve 160 mg/kg E vitamini (236,20±14,75) içeren yemle beslenen kerevitlerin daha yüksek ($p<0.001$) sayıda yumurta bıraktığı belirlenmiştir.

Harlioğlu ve Barım (2004), %37,41 protein, %7,60 yağ ve 65,83 mg/kg E vitamini içeren kontrol yemine 34,17 mg/kg, 84,17 mg/kg, 134,17 mg/kg oranlarında E vitamini (aktif madde oranı %98 olan α -tocopherol acetat) ilave ederek sırasıyla D₁, D₂ ve D₃ yemleri oluşturarak ortalama ağırlığı 40,78±1,35-46,56±2,43 g, karapaks uzunluğu 46,56±2,43-52,03±0,60 mm olan ergin kerevitleri (*A. leptodactylus*) 9,6±5,3 °C su sıcaklığında 272 gün süreyle beslemişlerdir. Kerevitlerin abdomenlerindeki ortalama yumurta sayısı, yumurta çapı ve I. devre yavru sayısının belirlendiği bu çalışmada en iyi sonuçları sırasıyla 300,73±11,44, 2,85±0,04 mm ve 184,85±10,80 olarak 34,17 mg/kg E vitamini ilave edilen yemlerle beslenen kerevitlerden elde etmişlerdir ($p<0.001$).

Arun ve Subramanian (1998), tarafından yapılan çalışmada tatlısu karidesinde (*Macrobrachium malcolmsonii*) en yüksek enzim aktivitesi hepatopankreasda belirlenmiştir. Bunun sebebinin ise krustaselerde hepatopankreasın reaktif oksijen türlerinin yoğun üretildiği organ olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Doğal ortamda yapılan bir çok çalışma sonucunda LPO değerinin yüksek olmasını, antioksidan parametrelerin düşük olmasının sebep olduğu tespit edilmiştir (Doyotte ve diğ., 1997; Marcon ve Filho, 1999; Mourente ve Diaz-Salvago, 1999). Doyotte ve diğ. (1997), *Unio tumidus* türü midyelerin yaşadıkları ortamda antioksidan sistemi incelediklerinde LPO düzeyinin hepatopankreasa (13,8 ng/mg protein) oranla solungaçlarda (19,9 ng/mg protein) daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

1.7. Su Kalitesi

Kerevitlerin büyümeleri için optimum olan su sıcaklığı laboratuvar şartlarında yapılan ve kontrol altına alınabilen çalışmalarla belirlenebilmektedir. Yavru (0+) *A. pallipes*'in farklı su sıcaklıklarındaki büyüme oranlarını tespit etmek üzere yapılan bir çalışmada 15 ve 20 °C'de büyüme oranının 10 °C'de elde edilen büyüme oranına göre istatistiksel olarak daha fazla olduğu bulunmuştur (Huner ve Barr, 1991). Bir başka çalışmada da bu türün ve *P. leniusculus*'un 10°C'nin altında beslenebildikleri görülmüştür (Hogger, 1988). *P. clarkii* ve *P. zonangulus* için en uygun sıcaklık yaklaşık olarak 23°C olmakla beraber 13°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda beslenebilirler (Çelikkale, 1988; Huner ve Barr, 1991; Atay, 1997).

Carmona-Osalde ve diğ. (2003), *Procambarus ilamasi* türü kerevitlerin farklı su sıcaklıklarında (16, 21 ve 26 °C)'ki büyüme oranlarını ve ovaryum gelişimini inceledikleri çalışmada artan su sıcaklığının yaşama oranının azalmasına sebep olduğunu, ovaryum gelişmesinin ise artan sıcaklıkla arttığını belirlemişlerdir.

A.leptodactylus, su sıcaklığı 4-22 °C, tuzluluğu 4-12 ve oksijeni en az 2 mg/L olan ortamlarda yaşayabilir. Bulunduğu ortamda su sıcaklığının kabuk değiştirebilmesi için, 7-12 °C, üreyebilmesi için 4-13 °C, büyümesi için 14-22 °C, pH'nın 6,5-8,5 olması ve kalsiyumun ise 5 mg/L'den az olmaması gerekmektedir (Köksal, 1988; Harlıoğlu, 1999, Skurdal ve Taugbol, 2002). Yetiştiriciliğin yapıldığı havuzlarda, suyun sertliğinin en az 50 ppm olması gerekir. 200 ppm sertlikteki suların olması da arzu edilir (Çelikkale, 1988; Atay, 1997).

A.leptodactylus'un 40-50 cm derinlikteki havuzlarda; kış aylarında, yüzey suyunun donmasına rağmen, zeminde uzun süreler için hayatta kalabildikleri de rapor edilmiştir. Yine bu tür, tabanı derin göllerde 50 m'ye kadar derinliklerde yakalanabilmektedir (Harlıoğlu, 1996).

P. clarkii ve *P. zonangulus*, sudaki çözünmüş oksijen miktarının 3 mg/L'den yüksek olduğu, kış aylarında gizlenme yerleri donmadığı sürece yaşayabilirler (Huner and Barr, 1991).

Bazı kerevit türleri diğer canlılara oranla, sudaki düşük oksijen miktarına daha toleranslıdır. Örneğin, Yeni Güney Wales'de yapılan çalışmalarda *Cherax destructor*'a ait olgun bireylerin 0.5 mg/L O₂'e kısa süreler için dayanabildikleri belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise *Parastacoides tasmanicus*'un 1 mg/L O₂'nin bulunduğu ortamlarda gizlenme yeri içerisine girerek, sadece geceleri ve şiddetli yağışlardan sonra gizlenme yerlerinden çıktıkları belirlenmiştir (Hogger, 1988).

Oksijen düzeyi 2 mg/L'nin altına düştüğünde, genel olarak kerevitler su yüzeyine yakın bölgelere doğru yönelirler. Havuz ve göletlerin kenarlarına ve bitkilere tırmanırlar. Solungaçları nemli kaldığı sürece su dışında yaşayabilirler (Harlıoğlu, 1996).

Doğal şartlara karşı kolay uyum sağlayan kerevit sentetik kimyasal maddelere ve tarım ilaçlarına karşı çok hassastır. En çok kullanılan kimyasal maddelerden Pyretrum, creosote, orthodichlorobenzen, sodyum cyanide, turpentine, orthocreosote, cresylic asid, nikotin, karbonbisulfid, fenoldiazin, kalsiyum siyanamid, klorlu hidrokarbon ve pestisidlerin kerevitler için zehirli olduğu saptanmıştır. Bu yüzden tarım arazisi yakınında kurulacak kerevit işletmelerinde, kerevitlerin tarım arazisinden gelecek sularla beslenmemeleri gerekmektedir (Çelikkale, 1988; Atay, 1997).

2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Yeri ve Alanı

Araştırma, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Cip Balık Üretim Tesisi'nde yapıldı. Araştırmada 2 m x 2 m x 0.5 m boyutlarında toplam oniki adet beton havuz kullanıldı.

2.1.2. Araştırma Süresi

Araştırma Temmuz 2002-Ağustos 2003 tarihleri arasında yapıldı.

2.1.3. Tatlısu İstakozu Materyali

Araştırmada kullanılan tatlısu istakozları (*Astacus leptodactylus*) Keban Baraj Gölü Ağın yöresinden temin edildi (Şekil 2.1.3.1). Her havuza 80 tatlısu istakozu (40 erkek-40 dişi) olmak üzere toplam 960 tatlısu istakozu stoklandı. Farklı havuzlara stoklanan tatlısu istakozlarının ağırlıkları ve uzunlukları arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmamasına dikkat edildi ($p>0,05$) (Tablo 2.1.3.1).

Tablo 2.1.3.1. Araştırma gruplarındaki erkek ve dişi bireylerin başlangıç ortalama total boyları (TB, cm) ortalama ağırlıkları (W, g) ve ortalama kondisyon faktörleri (C) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma'yı göstermektedir).

Araştırma Grubu	Havuz No	Eşeylere Göre Örnek Sayısı	TB (cm)	W (g)	C
Kontrol (K)	1	♂=40	8,84 $\pm$ 0,37	20,05 $\pm$ 2,70	2,90 $\pm$ 0,20
		♀=40	9,28 $\pm$ 0,49	21,33 $\pm$ 2,97	2,66 $\pm$ 0,14
		♂+♀=80	9,06 $\pm$ 0,49	20,69 $\pm$ 2,89	2,78 $\pm$ 0,21
	2	♂=40	8,71 $\pm$ 0,42	19,47 $\pm$ 2,66	2,93 $\pm$ 0,17
		♀=40	9,28 $\pm$ 0,55	20,99 $\pm$ 3,09	2,61 $\pm$ 0,14
		♂+♀=80	9,00 $\pm$ 0,57	20,23 $\pm$ 2,96	2,77 $\pm$ 0,22
Deneme 1 (D₁)	4	♂=40	8,74 $\pm$ 0,40	19,76 $\pm$ 2,52	2,95 $\pm$ 0,18
		♀=40	9,27 $\pm$ 0,46	21,07 $\pm$ 3,00	2,64 $\pm$ 0,16
		♂+♀=80	9,00 $\pm$ 0,50	20,41 $\pm$ 2,83	2,79 $\pm$ 0,23
	5	♂=40	8,70 $\pm$ 0,40	19,95 $\pm$ 2,67	3,03 $\pm$ 0,27
		♀=40	9,20 $\pm$ 0,54	21,00 $\pm$ 3,52	2,68 $\pm$ 0,18
		♂+♀=80	8,95 $\pm$ 0,53	20,47 $\pm$ 3,15	2,85 $\pm$ 0,28
Deneme 2 (D₂)	6	♂=40	8,77 $\pm$ 0,37	19,84 $\pm$ 2,82	2,92 $\pm$ 0,18
		♀=40	9,19 $\pm$ 0,50	21,01 $\pm$ 3,43	2,69 $\pm$ 0,19
		♂+♀=80	8,98 $\pm$ 0,49	20,43 $\pm$ 3,18	2,80 $\pm$ 0,22
	7	♂=40	8,75 $\pm$ 0,41	19,92 $\pm$ 2,51	2,97 $\pm$ 0,21
		♀=40	9,24 $\pm$ 0,43	20,85 $\pm$ 3,01	2,64 $\pm$ 0,19
		♂+♀=80	8,99 $\pm$ 0,49	20,38 $\pm$ 2,80	2,80 $\pm$ 0,26
Deneme 3 (D₃)	8	♂=40	8,73 $\pm$ 0,44	19,77 $\pm$ 3,05	2,96 $\pm$ 0,23
		♀=40	9,30 $\pm$ 0,59	21,15 $\pm$ 3,25	2,62 $\pm$ 0,20
		♂+♀=80	9,01 $\pm$ 0,59	20,46 $\pm$ 3,21	2,79 $\pm$ 0,27
	9	♂=40	8,78 $\pm$ 0,39	20,07 $\pm$ 2,51	2,96 $\pm$ 0,18
		♀=40	9,33 $\pm$ 0,50	21,47 $\pm$ 3,17	2,63 $\pm$ 0,18
		♂+♀=80	9,05 $\pm$ 0,52	20,77 $\pm$ 2,92	2,80 $\pm$ 0,24
Deneme 2 (D₂)	10	♂=40	8,73 $\pm$ 0,51	19,93 $\pm$ 3,20	2,98 $\pm$ 0,22
		♀=40	9,28 $\pm$ 0,47	21,21 $\pm$ 3,04	2,64 $\pm$ 0,22
		♂+♀=80	9,00 $\pm$ 0,56	20,57 $\pm$ 3,17	2,81 $\pm$ 0,28
	11	♂=40	8,76 $\pm$ 0,47	19,97 $\pm$ 3,34	2,95 $\pm$ 0,19
		♀=40	9,28 $\pm$ 0,54	21,41 $\pm$ 3,57	2,67 $\pm$ 0,23
		♂+♀=80	9,02 $\pm$ 0,57	20,69 $\pm$ 3,51	2,81 $\pm$ 0,25
Deneme 3 (D₃)	12	♂=40	8,78 $\pm$ 0,44	20,01 $\pm$ 3,05	2,95 $\pm$ 0,22
		♀=40	9,16 $\pm$ 0,41	20,37 $\pm$ 2,62	2,64 $\pm$ 0,14
		♂+♀=80	8,97 $\pm$ 0,47	20,19 $\pm$ 2,83	2,79 $\pm$ 0,24
Deneme 3 (D₃)	12	♂=40	8,82 $\pm$ 0,44	20,08 $\pm$ 2,90	2,92 $\pm$ 0,23
		♀=40	9,08 $\pm$ 0,44	20,20 $\pm$ 2,65	2,69 $\pm$ 0,18
		♂+♀=80	8,95 $\pm$ 0,45	20,14 $\pm$ 2,76	2,80 $\pm$ 0,23

2.1.4. Yem Materyali

Araştırma rasyonlarında kullanılan balık unu, soya küspesi, buğday unu, antibiyotik ve mineral karması Köy-Tür Yem Fabrikasından; vitamin karması (Rovimix 107) ve E vitamini (α -tocopherol acetat) Roch firmasından; dikalsiyum fosfat, tuz (sodyum fosfat) ve antioksidan maddeler sırasıyla Cemre, Dizdarer ve Asdal ilaç firmalarından; yemlerde kullanılan bitkisel yağ (ayçiçeği yağı) ise marketten temin edildi.

Araştırma rasyonlarında kullanılan yem maddelerinin ham besin madde içeriği Tablo 2.1.4.1’de gösterildi.

Tablo 2.1.4.1. Araştırma rasyonlarında kullanılan yem maddelerinin ham besin madde içeriği (%).

Ham Besin Maddeleri	Balık Unu	Soya Küspesi	Buğday Unu
Protein	62,05	41,12	9,89
Yağ	8,76	1,49	2,18
Kül	14,57	5,44	1,92
Selüloz	1,50	4,74	2,27
Azotsuz Öz Madde	4,92	35,01	71,24
Nem	8,20	12,20	12,50
Toplam	100,00	100,00	100,00

2.1.5. Araştırma Rasyonları

Bu araştırmada, tatlısu istakozlarının beslenmesi amacıyla kontrol (K) ve deneme yemlerinden (D₁, D₂ ve D₃) oluşan dört farklı rasyon kullanıldı. Kontrol rasyonu New (1976), Köksal (1988), Celada ve diğ. (1989), Reigh ve diğ. (1990), Ackefors ve diğ. (1992), Ravi ve diğ. (1999), tarafından yapılan çalışmalar göz önüne alınarak oluşturuldu. Bu yemdeki E vitamini düzeyi Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı’nda analiz edilerek 65,83 mg/kg olarak belirlendi. Kontrol rasyonuna ilave edilecek E vitamini miktarı He ve Lawrence (1993), Gimenez ve Fenucci (1998), Dandapat ve diğ. (2000), tarafından yapılan çalışmalar göz önüne alınarak belirlendi. Kontrol yemine 34,17 mg/kg, 84,17 mg/kg, 134,17 mg/kg oranlarında E vitamini (aktif madde oranı %98 olan α -tocopherol acetat) ilave ederek sırasıyla D₁, D₂, D₃ rasyonları oluşturuldu ve deneme 1 (D₁) 100 mg/kg vitamin E (α -tocopherol acetat), deneme 2 (D₂) 150 mg/kg vitamin E (α -tocopherol acetat) ve deneme 3 (D₃) 200 mg/kg vitamin E (α -tocopherol acetat) içerdi. Rasyonlardaki E vitamini miktarı soya küspesi miktarının azaltılmasıyla düzenlendi (Tablo 2.1.5.1).

Tablo 2.1.5.1. Araştırma rasyonlarının yapısına giren yem maddelerinin bileşimi ve ilave edilen E vitamini düzeyleri (%).

Yem Maddeleri	K	D ₁	D ₂	D ₃
Balık Unu	35,7800	35,7800	35,7800	35,7800
Soya Küspesi	38,6400	38,6366	38,6316	38,6266
Buğday Unu	19,3000	19,3000	19,3000	19,3000
Bitkisel Yağ	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000
Dikalsiyum fosfat	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
(Tuz)	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
Sodyum fosfat	0,1000	1,0000	1,0000	1,0000
Antibiyotik (Kavilaminisin)	0,1000	1,0000	1,0000	1,0000
Antioksidan ^a	0,1000	1,0000	1,0000	1,0000
Vitamin karması ^b	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
Mineral karması ^c	0,1800	0,1800	0,1800	0,1800
E Vitamini	0,0000	0,0034	0,0084	0,0134
Toplam	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000

(a) **Butylated hydroxysytoluene (BHT)**; 125,000 mg/kg.

(b) **Vitamin Karması (Rovimix 107)**: Her 5 kg Rovimix 107’de aktif madde olarak: A vitamini 10,000,000 IU, D₃ vitamini 1,000,000 IU, E vitamini 100,000 IU, K vitamini 15,000 mg, B₁ vitamini 5,000mg, B₂ vitamini 15,000 mg, Niacin 150,000 mg, Calcium D-Pantothenate 50,000 mg, B₆ vitamini 10,000 mg, B₁₂ vitamini 20 mg, Folic Acid 3,000 mg, D-Biotin 1,000 mg, Choline Chloride 500,000 mg ve C vitamini 300,000 mg içerir.

(c) **Mineral Karması (mg/kg)**: Mn 80,000, Fe 35,000, Zn 50,000, Cu 5,000, I 2,000, Co 400, Se 150.

Araştırma rasyonlarının ham besin madde miktarları Tablo 2.1.5.2’de, toplam enerji, protein/enerji düzeyleri, suda çözünme süresi, pH’sı, peletin çapı ve boyuna ait değerler ise Tablo 2.1.5.3’de verildi.

Tablo 2.1.5.2. Araştırma rasyonlarının ham besin madde düzeyleri (%).

Ham Besin Maddeleri	K
Protein	37,41
Yağ	7,60
Kül	14,95
Selüloz	4,00
Azotsuz Öz Madde	29,56
Nem	6,48
Toplam	100,00

Tablo 2.1.5.3. Rasyonların toplam enerji, protein/enerji düzeyleri, suda çözünme süresi, pH’sı, peletin çapı ve boyuna ait değerler.

Parametreler	K
Toplam Enerji (kkal /g)	3,246
Protein/Enerji (mg/kkal)	115,23
Suda çözünme süresi (dk)	55-60
pH	5,95-6,08
Pelet çapı (mm)	2-4
Pelet boyu (mm)	20-22

2.1.6. Araştırmada Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2.1.6.1’de verildi.

Tablo 2.1.6.1. Araştırma suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Özellikler	Miktarlar
Bulanıklık (NTU)	0
Sıcaklık (°C)	19
pH	7,5
Çözünmüş oksijen	5,6
Toplam sertlik	18 FS°
Toplam alkalinite	217 mgCaCO ₃ /L
Çözünmüş katı madde	230 mg/L
Kalsiyum	66 mg/L
Magnezyum	11,5 mg/L
Klorür	25,0 mg/L
Amonyak	0 mg/L

2.1.7. Diğer Araç ve Gereçler

Araştırmada, tatlısu istakozlarının canlı ağırlık tartımı 0,01 g hassasiyetli dijital terazi; total boyları 1 mm taksimatlı ölçüm tahtası; yumurta çapı ışık mikroskobu; suyun sıcaklığı termometre; pH’ı ve oksijen miktarı ‘Hanna-91140’ model oksijen metre kullanılarak belirlendi.

Rasyonların ham besin madde düzeylerinin tespitinde; makro keldal, soxlet cihazı, kül fırını, kurutma dolabı, desikatör; kas ve hepatopankreasdaki E vitamini ve lipid peroksidasyon miktarının belirlenmesinde spektrofotometre kullanıldı.

2.2. Metot

2.2.1. Araştırmanın Planlanması ve Kurulması

Araştırma süresi 12 ay olarak planlanan bu çalışmada; tatlısu istakozları adet/m³ stoklama oranında tesadüf parselleri deneme planına göre, her havuza 80 tatlısu istakozu (40 erkek-40 dişi) üç tekrarlı olmak üzere dört grup halinde stoklandı. Havuzlara eşit miktarda ve

yeterli düzeyde (0.5 L/sn) su akışı sağlandı. Havuzların tabanlarına gizlenme yeri oluşturmak amacıyla plastik borular (çap: 7 cm, boy: 25 cm) yerleştirildi. Yemlemeye geçilmeden önce K, D₁, D₂ ve D₃ havuzlarına bırakılan tatlısu istakozlarının canlı ağırlığı ve total boyu tespit edildi.

Tatlısu istakozlarına verilecek yem miktarının belirlenmesinde; su sıcaklığı ön planda tutuldu (Çetinkaya, 1995). Bu amaçla yemleme yapılacak tatlısu istakozlarının ortalama canlı ağırlıkları aylık, suyun sıcaklığı (°C) iki günde bir ölçüldü. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı (mg/L) ve pH değerleri iki haftalık periyotlarla belirlendi. Elde edilen bulgular ortalama değerler olarak verildi (Tablo 2.2.1.1). Tespit edilen günlük yem miktarı, tatlısu istakozlarına günde iki öğün halinde verildi (Velasco ve diğ., 1999).

Tatlısu istakozları havuzlara 09.07.2002 tarihinde yerleştirildi ve 1 ay süreyle ortama ve pelet yemle beslenmeye adepte olmaları için ticari alabalık yemi ile beslendi. Daha sonra, 1 hafta süreyle (08.08.2002-14.08.2002) kontrol rasyonu ile beslenerek, hem deneysel yemlere duyarlılığı artırıldı hem de dokulardaki mevcut vitaminleri tüketmeleri sağlandı (He ve Lawrence, 1993; Shiau ve Liu, 1994). Farklı oranlarda E vitamini ilave edilen yemlerle beslemeye ise 15.08.2002 tarihinde başlandı. 2003 yılının Ocak ve Şubat aylarında iklim şartlarının olumsuzluğu nedeniyle ölçümler yapılamadı. Ancak bu aylarda yemlemeye devam edildi.

Tablo 2.2.1.1. Araştırmanın yapıldığı havuzların aylık su sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen (mg/L) ve pH değerleri (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma'yı göstermektedir. Minimum ve maksimum değerler parantez içerisinde verilmiştir).

Aylar	Su Sıcaklığı	Çözünmüş Oksijen	pH
Ağustos (1)	22,50 $\pm$ 0,71 (21,50-24,00)	5,13 $\pm$ 0,10 (5,00-5,20)	7,65 $\pm$ 0,24 (7,40-7,90)
Eylül (2)	20,25 $\pm$ 1,16 (19,00-22,00)	5,70 $\pm$ 0,51 (5,20-6,40)	8,05 $\pm$ 0,17 (7,90-8,30)
Ekim (3)	16,55 $\pm$ 2,49 (12,00-19,50)	6,83 $\pm$ 0,10 (6,70-6,90)	7,93 $\pm$ 0,10 (7,80-8,00)
Kasım (4)	9,10 $\pm$ 2,23 (5,50-12,00)	7,58 $\pm$ 0,33 (7,20-8,00)	8,25 $\pm$ 0,13 (8,10-8,40)
Aralık (5)	4,15 $\pm$ 0,97 (3,00-5,50)	8,58 $\pm$ 0,10 (8,50-8,70)	8,15 $\pm$ 0,13 (8,00-8,30)
Mart (6)	4,40 $\pm$ 1,52 (3,00-7,50)	8,83 $\pm$ 0,29 (8,40-9,00)	8,23 $\pm$ 0,17 (8,00-8,40)
Nisan (7)	9,35 $\pm$ 1,76 (7,00-12,50)	7,90 $\pm$ 0,18 (7,70-8,10)	7,98 $\pm$ 0,17 (7,80-8,20)
Mayıs (8)	16,65 $\pm$ 1,99 (13,00-18,50)	6,85 $\pm$ 0,24 (6,50-7,00)	7,78 $\pm$ 0,13 (7,60-7,90)
Haziran (9)	19,20 $\pm$ 0,71 (18,00-20,00)	6,20 $\pm$ 0,08 (6,10-6,30)	7,58 $\pm$ 0,05 (7,50-7,60)
Temmuz (10)	20,25 $\pm$ 0,83 (19,00-21,50)	5,90 $\pm$ 0,12 (5,80-6,00)	7,85 $\pm$ 0,17 (7,70-8,00)

Ağustos (11)	22,40±0,46 (22,00-23,00)	5,55±0,17 (5,40-5,70)	8,05±0,06 (8,00-8,10)
-------------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------

2.2.2. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması

Rasyonları oluşturan yem maddeleri uygun bir karışımın sağlanması için öğütülerek uygun partikül büyüklüğüne (1-4 mm) getirildi. Sonra, bu yem maddeleri belirlenen oranlarda tartılarak homojen bir karışım sağlanacak şekilde karıştırıldı. Daha sonra, belirlenen oranlarda hazırlanan E vitamini yağın içerisinde iyice eritildi. Bu karışım homojen hale getirilmiş olan yem maddelerin ile karıştırıldı. Dikalsiyum fosfat, sodyum fosfat, avilamycine, antioksidan, vitamin ve mineral karmalarını içeren karışım, sıcaklığı 20 °C olan suda eritildi. Bu karışım da E vitamini ve yağ ilave edilen yem maddelerine 1/1 oranında ilave edilen su ile birlikte karıştırılarak katıldı. Hamur haline getirilen materyal kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirildi. Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip, soğutmalı etüvde 55 °C’de 24 saat bekletilerek kurutuldu (He ve diğ., 1992; He ve Lawrence, 1993; Baker, 1997). Fırından çıkarılan yemlerin büyüklükleri ise Tan ve Dominy (1997)’nin tavsiye etmiş oldukları pelet yem büyüklükleri esas alınarak hazırlandı.

2.2.3. Araştırma Rasyonlarının pH ve Suda Çözünürlük Sürelerinin Tespiti

Çalışmada kullanılan K, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarının pH düzeylerini tespit etmek amacıyla 100 cc distile suda (pH = 6,30, sıcaklık = 26,5 C°) 10 g yem eritilip süspanse hale getirildi. Daha sonra dijital bir pH metre ile ölçüm yapıldı. Araştırma rasyonlarının suda çözünme süreleri ise, içerisinde 100 cc distile su bulunan cam beherlere bırakılan pelet yemlerin fiziksel yapılarının dağılması gözlenerek tespit edildi (AOAC, 1984).

2.2.4. Araştırmada Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti

Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü’nde yapıldı (APHA, 1985).

2.2.5. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması

Tatlısu istakozlarının K, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenmesi sonucunda aşağıdaki parametreler, her grup için aylık periyotlarla tespit edildi. Bunlar:

2.2.5.1. Canlı Ağırlık Artışı (Ortalama Ağırlık Artışı, OAA)

Tatlısu istakozlarının canlı ağırlık artışlarının belirlenmesinde Trino ve diğ. (1992) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, canlı ağırlık artışı; tatlısu istakozlarının periyot sonu ortalama ağırlığından periyot başı ortalama ağırlığının çıkarılmasıyla bulundu. Ortalama canlı ağırlık ise toplam ağırlığın birey sayısına bölünmesiyle tespit edildi.

$$OAA = \text{Deneme Sonu Ort. Ağ.} - \text{Deneme Başı Ort. Ağ.} \quad (\text{Trino ve diğ., 1992})$$

2.2.5.2. Oransal Büyüme (Relatif Büyüme, OB)

Tatlısu istakozlarının oransal büyüme oranlarının belirlenmesinde Shiau ve Lung (1993) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, oransal büyüme deneme sonu ortalama ağırlığın deneme başı ortalama ağırlığına oranlanmasıyla belirlendi. Oransal büyüme aşağıdaki eşitlikle bulundu:

$$OB = \frac{(\text{Deneme sonu Ort.Ağ.} - \text{Deneme Başı Ort. Ağ.})}{(\text{Deneme Başı Ort. Ağ.})} \times 100$$

(Shiau ve Lung, 1993)

2.2.5.3. Spesifik Büyüme Oranı (Günlük %'de Ağırlık Artışı, SBO)

Tatlısu istakozlarının ağırlıkça spesifik büyüme oranları, Ravi ve diğ. (1999) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı. Ağırlıkça spesifik büyüme oranı tatlısu istakozlarının bir günde kendi ağırlığının yüzde kaç kadar büyüdüğünü ifade etmekte ve tatlısu istakozlarının büyümesini ifade açısından daha rasyonel bir parametre olarak kullanılmaktadır.

$$SBO = \frac{[(\text{Log}_e \text{ Deneme sonu Ort.Ağ.}) - (\text{Log}_e \text{ Deneme Başı Ort.Ağ.})]}{\text{Deneme Süresi}} \times 100 \quad (\text{Ravi ve diğ., 1999})$$

2.2.5.4. Kondisyon Faktörü (K):

Tatlısu istakozlarına verilen yemin kondisyonu üzerindeki etkisi kantitatif olarak belirlendi. Kondisyon faktörünün hesaplanmasında Hajra ve diğ. (1988) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Kondisyon faktörü aşağıdaki eşitlikle bulundu:

$$K = [(\text{Kerevit ağırlığı (g)}) / (\text{Kerevit boyu (cm)})^3] \times 100 \text{ (Hajra ve diğ., 1988)}$$

2.2.5.5. Canlı Ağırlığa Göre Günlük Yem Tüketimi (% CAGYT)

Tatlısu istakozlarının canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimlerinin hesaplanmasında Çetinkaya (1995) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Ağırlık artışının en yüksek bulunduğu yemleme oranı aşağıda verilen formül yardımıyla belirlendi:

$$\text{CAGYT}(\%) = [Y / S \times \text{DSOBA} \times \text{OBS}] \times 100 \text{ (Çetinkaya, 1995)}$$

CAGYT: Canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimi (Kerevit ağırlığının %'si)

Y= Deneme süresince tüketilen yem miktarı (g)

S= Deneme süresi (gün)

DSOBA= Deneme sonu ortalama ferdi kerevit ağırlığı (g)

OBS= Ortalama kerevit sayısı (Deneme başı kerevit sayısı + Deneme sonu kerevit sayısı)/2

2.2.5.6. Yem Dönüşüm Oranı (YDO)

Yem dönüşüm oranının hesaplanmasında Trino ve diğ. (1992) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Yem dönüşüm oranı; bir birim canlı ağırlık artışı için ne kadar yem tüketildiğini ifade etmektedir. Yem dönüşüm oranı; araştırma süresince tüketilen toplam yem miktarı ve tatlısu istakozlarının o süre içerisinde sağladıkları toplam canlı ağırlık artışı kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla bulundu:

$$\text{YDO} = \text{Verilen yemlerin toplam miktarı (g)} / \text{Kerevit ağırlığındaki toplam kazanç (g)} \text{ (Trino ve diğ., 1992)}$$

2.2.5.7. Yem Etkinlik Oranı (YEO)

Tatlısu istakozlarının yem etkinlik oranının hesaplanmasında Shiau ve Liu (1994) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Yem etkinlik oranının bilinmesi alınan yemin ne ölçüde

kerevit ağırlığına dönüştüğünün belirlenmesine yarar. Yem etkinli oranı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı.

(YEO= [(Deneme Sonu Ağ. - Deneme Başı Ağ.) / Toplam Tüketilen Yem (g)]) (Shiau ve Liu,1994)

2.2.5.8. Protein Etkinlik Oranı (PEO)

Protein etkinlik oranının hesaplanmasında Shiau ve Liu (1994) tarafından bildirilen yöntem kullanıldı. Protein etkinlik oranı yem proteinlerinin ne ölçüde istakoz ağırlığına dönüştüğünün genel bir göstergesidir. Bu parametre, kullanılan protein kaynaklarının etkinliği hakkında önemli bilgi verir. Protein etkinlik oranı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı:

PEO = (Deneme Sonu Ağ. - Deneme Başı Ağ.) / Yemle alınan protein (g) ((Shiau ve Liu,1994)

2.2.5.9. Yaşama Oranı (YO)

Tatlısu istakozlarının yaşama oranlarının hesaplanmasında Ravi ve diğ. (1999) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Yaşama oranı; verilen yemin tatlısu istakozunun yaşama oranına etkisini araştırmak için kullanılan parametredir. Hayatta kalan tatlısu istakozlarının deneme başındaki tatlısu istakozu sayısına oranı şeklinde ifade edilir. Yaşama oranı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı:

YO (%) = (Den.Boy. Hayatta Kalan Kerevit. Sayısı) / (Den. Baş. Kerevit.Sayı) x 100 (Ravi ve diğ., 1999)

2.2.5.10. Hepatosomatik İndeks (HSİ)

Hepatosomatik indeks tatlısu istakozlarında metabolizma için anahtar organ olan hepatopankreasın yapılan besleme denemelerinden nasıl etkilendiğinin araştırmasında kullanılır. Bu değerin hesaplanmasında Ravi ve diğ. (1999) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı ve aşağıdaki eşitlikle bulundu:

HSİ= [(Hepatopankreasın Ağ. (g) / Kerevit Ağ. (g)] x 100 (Ravi ve diğ., 1999)

2.2.5.11. Abdomendeki Yumurta Sayısı, Yumurta Çapı ve I. Devre Yavru Sayısı

Tatlısu istakozları 1 Ocak 2002 tarihinde yumurtlamaya başladılar. İlk birinci devre yavru ise 1 Haziran 2002’de görüldü. E vitamininin yumurta verimine ve yumurta çapına etkisini tespit etmek için yumurtalı dişiler her bir tekrardan rastgele seçildi. Dişilerin geri kalanı I. devre yavru sayısını belirlemek için muhafaza edildi. Her bir dişinin yumurta ve I. devre yavru sayısı sırasıyla 15 Ocak 2002 ve 1-5 Haziran 2002 tarihlerinde pensle ayrılarak sayıldı. Yumurta çapı, yumurtalar abdomenden ayrıldıktan sonra ışık mikroskobu kullanılarak hassas olarak ölçüldü. Her bir dişi bireyin ağırlıkları tartılıp total uzunlukları belirlendi.

2.2.5.12. Doku E Vitamini Tayini

Doku E vitamini tayini Bieri ve diğ., (1961), Tsnen (1961) ve Martinek (1964)’in bildirdikleri metotlara göre spektrofotometre ile yapıldı.

Prensip: Askorbik asit ile oksidasyonu önlenen örnek, potasyum hidroksit (KOH) ile saponifiye edilir. Bathofenontrilin substratı ile Fe^{+2} ’nin reaksiyonu sonucu meydana gelen renk değişiminin 535 nm’de spektrofotometrik olarak ölçümü ile E vitamini belirlenir.

Araştırma rasyonlarının (K, D₁, D₂, D₃) kerevitlerin kas ve hepatopankreas dokularındaki E vitamini birikimine etkisini belirlemek amacıyla her bir gruptan 24 adet olmak üzere toplam 96 adet kerevit incelendi.

2.2.5.13. Doku Lipid Peroksidasyon Tayini

Doku lipid peroksidasyon tayini (malondialdehit) Placer ve diğ. (1966)’nin tanımladığı yöntemle göre spektrofotometrik olarak belirlendi.

Prensip: pH’nın 3,4 olduğu aerobik bir ortamda Tiyobarbitürik Asit (TBA) ile plazmanın 100 °C’de inkubasyonu, lipid peroksidasyonun sekonder bir ürünü olarak Malondialdehiti (MDA) oluşturmaktadır. Oluşan MDA, TBA ile pembe renkli bir kompleks yapar. Pembe rengin 532 nm’de spektrofotometrik olarak ölçümü ile lipid peroksidasyon saptanır.

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitlerin kas ve hepatopankreas dokularındaki lipid peroksidasyon düzeyini belirlemek amacıyla her bir gruptan 24 adet olmak üzere toplam 96 adet kerevit incelendi.

2.2.5.14. Verilerin Değerlendirilmesi

Kontrol (K) ve deneme yemlerinden (D₁, D₂ ve D₃) oluşan dört farklı rasyonla yapılan besleme sonucunda elde edilen değerler istatistiksel analize tabi tutuldu. İncelenen parametrelere ait değerlerin ortalama ve standart sapmalarının hesaplanması, gruplar arası farklılığın önem derecesinin tespitinde kullanılan One Way Anova Testi'nin yapılması için "SPSS®10,0" paket programı kullanıldı (Özdamar, 2001).

3. BULGULAR

Bu çalışmada, tatlısu istakozu rasyonlarına (Kontrol (K), Deneme 1 (D₁), Deneme 2 (D₂), Deneme 3 (D₃)) farklı oranlarda E vitamini katılmasının; tatlısu istakozunun (*A. leptodactylus*) aylık canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, günlük yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, yem etkinlik oranı, protein etkinlik oranı, yaşama oranı oniki aylık süre sonunda hepatosomatik index, kerevit etindeki ve hepatopankreasındaki lipid peroksidasyon düzeyi, E vitamini değeri, çalışmanın devam ettiği süre içerisinde ise yumurta ve I. devre yavru verimine etkisinin ortaya konması amaçlandı.

Çalışma sonucunda elde edilen, araştırma gruplarındaki kerevitlerin ortalama canlı ağırlıkları Tablo 3.1'de, total boyları Tablo 3.2'de, canlı ağırlık artışları Tablo 3.3'de, oransal büyümeleri Tablo 3.4'de, spesifik büyüme oranları Tablo 3.5'de, kondisyon faktörleri Tablo 3.6'da, aylık ve canlı ağırlığa göre günlük ferdi yem tüketimleri Tablo 3.7'de, yem dönüşüm oranları Tablo 3.8'de, yem etkinlik oranları Tablo 3.9'da, protein etkinlik oranları Tablo 3.10'da, yaşama oranları Tablo 3.11'de, hepatosomatik indeksleri Tablo 3.12'de, yumurta sayıları ve çapları Tablo 3.13'de, I. devre yavru sayıları Tablo 3.14'de, kas ve hepatopankreasdaki E vitamini değerleri Tablo 3.15'de, kas ve hepatopankreasdaki lipid peroksidasyon düzeyleri ise Tablo 3.16'da verildi.

Araştırma gruplarının aylara göre ortalama canlı ağırlık (CA) değerleri arasındaki farklılıkların erkek bireylerde ve erkek ile dişi bireylerin toplamının bulunduğu gruplarda çalışma süresince önemsiz ($p>0,05$) olduğu tespit edildi (Tablo 3.1). Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu aylardaki ortalama CA değerleri arasındaki farklılıkların Duncan testine göre dişi bireylerde sırasıyla $p<0,01$, $p<0,01$ ve $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu görüldü.

Tablo 3.1. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre canlı ağırlıkları (g) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂=480	19,76 $\pm$ 2,62	19,90 $\pm$ 2,65	19,92 $\pm$ 2,91	20,02 $\pm$ 3,08	-
	♀=480	21,13 $\pm$ 3,00	20,95 $\pm$ 3,30	21,28 $\pm$ 3,13	20,66 $\pm$ 3,00	-
	♂+♀=960	20,44 $\pm$ 2,89	20,43 $\pm$ 3,03	20,60 $\pm$ 3,09	20,34 $\pm$ 3,05	-
Eylül (2)	♂=385	22,28 $\pm$ 3,50	22,40 $\pm$ 3,67	22,36 $\pm$ 3,76	22,51 $\pm$ 3,83	-
	♀=422	22,98 $\pm$ 3,57	22,79 $\pm$ 3,52	23,16 $\pm$ 3,44	22,54 $\pm$ 3,44	-
	♂+♀=807	22,65 $\pm$ 3,55	22,60 $\pm$ 3,60	22,76 $\pm$ 3,62	22,53 $\pm$ 3,61	-
Ekim (3)	♂=332	27,43 $\pm$ 4,43	27,34 $\pm$ 3,52	27,41 $\pm$ 3,65	27,52 $\pm$ 3,97	-
	♀=376	26,30 $\pm$ 3,64	26,20 $\pm$ 3,71	26,37 $\pm$ 3,67	25,92 $\pm$ 3,96	-
	♂+♀=708	26,86 $\pm$ 4,07	26,71 $\pm$ 3,66	26,84 $\pm$ 3,69	26,68 $\pm$ 4,04	-
Kasım (4)	♂=321	28,22 $\pm$ 4,17	28,14 $\pm$ 3,80	28,15 $\pm$ 4,28	28,33 $\pm$ 3,81	-
	♀=357	26,88 $\pm$ 3,79	26,78 $\pm$ 3,71	26,94 $\pm$ 3,26	26,50 $\pm$ 3,81	-
	♂+♀=678	27,54 $\pm$ 4,02	27,40 $\pm$ 3,80	27,49 $\pm$ 3,78	27,36 $\pm$ 3,91	-
Aralık (5)	♂=310	28,66 $\pm$ 4,16	28,59 $\pm$ 3,96	28,60 $\pm$ 4,26	28,78 $\pm$ 4,45	-
	♀=353	27,25 $\pm$ 3,91	27,19 $\pm$ 3,49	27,32 $\pm$ 3,44	26,90 $\pm$ 3,68	-
	♂+♀=663	27,93 $\pm$ 4,08	27,84 $\pm$ 3,77	27,89 $\pm$ 3,87	27,79 $\pm$ 4,16	-
Mart (6)	♂=288	27,80 $\pm$ 4,06	27,72 $\pm$ 3,92	27,73 $\pm$ 4,43	27,89 $\pm$ 4,50	-
	♀=326	26,76 $\pm$ 3,84	26,94 $\pm$ 3,77	28,18 $\pm$ 3,99	26,64 $\pm$ 4,03	-
	♂+♀=614	27,30 $\pm$ 3,98	27,28 $\pm$ 3,84	27,97 $\pm$ 4,19	27,20 $\pm$ 4,28	-
Nisan (7)	♂=273	28,12 $\pm$ 4,21	28,07 $\pm$ 3,78	28,12 $\pm$ 4,28	28,24 $\pm$ 4,56	-
	♀=317	26,48 $\pm$ 3,85 ^b	26,72 $\pm$ 3,82 ^b	28,45 $\pm$ 3,59 ^a	26,43 $\pm$ 3,86 ^b	**
	♂+♀=590	27,30 $\pm$ 4,10	27,34 $\pm$ 3,85	28,30 $\pm$ 3,90	27,23 $\pm$ 4,26	-
Mayıs (8)	♂=257	28,23 $\pm$ 3,92	28,23 $\pm$ 3,30	28,29 $\pm$ 4,29	28,38 $\pm$ 4,54	-
	♀=303	26,80 $\pm$ 3,50 ^b	27,12 $\pm$ 3,81 ^b	28,84 $\pm$ 3,20 ^a	26,77 $\pm$ 4,16 ^b	**
	♂+♀=560	27,53 $\pm$ 3,77	27,61 $\pm$ 3,62	28,59 $\pm$ 3,73	27,47 $\pm$ 4,39	-
Haziran (9)	♂=239	28,80 $\pm$ 3,76	28,83 $\pm$ 3,95	28,87 $\pm$ 4,23	28,95 $\pm$ 4,45	-
	♀=264	26,66 $\pm$ 3,05 ^b	27,01 $\pm$ 3,32 ^b	28,18 $\pm$ 3,05 ^a	26,58 $\pm$ 3,55 ^b	*
	♂+♀=503	27,79 $\pm$ 3,59	27,87 $\pm$ 3,74	28,51 $\pm$ 3,66	27,59 $\pm$ 4,11	-
Temmuz (10)	♂=223	30,37 $\pm$ 4,16	30,49 $\pm$ 3,58	30,59 $\pm$ 5,11	30,52 $\pm$ 4,53	-
	♀=239	27,29 $\pm$ 2,80	27,68 $\pm$ 3,59	28,61 $\pm$ 3,54	27,09 $\pm$ 3,55	-
	♂+♀=462	28,94 $\pm$ 3,89	29,08 $\pm$ 3,84	29,57 $\pm$ 4,46	28,52 $\pm$ 4,32	-
Ağustos (11)	♂=198	33,29 $\pm$ 5,28	33,54 $\pm$ 4,22	33,71 $\pm$ 5,13	33,48 $\pm$ 5,96	-
	♀=205	28,54 $\pm$ 3,49	29,02 $\pm$ 3,69	29,73 $\pm$ 3,34	28,58 $\pm$ 4,01	-
	♂+♀=403	30,95 $\pm$ 5,06	31,30 $\pm$ 4,56	31,63 $\pm$ 4,71	30,88 $\pm$ 5,57	-

^([a,b]) Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

∴ p>0,05, *: p<0,05, **: p<0,01

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ gruplarındaki kerevitlerin ortalama total boy (TB) değerleri arasındaki farklılıkların çalışma süresince önemsiz (p>0,05) olduğu tespit edildi (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre total boyları (cm) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂=480	8,76 $\pm$ 0,40	8,74 $\pm$ 0,39	8,74 $\pm$ 0,44	8,79 $\pm$ 0,45	-
	♀=480	9,28 $\pm$ 0,49	9,21 $\pm$ 0,49	9,30 $\pm$ 0,52	9,17 $\pm$ 0,47	-
	♂+♀=960	9,02 $\pm$ 0,52	8,97 $\pm$ 0,50	9,02 $\pm$ 0,56	8,98 $\pm$ 0,50	-
Eylül (2)	♂=385	9,15 $\pm$ 0,51	9,22 $\pm$ 0,50	9,16 $\pm$ 0,51	9,21 $\pm$ 0,50	-
	♀=422	9,54 $\pm$ 0,44	9,48 $\pm$ 0,38	9,60 $\pm$ 0,54	9,47 $\pm$ 0,54	-
	♂+♀=807	9,35 $\pm$ 0,51	9,35 $\pm$ 0,46	9,38 $\pm$ 0,57	9,35 $\pm$ 0,54	-
Ekim (3)	♂=332	9,61 $\pm$ 0,52	9,68 $\pm$ 0,41	9,64 $\pm$ 0,47	9,68 $\pm$ 0,50	-
	♀=376	9,80 $\pm$ 0,45	9,74 $\pm$ 0,32	9,77 $\pm$ 0,64	9,73 $\pm$ 0,68	-
	♂+♀=708	9,70 $\pm$ 0,50	9,71 $\pm$ 0,36	9,71 $\pm$ 0,57	9,71 $\pm$ 0,60	-
Kasım (4)	♂=321	9,81 $\pm$ 0,52	9,78 $\pm$ 0,49	9,74 $\pm$ 0,61	9,82 $\pm$ 0,47	-
	♀=357	10,05 $\pm$ 0,53	9,99 $\pm$ 0,54	10,01 $\pm$ 0,56	9,95 $\pm$ 0,60	-
	♂+♀=678	9,93 $\pm$ 0,54	9,90 $\pm$ 0,53	9,89 $\pm$ 0,59	9,88 $\pm$ 0,54	-
Aralık (5)	♂=310	9,81 $\pm$ 0,52	9,80 $\pm$ 0,57	9,83 $\pm$ 0,63	9,79 $\pm$ 0,64	-
	♀=353	9,97 $\pm$ 0,53	9,95 $\pm$ 0,48	9,96 $\pm$ 0,51	9,97 $\pm$ 0,55	-
	♂+♀=663	9,89 $\pm$ 0,53	9,88 $\pm$ 0,53	9,90 $\pm$ 0,57	9,88 $\pm$ 0,60	-
Mart (6)	♂=288	9,76 $\pm$ 0,52	9,74 $\pm$ 0,65	9,70 $\pm$ 0,65	9,70 $\pm$ 0,73	-
	♀=326	9,93 $\pm$ 0,55	9,94 $\pm$ 0,57	9,91 $\pm$ 0,60	9,90 $\pm$ 0,62	-
	♂+♀=614	9,84 $\pm$ 0,54	9,85 $\pm$ 0,62	9,82 $\pm$ 0,63	9,81 $\pm$ 0,67	-
Nisan (7)	♂=273	9,66 $\pm$ 0,60	9,68 $\pm$ 0,59	9,67 $\pm$ 0,61	9,66 $\pm$ 0,73	-
	♀=317	9,83 $\pm$ 0,61	9,85 $\pm$ 0,57	9,94 $\pm$ 0,63	9,85 $\pm$ 0,62	-
	♂+♀=590	9,74 $\pm$ 0,61	9,78 $\pm$ 0,59	9,82 $\pm$ 0,63	9,77 $\pm$ 0,68	-
Mayıs (8)	♂=257	9,68 $\pm$ 0,57	9,69 $\pm$ 0,57	9,66 $\pm$ 0,68	9,67 $\pm$ 0,74	-
	♀=303	9,90 $\pm$ 0,58	9,89 $\pm$ 0,53	9,93 $\pm$ 0,58	9,86 $\pm$ 0,63	-
	♂+♀=560	9,79 $\pm$ 0,58	9,81 $\pm$ 0,55	9,81 $\pm$ 0,64	9,77 $\pm$ 0,68	-
Haziran (9)	♂=239	9,77 $\pm$ 0,61	9,77 $\pm$ 0,65	9,79 $\pm$ 0,67	9,76 $\pm$ 0,67	-
	♀=264	9,94 $\pm$ 0,54	9,92 $\pm$ 0,54	10,05 $\pm$ 0,56	9,93 $\pm$ 0,60	-
	♂+♀=503	9,86 $\pm$ 0,58	9,85 $\pm$ 0,60	9,93 $\pm$ 0,62	9,86 $\pm$ 0,63	-
Temmuz (10)	♂=223	10,08 $\pm$ 0,55	10,12 $\pm$ 0,53	10,11 $\pm$ 0,67	10,12 $\pm$ 0,65	-
	♀=239	10,14 $\pm$ 0,45	10,16 $\pm$ 0,62	10,21 $\pm$ 0,65	10,04 $\pm$ 0,62	-
	♂+♀=462	10,11 $\pm$ 0,50	10,14 $\pm$ 0,58	10,16 $\pm$ 0,66	10,08 $\pm$ 0,63	-
Ağustos (11)	♂=198	10,41 $\pm$ 0,70	10,49 $\pm$ 0,60	10,44 $\pm$ 0,70	10,43 $\pm$ 0,77	-
	♀=205	10,22 $\pm$ 0,62	10,24 $\pm$ 0,66	10,37 $\pm$ 0,57	10,21 $\pm$ 0,73	-
	♂+♀=403	10,32 $\pm$ 0,66	10,36 $\pm$ 0,64	10,40 $\pm$ 0,63	10,31 $\pm$ 0,76	-

-: $p>0,05$

Araştırma gruplarındaki erkek bireylerin ortalama canlı ağırlık artışı (OAA), oransal büyüme (OB) ve spesifik büyüme oranı (SBO) değerlerindeki farklılığın çalışma süresince önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlendi (Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5). Dişi bireylerde ve erkek ile dişi bireylerin toplamında farklılıklar 5. ve 6. aylarda önemli iken ($p<0,001$), bu farklılık 8. ayda dişi bireylerde ($p<0,001$) ve erkek ile dişi bireylerin toplamında ($p<0,01$) önemli bulundu.

Tablo 3.3. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre canlı ağırlık artışları (g) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂=480	2,49 $\pm$ 0,07	2,50 $\pm$ 0,12	2,44 $\pm$ 0,26	2,49 $\pm$ 0,21	-
	♀=480	1,85 $\pm$ 0,11	1,83 $\pm$ 0,11	1,87 $\pm$ 0,06	1,87 $\pm$ 0,08	-
	♂+♀=960	2,19 $\pm$ 0,09	2,17 $\pm$ 0,05	2,16 $\pm$ 0,10	2,18 $\pm$ 0,13	-
Eylül (2)	♂=385	5,16 $\pm$ 0,19	4,94 $\pm$ 0,21	5,03 $\pm$ 0,45	5,01 $\pm$ 0,22	-
	♀=422	3,36 $\pm$ 0,41	3,42 $\pm$ 0,26	3,18 $\pm$ 0,47	3,38 $\pm$ 0,03	-
	♂+♀=807	4,12 $\pm$ 0,27	4,11 $\pm$ 0,21	4,06 $\pm$ 0,24	4,15 $\pm$ 0,12	-
Ekim (3)	♂=332	0,78 $\pm$ 0,04	0,79 $\pm$ 0,06	0,76 $\pm$ 0,19	0,81 $\pm$ 0,02	-
	♀=376	0,57 $\pm$ 0,02	0,58 $\pm$ 0,05	0,56 $\pm$ 0,02	0,58 $\pm$ 0,07	-
	♂+♀=708	0,68 $\pm$ 0,02	0,69 $\pm$ 0,02	0,64 $\pm$ 0,11	0,69 $\pm$ 0,11	-
Kasım (4)	♂=321	0,43 $\pm$ 0,05	0,46 $\pm$ 0,05	0,45 $\pm$ 0,02	0,44 $\pm$ 0,01	-
	♀=357	0,37 $\pm$ 0,03	0,41 $\pm$ 0,06	0,37 $\pm$ 0,07	0,43 $\pm$ 0,05	-
	♂+♀=678	0,39 $\pm$ 0,06	0,44 $\pm$ 0,04	0,41 $\pm$ 0,04	0,44 $\pm$ 0,01	-
Aralık (5)	♂=310	-0,87 $\pm$ 0,08	-0,90 $\pm$ 0,01	-0,86 $\pm$ 0,03	-0,90 $\pm$ 0,02	-
	♀=353	-0,50 $\pm$ 0,0 ^c	-0,25 $\pm$ 0,05 ^b	0,87 $\pm$ 0,07 ^a	-0,28 $\pm$ 0,02 ^b	***
	♂+♀=663	-0,63 $\pm$ 0,11 ^b	-0,56 $\pm$ 0,04 ^b	0,09 $\pm$ 0,13 ^a	-0,61 $\pm$ 0,04 ^b	***
Mart (6)	♂=288	0,34 $\pm$ 0,02	0,35 $\pm$ 0,02	0,39 $\pm$ 0,01	0,34 $\pm$ 0,04	-
	♀=326	-0,30 $\pm$ 0,09 ^b	-0,22 $\pm$ 0,06 ^b	0,27 $\pm$ 0,04 ^a	-0,21 $\pm$ 0,05 ^b	***
	♂+♀=614	0,01 $\pm$ 0,04 ^b	0,05 $\pm$ 0,05 ^b	0,33 $\pm$ 0,02 ^a	0,02 $\pm$ 0,01 ^b	***
Nisan (7)	♂=273	0,11 $\pm$ 0,02	0,14 $\pm$ 0,07	0,16 $\pm$ 0,04	0,16 $\pm$ 0,07	-
	♀=317	0,30 $\pm$ 0,04	0,40 $\pm$ 0,11	0,39 $\pm$ 0,09	0,34 $\pm$ 0,04	-
	♂+♀=590	0,20 $\pm$ 0,04	0,28 $\pm$ 0,07	0,29 $\pm$ 0,05	0,24 $\pm$ 0,03	-
Mayıs (8)	♂=257	0,57 $\pm$ 0,01	0,63 $\pm$ 0,14	0,56 $\pm$ 0,04	0,59 $\pm$ 0,07	-
	♀=303	-0,18 $\pm$ 0,03 ^b	-0,16 $\pm$ 0,02 ^b	-0,69 $\pm$ 0,16 ^a	-0,15 $\pm$ 0,03 ^b	***
	♂+♀=560	0,25 $\pm$ 0,05 ^b	0,26 $\pm$ 0,12 ^b	-0,09 $\pm$ 0,04 ^a	0,14 $\pm$ 0,13 ^b	**
Haziran (9)	♂=239	1,57 $\pm$ 0,14	1,65 $\pm$ 0,05	1,69 $\pm$ 0,09	1,55 $\pm$ 0,13	-
	♀=264	0,61 $\pm$ 0,12	0,66 $\pm$ 0,09	0,48 $\pm$ 0,17	0,52 $\pm$ 0,09	-
	♂+♀=503	1,15 $\pm$ 0,06	1,19 $\pm$ 0,20	1,07 $\pm$ 0,23	0,91 $\pm$ 0,14	-
Temmuz (10)	♂=223	2,92 $\pm$ 0,19	3,16 $\pm$ 0,51	3,22 $\pm$ 0,68	2,82 $\pm$ 0,57	-
	♀=239	1,27 $\pm$ 0,18	1,34 $\pm$ 0,12	1,10 $\pm$ 0,15	1,47 $\pm$ 0,13	-
	♂+♀=462	2,03 $\pm$ 0,32	2,23 $\pm$ 0,14	2,06 $\pm$ 0,15	2,29 $\pm$ 0,28	-
Ortalama	♂	1,35 $\pm$ 0,55	1,37 $\pm$ 0,54	1,38 $\pm$ 0,55	1,33 $\pm$ 0,54	-
	♀	0,74 $\pm$ 0,37	0,80 $\pm$ 0,36	0,74 $\pm$ 0,34	0,80 $\pm$ 0,36	-
	♂+♀	1,04 $\pm$ 0,44	1,09 $\pm$ 0,44	1,10 $\pm$ 0,41	1,05 $\pm$ 0,45	-

((a,b)) Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

-.: p>0,05, *: p<0,05, **: p<0,01, ***p<0,001

Tablo 3.4. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre oransal büyümeleri (%) (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂=480	12,64	12,56	12,27	12,46	-
	♀=480	8,74	8,75	8,77	9,07	-
	♂+♀=960	10,73	10,64	10,49	10,73	-
Eylül (2)	♂=385	23,19	22,06	22,50	22,27	-
	♀=422	14,63	15,01	13,74	15,03	-
	♂+♀=807	18,68	18,20	17,84	18,42	-
Ekim (3)	♂=332	2,85	2,89	2,78	2,94	-
	♀=376	2,16	2,23	2,14	2,23	-
	♂+♀=708	2,52	2,58	2,40	2,60	-
Kasım (4)	♂=321	1,55	1,62	1,61	1,58	-
	♀=357	1,36	1,53	1,38 $\pm$	1,63	-
	♂+♀=678	1,40	1,59	1,48 $\pm$	1,62	-
Aralık (5)	♂=310	-3,04	-3,15	-3,02	-3,14	-
	♀=353	-1,85 ^c	-0,91 ^b	3,18 ^a	-1,03 ^b	***
	♂+♀=663	-2,27 ^b	-2,01 ^b	0,31 ^a	-2,19 ^b	***
Mart (6)	♂=288	1,21	1,26	1,39	1,23	-
	♀=326	-1,12 ^b	-0,80 ^b	0,96 ^a	-0,79 ^b	***
	♂+♀=614	0,04 ^b	0,20 ^b	1,19 ^a	0,09 ^b	***
Nisan (7)	♂=273	0,38	0,51	0,58	0,57	-
	♀=317	1,12	1,51	1,37	1,30	-
	♂+♀=590	0,74	1,02	1,03	0,89	-
Mayıs (8)	♂=257	2,03	2,24	1,99	2,09	-
	♀=303	-0,69 ^a	-0,58 ^a	-2,40 ^b	-0,56 ^a	***
	♂+♀=560	0,92 ^a	0,93 ^a	-0,30 ^b	0,50 ^a	**
Haziran (9)	♂=239	5,47	5,74	5,85	5,34	-
	♀=264	2,28	2,45	1,72	1,94	-
	♂+♀=503	4,14	4,28	3,77	3,31	-
Temmuz (10)	♂=223	9,62	10,36	10,55	9,25	-
	♀=239	4,69	4,84	4,23	5,27	-
	♂+♀=462	7,04	7,69	7,15	8,01	-
Ortalama	♂	3,59 $\pm$ 1,45	5,61 $\pm$ 2,35	5,65 $\pm$ 2,38	5,46 $\pm$ 2,34	-
	♀	3,13 $\pm$ 1,61	3,40 $\pm$ 1,59	3,51 $\pm$ 1,45	3,41 $\pm$ 1,62	-
	♂+♀	4,39 $\pm$ 1,98	4,51 $\pm$ 1,93	4,54 $\pm$ 1,82	4,40 $\pm$ 1,98	-

([a,c]) Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

-.: p>0,05, *: p< 0,05, **: p<0,01, ***p<0,001

Tablo 3.5. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre ortalama spesifik büyüme oranları (%).

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂=480	0,40	0,39	0,38	0,39	-
	♀=480	0,27	0,28	0,28	0,29	-
	♂+♀=960	0,34	0,33	0,33	0,34	-
Eylül (2)	♂=385	0,70	0,66	0,68	0,67	-
	♀=422	0,45	0,47	0,43	0,47	-
	♂+♀=807	0,57	0,56	0,55	0,56	-
Ekim (3)	♂=332	0,10	0,10	0,09	0,10	-
	♀=376	0,07	0,07	0,07	0,08	-
	♂+♀=708	0,08	0,08	0,08	0,08	-
Kasım (4)	♂=321	0,05	0,05	0,05	0,05	-
	♀=357	0,04	0,05	0,05	0,05	-
	♂+♀=678	0,05	0,05	0,05	0,05	-
Aralık (5)	♂=310	-0,10	-0,11	-0,10	-0,11	-
	♀=353	-0,06 ^c	-0,03 ^b	0,10 ^a	-0,03 ^b	***
	♂+♀=663	-0,07 ^b	-0,06 ^b	0,01 ^a	-0,07 ^b	***
Mart (6)	♂=288	0,04	0,04	0,05	0,04	-
	♀=326	-0,03 ^b	-0,02 ^b	0,03 ^a	-0,03 ^b	***
	♂+♀=614	0,01 ^b	0,01 ^b	0,04 ^a	0,01 ^b	***
Nisan (7)	♂=273	0,01	0,02	0,02	0,02	-
	♀=317	0,04	0,05	0,05	0,04	-
	♂+♀=590	0,02	0,03	0,03	0,03	-
Mayıs (8)	♂=257	0,07	0,07	0,07	0,07	-
	♀=303	-0,02 ^a	-0,02 ^a	-0,06 ^b	-0,02 ^a	***
	♂+♀=560	0,03 ^a	0,03 ^a	-0,01 ^b	0,02 ^a	**
Haziran (9)	♂=239	0,18	0,19	0,19	0,17	-
	♀=264	0,08	0,08	0,06	0,06	-
	♂+♀=503	0,14	0,14	0,12	0,11	-
Temmuz (10)	♂=223	0,31	0,33	0,33	0,29	-
	♀=239	0,15	0,16	0,15	0,18	-
	♂+♀=462	0,23	0,25	0,23	0,26	-
Ortalama	♂	0,18±0,07	0,17±0,07	0,18±0,07	0,17±0,07	-
	♀	0,10±0,05	0,11±0,05	0,12±0,04	0,11±0,05	-
	♂+♀	0,14±0,06	0,14±0,05	0,14±0,06	0,14±0,06	-

((a,c)) Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

-.: p>0,05, *: p<0,05, **: p<0,01, ***p<0,001

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ gruplarındaki erkek bireylerin bulunduğu grupta ortalama kondisyon (C) değerleri arasındaki farklılıkların çalışma boyunca önemsiz (p>0,05) olduğu tespit edildi (Tablo 3.6). Altıncı, yedinci ve sekizinci aylarda C değerleri arasındaki farklılığın dişi bireylerde p<0,001 düzeyinde önemli iken bu değerler erkek ile dişi bireylerin toplamında 6. ve 8. aylarda p<0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlendi.

Tablo 3.6. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre kondisyonları (Not: değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir).

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂=480	2,93 $\pm$ 0,18	2,97 $\pm$ 0,22	2,97 $\pm$ 0,21	2,94 $\pm$ 0,21	-
	♀=480	2,64 $\pm$ 0,15	2,67 $\pm$ 0,19	2,63 $\pm$ 0,20	2,67 $\pm$ 0,19	-
	♂+♀=960	2,78 $\pm$ 0,22	2,82 $\pm$ 0,25	2,80 $\pm$ 0,26	2,80 $\pm$ 0,24	-
Eylül (2)	♂=385	2,90 $\pm$ 0,24	2,86 $\pm$ 0,22	2,91 $\pm$ 0,25	2,90 $\pm$ 0,26	-
	♀=422	2,64 $\pm$ 0,20	2,66 $\pm$ 0,21	2,62 $\pm$ 0,25	2,64 $\pm$ 0,21	-
	♂+♀=807	2,76 $\pm$ 0,25	2,76 $\pm$ 0,24	2,76 $\pm$ 0,29	2,76 $\pm$ 0,26	-
Ekim (3)	♂=332	3,08 $\pm$ 0,28	3,01 $\pm$ 0,25	3,06 $\pm$ 0,33	3,02 $\pm$ 0,23	-
	♀=376	2,78 $\pm$ 0,13	2,82 $\pm$ 0,18	2,82 $\pm$ 0,22	2,81 $\pm$ 0,20	-
	♂+♀=708	2,93 $\pm$ 0,27	2,90 $\pm$ 0,23	2,93 $\pm$ 0,30	2,91 $\pm$ 0,24	-
Kasım (4)	♂=321	2,97 $\pm$ 0,15	3,00 $\pm$ 0,17	3,03 $\pm$ 0,15	2,98 $\pm$ 0,19	-
	♀=357	2,64 $\pm$ 0,16	2,67 $\pm$ 0,13	2,69 $\pm$ 0,19	2,68 $\pm$ 0,14	-
	♂+♀=678	2,80 $\pm$ 0,23	2,82 $\pm$ 0,23	2,84 $\pm$ 0,25	2,82 $\pm$ 0,22	-
Aralık (5)	♂=310	3,03 $\pm$ 0,19	3,02 $\pm$ 0,16	3,00 $\pm$ 0,19	3,05 $\pm$ 0,20	-
	♀=353	2,74 $\pm$ 0,19	2,76 $\pm$ 0,19	2,75 $\pm$ 0,17	2,70 $\pm$ 0,13	-
	♂+♀=663	2,87 $\pm$ 0,24	2,88 $\pm$ 0,22	2,86 $\pm$ 0,22	2,87 $\pm$ 0,24	-
Mart (6)	♂=288	2,98 $\pm$ 0,17	3,00 $\pm$ 0,21	3,03 $\pm$ 0,18	3,05 $\pm$ 0,23	-
	♀=326	2,73 $\pm$ 0,21 ^b	2,74 $\pm$ 0,21 ^b	2,88 $\pm$ 0,20 ^a	2,74 $\pm$ 0,21 ^b	***
	♂+♀=614	2,86 $\pm$ 0,23 ^b	2,86 $\pm$ 0,25 ^b	2,95 $\pm$ 0,21 ^a	2,88 $\pm$ 0,27 ^b	**
Nisan (7)	♂=273	3,11 $\pm$ 0,23	3,09 $\pm$ 0,20	3,10 $\pm$ 0,23	3,13 $\pm$ 0,27	-
	♀=317	2,79 $\pm$ 0,24 ^b	2,78 $\pm$ 0,18 ^b	2,90 $\pm$ 0,23 ^a	2,76 $\pm$ 0,20 ^b	***
	♂+♀=590	2,95 $\pm$ 0,29	2,92 $\pm$ 0,24	2,99 $\pm$ 0,25	2,92 $\pm$ 0,29	-
Mayıs (8)	♂=257	3,11 $\pm$ 0,22	3,10 $\pm$ 0,23	3,13 $\pm$ 0,26	3,14 $\pm$ 0,27	-
	♀=303	2,76 $\pm$ 0,23 ^b	2,79 $\pm$ 0,25 ^b	2,95 $\pm$ 0,25 ^a	2,78 $\pm$ 0,18 ^b	***
	♂+♀=560	2,94 $\pm$ 0,28 ^b	2,93 $\pm$ 0,29 ^b	3,04 $\pm$ 0,27 ^a	2,94 $\pm$ 0,28 ^b	**
Haziran (9)	♂=239	3,08 $\pm$ 0,24	3,09 $\pm$ 0,24	3,07 $\pm$ 0,25	3,11 $\pm$ 0,23	-
	♀=264	2,71 $\pm$ 0,23	2,76 $\pm$ 0,19	2,78 $\pm$ 0,20	2,71 $\pm$ 0,18	-
	♂+♀=503	2,91 $\pm$ 0,30	2,91 $\pm$ 0,27	2,92 $\pm$ 0,27	2,88 $\pm$ 0,28	-
Temmuz (10)	♂=223	2,96 $\pm$ 0,20	2,94 $\pm$ 0,20	2,95 $\pm$ 0,19	2,93 $\pm$ 0,19	-
	♀=239	2,62 $\pm$ 0,17	2,64 $\pm$ 0,22	2,69 $\pm$ 0,21	2,67 $\pm$ 0,17	-
	♂+♀=462	2,80 $\pm$ 0,25	2,79 $\pm$ 0,26	2,82 $\pm$ 0,24	2,78 $\pm$ 0,22	-
Ağustos (11)	♂=198	2,97 $\pm$ 0,59	2,91 $\pm$ 0,18	2,96 $\pm$ 0,22	2,93 $\pm$ 0,19	-
	♀=205	2,67 $\pm$ 0,18	2,71 $\pm$ 0,21	2,67 $\pm$ 0,17	2,69 $\pm$ 0,23	-
	♂+♀=403	2,82 $\pm$ 0,46	2,81 $\pm$ 0,22	2,81 $\pm$ 0,24	2,80 $\pm$ 0,25	-
Ortalama	♂	3,01 $\pm$ 0,07	3,00 $\pm$ 0,08	3,02 $\pm$ 0,07	3,02 $\pm$ 0,09	-
	♀	2,70 $\pm$ 0,06	2,73 $\pm$ 0,06	2,76 $\pm$ 0,11	2,71 $\pm$ 0,05	-
	♂+♀	2,86 $\pm$ 0,07	2,85 $\pm$ 0,06	2,88 $\pm$ 0,09	2,85 $\pm$ 0,06	-

((a,c)) Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

:- p>0,05, *: p<0,05, **: p<0,01, ***p<0,001

Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylık ve canlı ağırlığa göre günlük (CAGYT) ferdi yem tüketimleri arasındaki farklılıkların önem taşımadığı (p>0,05) tespit edildi (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Araştırma gruplarının aylık ve canlı ağırlığa göre günlük (CAGYT) ferdi yem tüketimleri.

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂+♀=960	32,49 (1,99)	32,49 (1,99)	32,82 (1,99)	32,33 (1,98)	-
Eylül (2)	♂+♀=807	25,73 (1,69)	28,30 (1,69)	23,56 (1,70)	25,36 (1,69)	-
Ekim (3)	♂+♀=708	24,04 (1,56)	27,08 (1,56)	22,94 (1,56)	24,55 (1,55)	-
Kasım (4)	♂+♀=678	13,36 (0,89)	15,13 (0,88)	12,84 (0,88)	13,65 (0,88)	-
Aralık (5)	♂+♀=663	6,09 (0,41)	6,97 (0,41)	5,71 (0,39)	6,22 (0,41)	-
Mart (6)	♂+♀=614	5,42 (0,40)	6,43 (0,39)	5,16 (0,39)	5,33 (0,40)	-
Nisan (7)	♂+♀=590	10,65 (0,89)	13,97 (0,89)	12,10 (0,89)	11,58 (0,89)	-
Mayıs (8)	♂+♀=560	17,03 (1,59)	24,51 (1,59)	20,34 (1,60)	20,72 (1,59)	-
Haziran (9)	♂+♀=503	18,26 (1,82)	24,88 (1,82)	20,89 (1,83)	21,80 (1,84)	-
Temmuz (10)	♂+♀=462	18,59 (1,87)	25,38 (1,85)	18,62 (1,87)	20,56 (1,85)	-
Ortalama	♂+♀	17,17±2,74 (1,31±0,19)	20,51±2,90 (1,30±0,19)	17,50±2,72 (1,31±0,19)	18,21±2,77 (1,30±0,19)	-

-: p>0,05

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ gruplarındaki kerevitlerin ortalama yem dönüşüm oranları (YDO) arasındaki farklılıkların 8. ayda önemli (p<0,001) olduğu görüldü (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları.

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂+♀=960	6,16	6,21	6,31	6,16	-
Eylül (2)	♂+♀=807	3,22	3,30	3,37	3,26	-
Ekim (3)	♂+♀=708	19,07	18,59	20,46	18,76	-
Kasım (4)	♂+♀=678	19,57	17,05	18,33	16,68	-
Aralık (5)	♂+♀=663	-16,25	-17,95	-27,15	-16,45	-
Mart (6)	♂+♀=614	145,19	141,68	10,09	190,97	-
Nisan (7)	♂+♀=590	36,95	27,33	26,84	30,52	-
Mayıs (8)	♂+♀=560	53,29 ^a	59,61 ^a	-180,67 ^b	66,11 ^a	***
Haziran (9)	♂+♀=503	13,78	13,55	15,63	17,50	-
Temmuz (10)	♂+♀=462	8,69	7,83	8,64	7,53	-
Ortalama	♂+♀	28,95±14,21	27,72±14,42	-9,81±19,54	34,10±59,12	-

^([a,b])Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

∴ p>0,05, *: p< 0,05, **: p<0,01, ***p<0,001

Araştırma gruplarındaki kerevitlerin ortalama yem etkinlik oranları (YEO) ve ortalama protein etkinlik oranları (PEO) değerlerindeki farklılıkların 5. ve 6. aylarda p<0,001, 8. ayda ise p<0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlendi (Tablo 3.9, Tablo 3.10).

Tablo 3.9. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara göre ortalama yem etkinlik oranları.

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂+♀=960	0,16	0,16	0,15	0,16	-
Eylül (2)	♂+♀=807	0,31	0,30	0,30	0,31	-
Ekim (3)	♂+♀=708	0,05	0,05	0,05	0,05	-
Kasım (4)	♂+♀=678	0,05	0,06	0,05	0,06	-
Aralık (5)	♂+♀=663	-0,06 ^b	-0,05 ^b	0,01 ^a	-0,06 ^b	***
Mart (6)	♂+♀=614	0,01 ^b	0,02 ^b	0,10 ^a	0,01 ^b	***
Nisan (7)	♂+♀=590	0,03	0,04	0,04	0,03	-
Mayıs (8)	♂+♀=560	0,02 ^a	0,02 ^a	-0,01 ^b	0,01 ^a	**
Haziran (9)	♂+♀=503	0,07	0,08	0,07	0,06	-
Temmuz (10)	♂+♀=462	0,12	0,13	0,12	0,13	-
Ortalama	♂+♀	0,08±0,03	0,08±0,03	0,09±0,03	0,08±0,03	-

^([a,b]) Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

∴ p>0,05, *: p< 0,05, **: p<0,01, ***p<0,001

Tablo 3.10. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara göre ortalama protein etkinlik oranları.

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	P
Ağustos (1)	♂+♀=960	0,44	0,44	0,43	0,44	-
Eylül (2)	♂+♀=807	0,84	0,82	0,80	0,83	-
Ekim (3)	♂+♀=708	0,14	0,15	0,14	0,15	-
Kasım (4)	♂+♀=678	0,14	0,16	0,15	0,16	-
Aralık (5)	♂+♀=663	-0,17 ^b	-0,15 ^b	0,02 ^a	-0,16 ^b	***
Mart (6)	♂+♀=614	0,01 ^b	0,04 ^b	0,27 ^a	0,02 ^b	***
Nisan (7)	♂+♀=590	0,07	0,10	0,10	0,09	-
Mayıs (8)	♂+♀=560	0,05 ^a	0,05 ^a	-0,02 ^b	0,03 ^a	**
Haziran (9)	♂+♀=503	0,20	0,20	0,18	0,16	-
Temmuz (10)	♂+♀=462	0,32	0,35	0,31	0,36	-
Ortalama	♂+♀	0,52±0,39	0,22±0,08	0,24±0,08	0,21±0,09	-

^([a,b]) Aynı satırda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

∴ p>0,05, *: p< 0,05, **: p<0,01, ***p<0,001

Araştırma gruplarındaki kerevitlerin yaşama oranları (YO) arasındaki farklılıkların erkek bireylerde, dişi bireylerde ve erkek ile dişi bireylerin toplamında önem taşımadığı (p>0,05) tespit edildi (Tablo 3.11).

Tablo 3.11. Araştırma gruplarındaki kerevitlerin aylara ve eşeylere göre ortalama yaşama oranları (%).

Aylar	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃
Ağustos (1)	♂	80,00	90,00	75,00	75,83
	♀	88,33	95,00	77,50	90,83
	♂+♀	84,17	92,50	76,25	83,33
Eylül (2)	♂	88,54	81,48	83,33	92,31
	♀	82,09	93,86	95,70	85,32
	♂+♀	85,14	87,84	89,62	88,50
Ekim (3)	♂	95,29	98,86	97,33	95,24
	♀	95,40	93,46	95,51	95,70
	♂+♀	95,35	95,90	96,34	95,48
Kasım (4)	♂	96,29	97,70	94,52	97,50
	♀	100,00	99,00	100,00	96,63
	♂+♀	98,17	98,40	97,47	97,04
Aralık (5)	♂	98,72	92,94	94,20	85,90
	♀	86,75	98,99	88,24	94,19
	♂+♀	92,55	96,20	90,91	90,24
Mart (6)	♂	85,71	100,00	98,46	95,52
	♀	93,06	96,94	98,67	100,00
	♂+♀	89,26	98,31	98,57	97,98
Nisan (7)	♂	90,91	94,94	93,75	96,88
	♀	85,07	97,89	98,65	98,77
	♂+♀	87,97	96,55	96,38	97,93
Mayıs (8)	♂	95,00	93,33	95,00	88,71
	♀	87,71	82,79	86,30	92,50
	♂+♀	91,45	87,50	90,23	90,85
Haziran (9)	♂	96,49	100,00	85,96	89,09
	♀	96,00	92,21	82,54	91,89
	♂+♀	96,26	95,92	84,17	90,70
Temmuz (10)	♂	80,00	87,14	91,84	97,96
	♀	89,58	84,51	92,31	79,41
	♂+♀	84,47	85,82	92,08	87,18
Ortalama	♂	90,70±6,89	93,63±6,07	90,94±7,32	91,49±6,89
	♀	90,40±5,56	93,47±5,69	91,54±7,62	92,52±6,25
	♂+♀	90,48±5,10	93,49±4,75	91,20±6,86	91,92±5,00
P	-				

-.: P> 0,05

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ gruplarındaki kerevitlerin ortalama hepatosomatik indeks (HSİ) değerleri arasındaki farklılıkların önem taşımadığı (p>0,05) tespit edildi (Tablo 3.12).

Tablo 3.12. Kontrol (K) ve deneme rasyonları (D₁, D₂, D₃) ile beslenen kerevitlerin eşeylere göre ortalama hepatosomatik indeks (HSİ) değerleri (%), ortalama ağırlık (W) (g) ve ortalama total boy (TB) (cm) değerleri.

Parametreler	Eşey	K	D ₁	D ₂	D ₃	F	P
	♂						
HSİ		5,08 (3,55-6,17)	5,01 (4,71-5,57)	4,73 (4,19-5,36)	4,82 (4,25-5,56)	1,321	-
W (g)		31,99±2,49 (28,30-35,10)	32,67±2,45 (28,60-35,40)	32,62±2,04 (29,30-35,00)	33,03±2,09 (28,60-35,20)	0,432	-
TB (cm)		10,11±0,21 (9,80-10,40)	10,13±0,24 (9,80-10,40)	10,20±0,19 (9,90-10,40)	10,19±0,19 (9,80-10,40)	0,474	-
N		12	12	12	12		
	♀						
HSİ		4,66 (3,11-5,84)	4,61 (3,78-6,20)	4,49 (3,44-5,15)	4,32 (3,61-4,83)	0,593	-
W (g)		29,32±1,16 (26,20-30,30)	29,02±1,20 (26,50-30,40)	29,73±0,96 (27,10-30,60)	29,58±0,71 (28,10-30,20)	1,114	-
TB (cm)		10,03±0,18 (9,80-10,40)	10,02±0,16 (9,80-10,30)	10,09±0,17 (9,90-10,40)	10,02±0,15 (9,80-10,20)	0,572	-
N		12	12	12	12		
	♂+♀						
HSİ		4,87 (3,11-6,17)	4,81 (3,78-6,20)	4,61 (3,44-5,36)	4,57 (3,61-5,56)	1,387	-
W (g)		30,65±2,34 (26,20-35,10)	30,84±2,65 (26,50-35,40)	31,17±2,15 (27,10-35,00)	31,31±2,33 (28,10-35,20)	0,381	-
TB (cm)		10,07±0,19 (9,80-10,40)	10,09±0,21 (9,80-10,40)	10,15±0,18 (9,90-10,40)	10,10±0,19 (9,80-10,40)	0,653	-
N		24	24	24	24		

-. P> 0,05

Araştırma rasyonları ile beslenen kerevitlerin yumurtalarının 1 Ocak 2002 tarihinde dişilerin abdomen bölgesindeki pleopodlara bağlı olduğu (Şekil 3.1) ve 151 günden sonra I. devre yavruların (Şekil 3.2) oluştuğu görüldü.

Şekil 3.1. Yumurtalı kerevit

Şekil 3.2. I. devre yavru taşıyan kerevit

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kontrol ve deneme rasyonları (D_1 , D_2 , D_3) ile beslenen kerevitlerin yumurta sayıları, yumurta çapları (Tablo 3.13) ve I. devre yavru sayıları (Tablo 3.14) arasındaki farkın önemli olduğu belirlendi ($p<0,001$). En iyi sonuçların 150 mg/kg E vitamini içeren yemle elde edildiği çalışmada; ortalama ağırlığı 20,50-32,50 g, ortalama toplam uzunluğu 9,10-9,70 cm olan kerevitlerden $131,29\pm36,14$ adet yumurta alındı. Yumurta çapının $2,70\pm0,08$ olarak belirlendiği kerevitlerde I.devre yavru sayısının ise $76,28\pm14,98$ olduğu tespit edildi.

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ gruplarındaki kerevitlerin ortalama kas ve hepatopankreas dokularındaki malondialdehit (LPO) ve E vitamini düzeyleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu (p<0,001) tespit edildi (Tablo 3.15). Yapılan çalışmada LPO düzeyi kontrol grubunda oldukça yüksek olarak belirlenirken LPO'yu önlemede E vitamininin yüksek dozları (150 ve 200 mg/kg) arasında fark olmadığı saptandı. Ayrıca, bu çalışmada oniki aylık süre sonunda Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitlerde ortalama E vitamini değerlerinin 150 mg/kg E vitamini içeren yemlerle beslenen kerevitlerde (kas, 18,35±1,16, hepatopankreas, 33,84±1,63) daha yüksek olduğu belirlendi.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma sonucunda tatlısu istakozu rasyonlarına (Kontrol (K), Deneme 1 (D₁), Deneme 2 (D₂), Deneme 3 (D₃)) farklı oranlarda E vitamini katılmasının; tatlısu istakozunun (*A. leptodactylus*) büyümesi üzerine etkili olmadığı belirlendi. Yumurta ve I. devre yavru verimi ile kas ve hepatopankreasda en iyi E vitamini düzeyi 150 mg/kg E vitamini içeren Deneme 2 (D₂) rasyonu ile elde edilirken, kas ve hepatopankreas dokularındaki lipid peroksidasyon düzeyini önlemede 100 mg/kg E vitamininin yeterli olduğu bulundu.

Köksal (1988), Harlıoğlu (1999) ve Skurdal ve Taugbol (2002) *A. leptodactylus*'un yaşadığı ortamlarda su sıcaklığının kabuk değiştirmek için 7-12 °C, üremeleri için 4-13 °C, büyümeleri için 14-22 °C, oksijenin en az 2 mg/L, pH'ın 6,5-8,5, kalsiyumun 5 mg/L'den az olmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada su sıcaklığı kabuk değiştirme döneminde 18-22 °C, üreme döneminde 3-18 °C, büyüme dönemlerinde 9-23 °C, oksijen 5-8,5 mg/L, pH 7,4-8,1, kalsiyum 66 mg/L olarak belirlenmiştir. Araştırmacıların belirttikleri değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında paralellik görülmektedir.

Rasyonlarda bulunması gereken ham protein ihtiyacını James ve diğ. (1972) penaid karideslerde %28-32; D'Abramo ve diğ. (1985), Goddard (1988) *Procambarus acutus*'larda %50,5; *Pacifastacus leniusculus*'larda %39; *Astacus astacus*'larda %40; Köksal (1988) *A. leptodactylus*'larda %30,93; Celada ve diğ. (1989) *P. leniusculus*'larda %26,99; Ackefors ve diğ. (1992) *A. astacus*'larda %40; Cuzon ve diğ. (1994), Chen (1998) *Penaeus monodon*'larda %40; *P. merguensis*'lerde %50; *P. japonicus*'larda %60; *P. monodon* türü yumurtalı karideslerde %40; Ravi ve diğ. (1999) *Cherax tenuimanus*'larda %21,87 olarak saptamışlardır. Conklin (1995a) krustaselerin beslenmesinde optimal protein ihtiyacının %25-60 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada kontrol yemindeki ham protein değeri %37,41 olarak belirlenmiştir. Ham protein değerleri arasındaki bu farklılıkların farklı tür ve büyüklükteki örneklerin kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Krustase rasyonlarında bulunması gereken ham yağ miktarını Köksal (1988) *A. leptodactylus*'larda % 7,82; Celada ve diğ. (1989) *P. leniusculus*'larda %4,95; Ackefors ve diğ. (1992) *A. astacus*'larda %7; Lee ve Lawrence (1997), Shiau (1998) penaid karideslerde %6-7,5; Ravi ve diğ. (1999) *C. tenuimanus*'larda %6,02 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada kontrol yemindeki ham yağ miktarı %7,60 olarak belirlenmiştir. Araştırmacıların belirttikleri değerler ile bu çalışma sonucu elde edilen ham yağ miktarı arasında uyum görülmektedir.

Farklı oranlarda vitamin E içeren Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitler (erkek ve dişi bireylerin toplamında) için OAA değerleri (sırasıyla 1,04±0,44,

1,09±0,44, 1,10±0,41, 1,05±0,45); Huner (1975)'in *Procambarus clarkii*'lerde belirlediği 2.90 g. değerinden düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada kullanılan Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitlerden (erkek ve dişi bireylerin toplamında) sağlanan ortalama SBO değerlerinin (sırasıyla %0,14±0,06; %0,14±0,05; %0,14±0,06; %0,14±0,06) Sedgwick (1979a)'in *Penaeus merguensis*'lerde %7,4; Hajra ve diğ. (1988)'nin, *P. monodon*'da %3,94; Jussila ve Evans (1996)'ın *C. tenuimanus*'da 0,50±0,04; Fotedor ve diğ. (1997)'nin *C. tenuimanus*'da 0,61-1,07; Jussila (1997b)'nin *C. tenuimanus*'da %0,4-0,7; Ravi ve diğ. (1999)'nin *Cherax destructor*'da %0,8±0,1 olarak belirledikleri değerlerden düşük; Jussila ve Evans (1996)'ın, *A. astacus*'larda %0,1-0,2 ve *P. leniusculus*'larda %0,1 olarak bulduğu değerlerden yüksektir.

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitlerin YDO değerleri (sırasıyla 28,95±14,21; 27,72±14,42; -9,81±19,54; 34,10±59,12) Venkataramiah ve diğ. (1975)'nin, *Penaeus aztecus*'larda 6,3-18,2; Colvin (1976)'nin, *Penaeus indicus*'larda 2,43; Sedgwick (1979a)'in, *Penaeus merguensis*'lerde 3,27; Mills ve McCloud (1983)'un, *Cherax destructor*'larda 5-12; Ricque-Marie ve diğ. (1998)'nin *P. vannamei*'lerde 3,0-3,2; Reddy ve diğ. (1999), *P. monodon*'larda 3,01±0,38; Velasco ve diğ. (1999)'nin, *Litopenaeus vannamei*'lerde 1,6 olarak saptadıkları değerlerden farklı bulunmuştur.

Bu çalışmada Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen gruplarda tespit edilen YEO değerleri sırasıyla 0,08±0,03; 0,08±0,03; 0,09±0,03; 0,08±0,03 olup, bu veriler Hajra ve diğ. (1988)'nin *P. monodon*'larda 1,180 olarak tespit ettiği değerden düşüktür.

Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitlerin PEO değerleri (sırasıyla 0,52±0,39; 0,22±0,08; 0,24±0,08; 0,21±0,09) Colvin (1976)'in, *P. indicus*'larda 0,96; Sedgwick (1979a)'in, *P. merguensis*'lerde 0,773; Hajra ve diğ. (1988)'nin *P. monodon*'larda 1,830 olarak saptadıkları değerlerden düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada oniki aylık süre sonunda Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitlerde (erkek ve dişi bireylerin toplamında) ortalama HSİ değerlerinin (sırasıyla %4,87±0,88; %4,81±0,54; %4,61±0,46; %4,57±0,45) Jussila (1997b)'nin *C. tenuimanus*'da %5,1-5,9; Guoda (1999)'nin *A. leptodactylus*'larda %6,33±0,84 olarak belirlediği değerlerden düşük, Jussila (1997b)'nin, *A. astacus*'larda %4,6-4,8; *P. leniusculus*'larda %4,0; Guoda (1999)'nin *A. astacus*'larda %4,25±0,35; *P. leniusculus*'larda %3,95±0,17; Ravi ve diğ. (1999)'nin *C. destructor* 'larda 4,7±0,1 olarak belirledikleri değerlerden yüksektir.

Bu çalışmada tespit edilmiş olan; OAA, SBO, YDO, YEO, PEO ve HSİ değerleri ile diğer araştırmacıların saptadıkları bulgular arasındaki farklılıkların nedeni; (1) araştırmalarda farklı büyüklük ve kondisyonlardaki kerevitlerin kullanılmasına, (2) bazı çalışmalarda bildirilen parametrelere ait değerlerin farklı krustasea türlerine ait olmasına, (3) yemleme düzeyi ve

sıklığındaki farklılıklara, (4) araştırma koşullarının (su kalitesi; sıcaklık, çözülmüş oksijen vs.) birbirleriyle uyumlu olmamasına, (5) rasyonların saf, yarı saf veya ticari yapıda hazırlanmış olmasına, (6) katılan vitamin E formuna, rasyonların ham besin madde, enerji, ve özellikle vitamin E düzeylerindeki farklılıklara bağlanabilir.

He ve diğ. (1992), *P. vannamei*'lerde; Reddy ve diğ. (1999), *P. monodon*'larda vitamin E eksikliğinin düşük büyüme ve yaşama oranına sebep olduğunu; diğer taraftan, He ve Lavrence (1993) *P. vannamei*'lerde 100 mg/kg'a kadar olan vitamin E seviyelerinin önemli derecede ağırlık kazancı sağladığını; 100 mg/kg'dan daha yüksek oranda E vitamini içeren rasyonların büyümede herhangi bir farklılığa sebep olmadığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise *A. leptodactylus* türü kerevitlerde (erkek bireylerde, dişi bireylerde, erkek ve dişi bireylerin toplamında) büyüme ve yaşama oranı üzerine yemlere farklı oranlarda ilave edilen vitamin E'nin etkili olmadığı belirlenmiştir.

Harlıoğlu ve diğ. (2002), *A. leptodactylus* türü ergin kerevitlerin (ortalama karapaks uzunluğu 50,18-52,60 mm) abdomenlerindeki ortalama yumurta sayısı üzerine E vitamini (20, 40, 80 ve 160 mg/kg) ilave edilmiş yemlerin etkisini araştırdığı çalışmada; 80 (239,20±23,77) ve 160 mg/kg E vitamini (236,20±14,75) içeren yemle beslenen ergin kerevitlerin istatistiksel olarak daha yüksek ($p<0,001$) sayıda yumurtaya sahip olduğunu belirlemişlerdir. Harlıoğlu ve Barım (2004) tarafından aynı tür üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise 100 mg/kg E vitamini içeren yemlerin ergin kerevitlerin (ortalama ağırlığı 40,78-46,56 g, karapaks uzunluğu 46,56-52,03 mm) abdomenlerindeki ortalama yumurta sayısı, yumurta çapı ve I. devre yavru sayısını (sırasıyla 300,73±11,44; 2,85±0,04 ve 184,85±10,80) arttırdığını bulmuşlardır ($p<0,001$). Bu çalışmada ise Kontrol, D₁, D₂ ve D₃ rasyonlarıyla beslenen kerevitler üzerine en iyi sonuçlar 150 mg/kg E vitamini içeren rasyondan elde edilmiştir. Bu bulgu, ergin bireyler üzerine 100 mg/kg E vitamininin yeterli olduğunu gösterirken ilk defa eşeyssel olgunluğa ulaşacak bireylerde 150 mg/kg E vitamininin daha verimli sonuçlar doğurduğunu göstermektedir.

He ve Lavrence (1993), *P. vannamei* türü karideslerin yemlerine farklı oranlarda (0; 25; 50; 100; 200; 400; 600) E vitamini ilave ederek yaptıkları çalışmada E vitamini ilavesi yapılmayan yemlerle beslenen karideslerde doku LPO düzeyini oldukça yüksek belirlerken (87,3±10,7 µM/100 g kuru kas), 25-100 mg/kg E vitamini seviyesinin bu değeri düşürdüğünü (50,9±7,9-40,1±9,4 µM/100 g kuru kas) yeme fazla miktarlarda ilave edilen E vitamini (200-600 mg/kg)'nin hepatopankreas ve kas dokularındaki LPO düzeyi üzerine farklı bir etki yapmadığını, optimal E vitamini düzeyinin %8 yağ içeren yemlerde 99 mg/kg olduğunu tespit etmişlerdir. Dandapat ve diğ. (2000), *M. rosenbergi*'lerde yeme farklı oranlarda E vitamini (200; 400 ve 600 mg/kg) ilave ettikleri çalışmada E vitamininin (200; 400 ve 600 mg/kg) hepatopankreasda LPO'yu baskıladığını, LPO'yu önlemede E vitamininin yüksek dozları (400

ve 600mg/kg) arasında fark olmadığını saptamışlardır. Yapılan çalışmada, araştırma rasyonları ile beslenen kerevitlerde LPO düzeyi kontrol grubunda (kas; $11,91 \pm 1,83$, hepatopankreas; $14,56 \pm 2,14$) oldukça yüksek belirlenirken bu değerin vitamin E ilave edilen gruplarda düşük olduğu (kas; $4,63 \pm 1,00$ (D₁); $4,51 \pm 1,44$ (D₂); $4,70 \pm 1,22$ (D₃) hepatopankreas; $6,73 \pm 1,12$ (D₁); $6,67 \pm 1,34$ (D₂); $6,95 \pm 0,83$ (D₃)) LPO'yu önlemede E vitamininin yüksek dozları (150 ve 200mg/kg) arasında fark olmadığı belirlendi. Ayrıca, çalışma sonucunda elde edilen bulgular yukarıdaki araştırmacıların bulgularıyla uyum sağlamaktadır.

Sonuç olarak, çalışmada tatlısu istakozu rasyonlarına (Kontrol (K), Deneme 1 (D₁), Deneme 2 (D₂), Deneme 3 (D₃)) farklı oranlarda E vitamini katılmasının; ilk olarak eşeysel olgunluğa ulaşacak tatlısu istakozlarının (*A. leptodactylus*) canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, günlük yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, yem etkinlik oranı, protein etkinlik oranı, yaşama oranı, hepatosomatik index değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkisinin olmadığı belirlendi. Ayrıca, abdomendeki yumurta ve I. devre yavru verimi ile kas ve hepatopankreasda en iyi E vitamini düzeyi 150 mg/kg E vitamini içeren Deneme 2 (D₂) rasyonu ile elde edilirken, kas ve hepatopankreas dokularındaki lipid peroksidasyon düzeyini önlemede 100 mg/kg E vitamininin yeterli olduğu bulundu. Bunlarla birlikte, bu çalışmada LPO'yu önlemede E vitamininin yüksek dozları (150 ve 200 mg/kg) arasında fark olmadığı da belirlendi.

KAYNAKLAR

- Ackefors, H., Castell, J.D., Boston, L.D., Raty P. and Svensson, M., 1992, Standard experimental diets for crustacean nutrition research. II. growth and survival of juvenile crayfish *Astacus astacus* (Linne) fed diets containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid. *Aquaculture*, 104: 341-356.
- Ackefors, H., 1998, The culture and capture crayfish fisheries in europe. *World Aquaculture*, vol 29(2):18-24;64-67.
- Adam, B., 2000, Temel Biyokimya. Nobel Yayın, No: 150, 150 s
- Aiken, D.E. and Waddy, S.L., 1992, The growth process in crayfish. *Reviews in Aquatic Sciences*, 6(3,4):335-381.
- Ak, H., Dingiloğlu, T., Habif, N., Kültürsay, S., Bayındır, O. and Onat, T., 1994, Plasma lipid peroxidation, Vitamin E, superoxide dismutase and glutathione peroxidase alterations in coronary atherosclerosis. *Tr. J. Med. Sci.*, 26, 11-15.
- Akgün, N., 1988, Boşaltım, Dolaşım, Sindirim Fizyolojisi, Ege Üniv. Tıp Fak. Yayınları, No: 92, İzmir, 668 s.
- Akkuş, İ., 1995, Serbest Radikaller ve Fizyolojik Etkileri, 2. Baskı, Mimoza Yayınları, Konya.
- Aksakal, M., 1985, Gebelik ve laktasyon dönemlerindeki akkaraman koyunları ile kuzularının kan plazmasında, kolostrumda ve sütte karoten, Vitamin A ve Vitamin E miktarları üzerinde karşılaştırmalı araştırmalar. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 130 s.
- Aksakal, M., Çay M. ve Nazıroğlu M., 1997, Ratlarda E vitamininin alveolar ve peritoneal makrofajların fagositik aktivitesi üzerine etkisi. *F. Ü. Sağlık Bil. Dergisi*, 11(2):183-189.
- Akyurt, İ., 1993, Balık Besleme, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları, No: 156, 220 s.
- Alpbaz, A., 1993, Kabuklu ve Eklembacaklılar Yetiştiriciliği. Ege Üniv. Yayınları: 26, İzmir, 317 s.
- APHA, 1985, Standart methods for the examination of water and wastewater. 16th edition, Washington, 1268 p.
- Arun, S. and Subramanian, P., 1998, Antioxidant enzymes in freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii* during embryonic and larval development, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 121, 273-277.
- AOAC, 1984. Official methods of analysis (14th Ed), Association of Official Analytical Chemists. Inc. Arlington 1141 p.

- Atay, D., 1997, Kabuklu Su Ürünleri ve Üretim Tekniği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1478, Ankara, 348 s.
- Aydın, H., 1992, Farklı yemlerle beslenen tatlı su istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) yavrularının büyüme oranlarının karşılaştırılması. İstanbul Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 39 s.
- Baker, R. T. M., 1997, The effects of dietary α -tocopherol and oxidised lipid on post-thaw drip from catfish muscle. *Animal Feed Science Technology*, 65, 35-43.
- Baker, R.T.M., Martin, P. and Davies, S.J., 1997, Ingestion of sub-lethal levels of iron sulphate by african catfish affects growth and tissue lipid peroxidation. *Aquatic Toxicology*, 40:51-61.
- Barki, A., Levi, T., Shrem, A. and Karplus, I., 1997, Ration and spatial distribution of feed affect survival, growth and competition in juvenile red-claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, reared in the laboratory. *Aquaculture*, 148:169-177.
- Baysal, A., 2002, Beslenme. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 520 s.
- Bell, B. J. G., Cowey C. B., Adron J.W. and Shanks, A. M., 1985, Some effects of vitamin E and selenium deprivation on tissue enzyme levels and indices of tissue peroxidation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *British Journal of Nutrition*, 53, 149-157.
- Berber, S. ve Palaz M., 2000, Tatlısu istakozunun (*Astacus leptodactylus salinus* Nord) gelişimi üzerine bir araştırma. Su Ürünleri Sempozyumu, Sinop, 1-11.
- Bieri, J.G., Pollard, C.J., Parange, I. and Dam, H. 1961, The Determination of alpha-tocopherol in animal tissues by column chromatography. *Acta Chem. Scand.*, 15:783-790.
- Bjørneboe, A., Bjørneboe G-E Aa. and Drevon C. A., 1990, Absorption, transport and distribution of vitamin E. *J. Nutr.*, 120:233-242.
- Bolat, Y., 2001, Eğirdir Gölü Hoyran Bölgesi tatlı su istakozlarının (*Astacus leptodactylus salinus* Nordman, 1842) populasyon büyüklüğünün tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta. Doktora tezi, 116 s.
- Carmona-Osalde, C., Rodriguez-serna, M., Olvera-Novoa, M.A. and Gutierrez-Yurrita, P.J., 2003, gonadal development, spawning, growth and survival of the crayfish *Procambarus ilamasi* at three different water temperatures, *Aquaculture*, 232(1-4):305-316.
- Castell, J.D., Kean, J.C., D'Abramo L. R., and Conklin D. E., 1989, A standard reference diet for crustacean nutrition research. I. evaluation of two formulations. *Journal of the World Aquaculture Society*, 20(3):93-99.

- Celada, J.D., Carral, J.M., Gaudioso V.R., Temino, C. and Fernandez, R., 1989, Response of juvenile freshwater crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) to several fresh and artificially compounded diets. *Aquaculture*, 76:67-78.
- Chen, H-Y., 1998, Nutritional requirements of the black tiger shrimp: *Penaeus monodon*. *Reviews in Fisheries Science*, 6:79-95.
- Chow, C. K., 1985, Vitamin E and blood. *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, 45:133-166.
- Chow, C. K., 1991, Vitamin E and oxidative stress. *Free Radic. Biol. Med.*, 11(2), 215-232.
- Chow, C. K., Ibrahim, W., Wel, Z. and Chan, A. C., 1999, Vitamin E regulates mitokondrial hydrogen peroxide generation. *Free Radical Biology & Medicine*, 27 (5-6), 580-587.
- Colvin, P.M., 1976, Nutritional studies on penaeid prawns: protein requirements in compounded diets for juvenile *Penaeus indicus* (Milne Edwards). *Aquaculture*. 7:315-326.
- Combs, G.F., 1998, *The Vitamins*, Academic Press. 618 p.
- Conklin, D.E., D'Abramo, L.R., Bordner, C.E. and Baum N.A., 1980, A Succesful Purified Diet for Culture of Juvenile Lobsters: The Effect of Lecithin. *Aquaculture*. 21:243-249.
- Conklin, D.E, 1995a, Digestive physiology and nutrition. In: *Biology of the Lobster Homarus americanus*, (J. Robert Factor, eds.). Academic Press, 441-463.
- Conklin, D.E, 1995b, Vitamins. In: *Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture*. (L.R. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M. Akiyama, eds), 6:123-149.
- Conklin, D.E., 2000, Housing, maintenance and breeding: Diet, Academic Press, 65-77.
- Covich, A.P., 1997, How Do Crayfish Respond to Plants and Mollusca as Alternate Food Resources?. *Freshwater Crayfish* 3:165-179.
- Cuzon, G., Guillaume, J. and Cahu, C., 1994, Composition, preparation and utilization of feeds for crustacea. *Aquaculture*, 124:253-267.
- Çelikkale, M., 1988, İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt II, II. Baskı, Karadeniz Teknik Üniv. Sürmene Deniz Bilimleri Fak., Genel Yayın No: 3, Karadeniz Teknik Üniv. Basımevi, Trabzon, 460 s.
- Çetinkaya, O., 1995, Balık Besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 9, Van, 137 s.
- Çubuk, H., 1984, Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823). Eğridir Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları; 2, Isparta, 9 s.
- D'Abramo, L.R., Wright, J.S., Wright, K.H., Bordner, C.E. and Conklin, D.E., 1985, Sterol requirements of cultured juvenile crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Aquaculture*, 49:245-255.

- D'Abramo, L.R. and Robinson, E.H., 1989, Nutrition of crayfish. *Aquatic Science*, 1(4):711-728.
- D'Abramo, L.R.D., Moncreiff C.A., Holcomb, F.P., Montanez, J.L. and Buddington R.K., 1994, Vitamin C requirement of the juvenile freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 128:269-275.
- D'Abramo, L.R.D. and Conklin, D.E., 1995, New developments in the understanding of the nutrition of penaeid and caridean species of shrimp. In: World Aquaculture Society, (C.L. Browdy and J.S. Hopkins, eds.), 95-108.
- Dandapat, J., Chainy, G.B.N. and Rao, K.J., 2000, Dietary vitamin E antioxidant defence system in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 127:101-115.
- Dinçer, C., 1985, Egzersizde oluşan lipid peroksidasyonu ve E vitamininin koruyucu etkisi. *Spor ve Tıp Derg.*, 7(8):20-23.
- Doyotte, A., Cossu, C., Jacquin, M-C., Babut, M. and Vasseur, P., 1997, Antioksidant enzymes, glutathione and lipid peroxidation as relevant biomarkers of experimental or field exposure in the gills and the digestive gland of the freshwater bivalve *Unio tumidus*. *Aquatic Toxicology*, 39:93-110.
- Erdemli, A., Ü., 1984, Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823). Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Eğridir Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları:2, Eğridir, Isparta, 16 s.
- Faulder, C. G. and Pamela, A. H., 1990, Vitamin E in biological system antiox. Ther. Preven. Med., 3:234.
- Fotedar, R.K., Evans, L.H. and Knott, B., 1997, The Effect of dietary lipid level on the growth and survival of juvenile marron, *Cherax tenuimanus* (Smith). *Freshwater Crayfish*, 11:417-427.
- Gallo-Torres, H.E., 1980, Absorption, Vitamin E. In: A Comprehensive Treatise, (Lawrence J. M. Eds.), Marchel dekker Inc., New York and Basel.
- Gimenez, A. V. F. and Fenucci J. L., 1998, Alimentacion del langostino *Pleoticus muelleri* bate, (Decapoda, Penaeoidea) Con Distintos Niveles de vitamin E. I-Influencia Sobre el Crecimiento y la Supervivencia. In: Anais do Aquicultura Brasil, 2:49-54.
- Goddard, J.S., 1988, Food and Feeding. In: Freshwater Crayfish: Biology, Management and Explaitation (Holdich D. M. and Lowery, R. Eds). Chapman and Hall, London, 45-166.
- Gökalp, H.Y., Nas, S. ve Certel, M., 1992, Biyokimya-I 'Temel Yapılar ve Kavramlar'. Atatürk Üniv. Yayınları No: 722, 466 s.

- Guoda, M., 1999, A comparative study of physiological and biochemical indices of native European and Alien species of crayfish in Lithuania. *Frashwater Crayfish*, 12:205-220.
- Hajra, A., Ghosh, A. and Mandal, S.K., 1988, Biochemical studies on the determination of optimum dietary protein to energy ratio for tiger prawn, *Penaeus monodon* (Fab.), juveniles. *Aquaculture*, 71:71-79.
- Halver, J.E., 2002, The vitamins. In: *Fish Nutrition*, (Halver, J.E. and Hardy, R.W. eds), Academic Press, London, 62-132.
- Harlioğlu, M.M., 1996, Comparative biology of the signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), and the narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. A Thesis Submitted to the University of Nottingham for the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Life Science., 435 p.
- Harlioğlu, M.M., 1999, The effect of temperature on the mating and spawning of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 16(3-4):309-317.
- Harlioğlu, M.M., 2000, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un çiftleşme ve yumurtlama davranışı ve stoklama yoğunluğunun çiftleşme ve yumurtlamaya etkisi. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 12(1):307-312.
- Harlioğlu M. M., 2004, The present situation of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Aquaculture* 230:181-187.
- Harlioğlu, M. M. and Türkgülü, İ., 2000, The relationship between egg size and female size in freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*. *Aquaculture International*, 8:95-98.
- Harlioğlu, M. and Köprücü, K. 2000, Tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nın A₂, C, E vitamin ve β -karoten miktarlarının araştırılması. *F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, 12(2), 277-281.
- Harlioğlu M. M. and 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., Özdemir, Y. and Köprücü, K. 2002, The effect of Vitamin E on the pleopodal egg number of *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Aquaculture International* 10:391-397
- Harlioğlu, M. M., Barım, Ö., Türkgülü, İ. and Harlioğlu, A. G., 2004, Potential fecundity of an introduced population, Keban Dam Lake, Elazığ, Turkey, of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus leptodactylus* (Esch., 1852). *Aquaculture*, Vol. 230, 189-195.

- Harrison, K.E., 1997, Broodstock nutrition and maturation diets. In: Crustacean Nutrition, (D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. and Akiyama, D.M.ed.), World Aquaculture Society, Louisiana, 390-408.
- He, H., Lawrence L. and Liu R., 1992, Evaluation of dietary essentiality of fat-soluble vitamins, A, D, E, and K for penaeid shrimp (*Penaeus vanamei*). Aquaculture, 103:177-185.
- He, H. and Lawrence A. L., 1993, Vitamin E requirement of *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 118:245-255.
- Herp, F.V. and Bellon-Humbert, C., 1978, Setal development and molt prediction in the larvae and adults of the crayfish, *Astacus leptodactylus* (Nordmann, 1842). Aquaculture, 14:289-301.
- Hogger, J.B., 1988, Ecology, Population Biology and Behavior. In: Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation (Holdich D. M. and Lowery, R. Eds). Chapman and Hall, London, 114-144.
- Holdich, D. M. and Reeve, I. D., 1988, Functional Morphology and Anatomy. In: Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation (Holdich D. M. and Lowery, R. Eds). Chapman and Hall, London, 11-51.
- Holdich, D.M., 1992, Crayfish nomenclature and terminology: recommendations for uniformity. Finnish Fish res., 14:149-155.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y. ve Fırat A., 2001, Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fiziolojisi ve Biyokimyası). Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları No:19, 295s.
- Huang, C-H., Huang, M-C. and Hou, P-C, 1998, Effect of dietary lipids on fatty acid composition and lipid peroxidation in sarcoplasmic reticulum of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. Comp. Biochem. and Physiol. Part B 120:331-336.
- Huner, J.V., 1975, Response and growth of freshwater crayfish to an extruded, water-stable diet. Freshwater Crayfish, 2:149-157.
- Huner, J.V., Meyers, S.P. and Avault, J.W., 1975, Response and Growth of Freshwater Crayfish to an Extruded Water-Stable Diet. Freshwater Crayfish 2:149-157.
- Huner, J., V., and Barr, J. E., 1991, The Red swamp crayfish: Biology and Exploitation. Louisiana Sea Grant College Program Center for Wetland Resources Louisiana State Univ. Baton Rouge, Louisiana, 128 p.
- Ingle, R.W. and Clarke, P.F., 1989, Turkish crayfish thrive in a London canal. The London Naturalist 68, 73-75.

- Ismael, D. and New, M.B., 2000, Biology. In: Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*, (New, M.B. and Valenti, W.C.), Blackwell Science Ltd., London, 18-35.
- Jacob, R. A., 1995, The Integrated antioxidant system. Nutrition Research, 15 (5), 755-766.
- James, W., Sick, L.V. and Baptist, G.J., 1972, The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaid shrimp. Aquaculture, 1:341-347.
- Jover, M., Fernandez-Carmona, J., Rio, M.C.D. and Soler, 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. and Evans, L.H., 1996, On the factors affecting marron, *Cherax tenuimanus*, growth in intensive culture, Freshwater Crayfish, 11:428-440.
- Jussila, J., 1997a, Carapace mineralization and hepatopancreatic indices in natural and cultured populations of marron (*Cherax tenuimanus*) in Western Australia. Marine and Freshwater Research, 48(1):67-72
- Jussila, J., 1997b, Physiological responses of Astacid and Parastacid crayfishes (Crustacea:Decapoda) to conditions of intensive culture, University of Kuopio, Australia, 140 p.
- Karag l, H., Altıntaş, A., Fidancı, U.R. ve Sel, T., 2000, Klinik Biyokimya. Medisan Yayın Serisi: 45, Ankara, 430 s.
- Kılınç, K., 1985, Oksijen radikalleri:  retilmeleri, Fonksyonları ve Toksik Etkileri, Biyokimya Dergisi, 10:60-89.
- Kinter, M., 1995, Analytical technologies for lipid oxidation products analysis. Journal of Chromatography B., Review, 671, 223-236.
- Köksal, G., 1988, *Astacus leptodactylus* in Europe. In: Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation, (Holdich D. M. and Lowery, R., eds.), Chapman and Hall, London, 365-400.
- Köksal, G.,  lmez, M., Bekcan, S. Ve Güler, A.S., 1992, Doğal suların restorasyonu için tatlısu istakozu (*astacus leptodactylus* esch., 1823) yavru yetiştiriciliği. İstanbul Üniv. Su  r nleri Dergisi 1, 1-16.
- Kumlu, M., 1998, Karides, İstakoz ve Midye Yetiştiriciliği, Çukurova Üniv. Su  r n. Fak., Ders Kitabı No: 6, 340 s.
- Kuşat, M. ve Bolat, Y., 1995, Eğridir Gölü tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus salinus*, Esch., 1823)'un boy-ağırlık dağılışı ve tatlı su istakozu vebası hastalığının incelenmesi. Ege Üniv. Su  r nleri Dergisi, No:12, İzmir, 69-74.

- Kutsky, R.J., 1981, Handbook of vitamins, minerals and hormones, 2nd Ed., VNR, New York. 207 p.
- Lawrence, C.S., Cheng, Y.W., Morrisy, N.M. and Williams, 2000, A comparison of mixed-sex vs. monosex growout and different diets on the growth rate of freshwater crayfish (*Cherax albidus*). Aquaculture, 185:281-289.
- Lee, P.G. and Lawrence, A.L., 1997, Digestibility. In: Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture, (L.R. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M. Akiyama eds.), 6, 194-237.
- Lie, Ø., Sandvin, A. And Waagbø, R. 1994, Transport of alpha-tocopherol ,in atlantic salmon (*Salmo salar*) during vitellogenesis. Fish Physiology and Biochemistry, 13(3), 241-247.
- Liygren, B., Hamre, K and Waagbø, R., 2000, Effect of induced hyperoxia on the antioxidant status of atlantic Salmon *Salmo salar* L., fed three different levels of dietary vitamin E., Aquaculture Research, Vol. 31, 401-407.
- Lovell, T., 1998, Dietary requirement. In: Nutrition and Feeding of Fish, (Lovell, T. eds.), Academic publishers, 13-61.
- Lowery, R.S., 1988, Growth, moulting and reproduction. In: Freshwater crayfish: Biology, Management and Exploitation (Holdich D. M. and Lowery, R. Eds). Chapman and Hall, London, 83-113.
- Macpherson, A., 1994, Selenium, vitamin E and biological oxidation,. In: Recent Advances in Animal Nutrition (Edited by Cole D.S. Oxford and Garniworth P.), Butterworth and Heiremann, 3-30.
- Maguire, G.B. and Hume I.D., 1982, A Study of the nutritional requirement of school prawns *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in some Australian brackish water farming ponds. Aquaculture, 29:261-278.
- Majhi, S., Jena, B.N. And Patnaik, B.K., 2000, Effect of age on lipid peroxides, lipofuscin and ascorbic acid contents of the lungs of male garden lizard. Comp. Biochem. and Physiol. 126:293-298.
- Marcon, J. L. and Filho, D. W., 1999, Antioxidant processes of the wild tambaqui, *Colossoma macropomum* (Osteichthyes, Serrasamidæ) from the Amazon, Comparative Biochemistry and Physiology Part C, 123:257-263.
- Martinek, R.G., 1964, Method for determination of vitamin E (total tocopherol) in serum. Clin. Chem., 10(12):1078-1086.
- Maure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domoanguez, J.M., Sineiro J., Domoanguez, H., Joseanuañez, M. And Parajoa, J.C., 2001, Natural antioxidants from residual sources. Food Chemistry, 72:145-171.

- Maurente, G. and Diaz-Salvago, E., 1999, Characterization of antioxidant systems, oxidation status and lipids in brain of wild-caught size-class distributed *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) Crustacea, Decapoda. Comparative Biochemistry and Physiology Part B, 124:405-416.
- McDonald, P., Edwards, R. A. and Greenhalgh, J. F. D., 1986, Animal Nutrition. Forth Edition, 479 p.
- Meade, M.E. and Watts, S.A., 1996, Patterns of growth in juvenile Australian crayfish, *Cherax quadricarinatus*, during nutrient deprivation and recovery. Freshwater Crayfish, 11:403-416.
- Merican, Z.O. and Shim K.F., 1996, Qualitative requirements of essential fatty acids for juvenile *Penaeus monodon*. Aquaculture, 147:275-291.
- Mills, B.J. and McCloud, P.I., 1983, Effects of stocking and feeding rates on experimental pond production of the crayfish *Cherax destructor* clark (Decapoda:Parastacidae). Aquaculture, 34:51-72.
- Murray, R.K., Mayes, P.A. Granner, D.K. and Rodwell, V.W. 1993. Harper'ın Biyokimyası. Barış Kitabevi, İstanbul, 913 s.
- New, M.B., 1976, A review of dietary studies with shrimp and prawns. Aquaculture, 9:101-144.
- Özdamar, K., 2001, SPSS ile Biyoistatistik, yayın no:3,4.baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 452 s.
- Palaz, M., 1996, Bafra balık göllerinden sağlanan tatlısu istakozunun (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) anaçlarından Sinop yöresinde yavru alma olanakları ve yavruların gelişmesine ilişkin bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Sinop, 32 s.
- Pasternak, C.A., 1980, İnsan Biyokimyası. Hacettepe Üniv. Yayınları, A-40, 356 s.
- Placer, A.Z., Linda, L.C. and Johnson, B., 1966, Estimation of product of lipid peroksidasyon (malondialdehyde) in biochemical system. Anal. Biochem., 16:359-364.
- Ravi F., Brenton K. and Louis E., 1999, Effect of a diet supplemented with cod liver oil and sunflower oil on growth, survival and condition indices of juvenile *Cherax tenuimanus* (Smith). Freshwater Crayfish, 12:478-493.
- Reddy, H.R.V., Naik M.G. and Annappaswamy, T.S., 1999. Evaluation of dietary essentiality of vitamins for *Penaeus monodon*. Aquaculture Nutrition, 5(4):267-275.
- Reigh, R. C., Braden S. L. and Craig R. J., 1990, Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. Aquaculture, 84:321-334.
- Reynolds, J.R., 2002, Growth and reproduction. In: Biology of Freshwater Crayfish (Holdich D.M., eds.), Iowa State University Press, 153-191.

- Ricque-Maria, D., Parra M.I.A., Cruz-Suarez, L.E., Cuzon, G., Cousin, M. And Pike, A., 1998, Raw material freshness, a quality criterion for fish meal fed to shrimp. *Aquaculture*, 165:95-109
- Rikans, L. E. and Hornbrook, K. R., 1997, Lipid peroxidation, antioksidant protection and aging. Mini-Review, *Biochimical et Biophysica Acta*, 1362:116-127.
- Rudneva, I. I., 1999, Antioxidant system of black sea animals in early development. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 122, 265-271.
- Sarı, M. ve Çakmak N., 1996, Balık Besleme. *Fırat Üniv. Yayınları*, Yayın no:37, Elazığ, 270 s.
- Sedgwick R. W., 1979a, Influence of dietary protein and energy on growth, food consumption and food conversion efficiency in *Penaeus merguensis* de man. *Aquaculture*, 16:7-30.
- Sedgwick R. W., 1979b, Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis*. *Aquaculture*, 16:279-298.
- Shiau, S-Y., 1998, Nutrient requirements of penaid shrimps. *Aquaculture*, 164:77-93.
- Shiau, S. and Lung, C., 1993, Estimation of the vitamin B₁₂ requirement of the grass shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 117:157-163.
- Shiau S. and Liu J., 1994, Estimation of the dietary vitamin K requirement of juvenile *Penaeus chinensis* using menadione. *Aquaculture*, 126: 129-135.
- Skurdal, J. and Taugbol, T., 2002, Crayfish of commercial importance-astacus. In: *Biology of freshwater crayfish* (Ed: Holdich, D.M.), Blackwell Science Company, 467-510.
- Suprunovich, A.W., Kadriuk, R.P., Petkevich, T.A.,Stepaniuk, I.A., Lisovskaya, W.L. and Antsupova, L.V., 1983, Biochemical Characteristics of the Dniester Long-Clawed Crayfish of Astacidae Family. *Freshwater Crayfish* 5:490-533.
- Tan, R.K.H. and Dominy, W.G., 1997, Commercial pelleting of crustacean feeds. In: *Crustacean Nutrition*, (D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. and Akiyama, D.M.ed.), World Aquaculture Society, Louisiana, 520-549.
- Tappel, A.L., 1998, Vitamin E. In: *The Vitamins*, (Combs, G.F., eds), Academic Press, 189-223.
- Trino, A.T., Penaflorida V.D. and Bolivar E.C., 1992, Growth and survival of *Penaeus monodon* juveniles fed a diet lacking vitamin supplements in a modified extensive culture sistem. *Aquaculture*, 101:25-32.
- Tsnen, C.C., 1961, An improved spectrofotometric method for the determination of tocopherol using 4, 7 diphenile 1, 10 Phenanthroline. *Anal. Chem.*, 33:849-851.
- Velasco, M., Lawrence, A.L. and Castille, F.L., 1999, Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannemei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture*, 179:141-148.

- Verkataramiah, A., Lakshmi, G.J. and Gunter, G., 1975, Effect of protein level and vegetable matter on growth and food conversion efficiency of brown shrimp. *Aquaculture*, 6:115-125.
- Vogt, G., 2002, Functional anatomy. In: *Biology of Freshwater Crayfish*, (Holdich, D.M., eds.), Iowa State University Press, 53-150.
- Vonk, H., J., 1960, Digestion and metabolism. In: *The Physiology of Crustacea*, (Edited by Talbot H., Waterman), Department of Zoology, Yale University, London, 1:291-316.
- Wang, X. and Quinn P. J., 1999, Vitamin E and its function in membranes. *Progress in Lipid Research*, Vol. 38, 309-336.
- Winston, G. W. and Giulio, R. T. D., 1991, Prooxidant and antioxidant mechanisms in aquatic organisms. *Aquatic Toxicology*, 19, 137-161.
- Wiss, O., Bunnell, R.H. and Gloor, U., 1965, Absorptions and distribution of vitamin E in the tissues. *Vitam. Horm.*, 20:441-445.
- Zielinski, S. and Pörtner H-O., 2000, Oxidative stress and antioxidative defense in cephalopods: A function of metabolic rate or age?. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 125, 147-160.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ`da 1970 yılında doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi bu ilde tamamladım. 1990 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazandım ve 1994 yılında mezun oldum. 1995 yılında aynı üniversitenin Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansa başladım. 1998 yılında Yüksek Lisansımı başarıyla tamamlayarak aynı anabilim dalında Doktora yapmaya hak kazandım. 1996 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak görevlendirildim. Halen aynı anabilim dalında bu görevime devam etmekteyim. Evli, bir çocuk annesiyim.