

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI STOKLAMA YOĞUNLUKLARINDA YETİŞTİRİLEN BEYAZ  
KARİDES (*Litopenaeus vannamei*) JÜVENİLLERİNİN YAŞAMA ORANI,  
BÜYÜME PERFORMANSI VE BAZI STRES FAKTÖRLERİ ÜZERİNE  
ASTAKSANTİN İLAVELİ YEMLERİN ETKİSİ**

**Yasemin KAYA**

**DOKTORA TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2016**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI STOKLAMA YOĞUNLUKLARINDA YETİŞTİRİLEN BEYAZ  
KARİDES (*Litopenaeus vannamei*) JÜVENİLLERİNİN YAŞAMA ORANI,  
BÜYÜME PERFORMANSI VE BAZI STRES FAKTÖRLERİ ÜZERİNE  
ASTAKSANTİN İLAVELİ YEMLERİN ETKİSİ**

**Yasemin KAYA**

**DOKTORA TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Akdeniz Üniversitesi Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından  
2010.03.0121.002 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**2016**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI STOKLAMA YOĞUNLUKLARINDA YETİŞTİRİLEN BEYAZ  
KARİDES (*Litopenaeus vannamei*) JÜVENİLLERİNİN YAŞAMA ORANI,  
BÜYÜME PERFORMANSI VE BAZI STRES FAKTÖRLERİ ÜZERİNE  
ASTAKSANTİN İLAVELİ YEMLERİN ETKİSİ

Yasemin KAYA

DOKTORA TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**

Doç. Dr. Mehmet GÖKOĞLU

Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN

Doç. Dr. Erkan GÜMÜŞ

Doç. Dr. Özden ÖZ

Doç. Dr. Süleyman AKHAN

## ÖZET

### FARKLI STOKLAMA YOĞUNLUKLARINDA YETİŞTİRİLEN BEYAZ KARİDES (*Litopenaeus vannamei*) JÜVENİLLERİNİN YAŞAMA ORANI, BÜYÜME PERFORMANSI VE BAZI STRES FAKTÖRLERİ ÜZERİNE ASTAKSANTİN İLAVELİ YEMLERİN ETKİSİ

Yasemin KAYA

Doktora Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç.Dr. Mehmet GÖKOĞLU

Ağustos 2016, 83 Sayfa

Araştırmamızda, farklı stoklama yoğunluklarında yetiştirilen beyaz karides (*Litopenaeus vannamei*) juvenillerinin yaşama oranı, büyüme performansı ve bazı stres faktörleri üzerine astaksantin ilaveli yemlerin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme, stok yoğunluğu (200, 400 ve 800 birey/m<sup>3</sup>) ve yemdeki astaksantin düzeyine (0, 40, 80 ve 150 mg/kg) göre planlanmıştır. Çalışmanın sonunda en yüksek yaşama oranı %81,67±9,28 A1B1 (200 birey/m<sup>3</sup>; 0 mg/kg astaksantin); en yüksek ortalama ağırlık 1,81±0,21 g ile A3B3 (800 birey/m<sup>3</sup>; 80 mg/kg astaksantin) grubunda ve en yüksek deneme sonu stok yoğunluğu 463,30±32,83 birey/m<sup>3</sup> ile A3B3 grubunda tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, A3 deneme gruplarında, stoklama baskısıyla ortaya çıkan stresin, enzimatik olmayan antioksidan savunma sistemi tarafından düzenlendiğini göstermektedir. Ayrıca karideslerin beslenmesinde kullanılan deneme yemlerinden 40 (B2) ve 80 (B3) mg/kg astaksantin içeriğine sahip yem gruplarının antioksidan savunma sisteminin düzenlenmesinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde, karideslerin yaşama oranı, düşük stoklama gruplarında daha yüksek bulunmuş ve hem stok yoğunluğu hem de yemdeki astaksantin düzeyinden etkilenmiştir (P<0,05). Karideslerde gözlemlenen büyüme performansı değerleri üzerine, stok yoğunluğu farkı etkili olmuş (P<0,05), yemdeki astaksantin düzeyinin ise etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (P>0,05).

**ANAHTAR KELİMELER:** *Litopenaeus vannamei*, beyaz karides, juvenil, stok yoğunluğu, astaksantin

**JÜRİ:** Doç. Dr. Mehmet GÖKOĞLU (Danışman)  
Prof. Dr.Orhan Tufan EROLDOĞAN  
Doç. Dr. Erkan GÜMÜŞ  
Doç. Dr. Özden ÖZ  
Doç. Dr. Süleyman AKHAN

## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF DIETARY ASTAXANTHIN ON SOME STRESS FACTORS, SURVIVAL RATE AND GROWTH PERFORMANCE OF WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) JUVENILES AT DIFFERENT STOCKING DENSITIES

YASEMIN KAYA

PhD Thesis, Department of Aquatic Engineering  
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU  
August 2016, 83 Pages

Current research carried out to identify the effects of dietary astaxanthin on some stress factors, survival rate and growth performance of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) juveniles reared on different stocking densities. Experimental design was planned for different stock densities (200, 400 and 800 indiv./m<sup>3</sup>) and individuals were feed with extrude shrimp feed with different rates of astaxanthin supplement (0, 40, 80 and 150 mg/kg). Experiments were conducted for 56 days. Evaluation of our results indicated that the highest survival rate (%81,67±9,28) was achieved for the less dens experiment group with no astaxanthin supplement (group A1B1) while highest mean weight (1,81±0,21 g) was achieved for most dense experiment group feed with feed with 80 mg/kg astaxanthin supplement (A3B3). Recorded highest final stocking density rate (463,30±32,83 indiv./m<sup>3</sup>) was also achieved for experiment group A3B3. It was observed that, for densely populated experiment groups (A3), stress associated with the stock density repressed by the non-enzymatic antioxidant defence system. Also the diets with 40 and 80 mg/kg astaxanthin found to have a regulating effect on antioxidant defence system. Our study has highlighted that the survival rate of shrimps was effected both by stocking density and astaxanthin rates in diet (p<0.05). Stocking density found to have a significant effect on all observed growth rates of juvenile (p<0.05) while the effect of astaxanthin didn't affect the growth rates significantly (p>0.05).

**KEYWORDS:** *Litopenaeus vannamei*, white shrimp, juveniles, stocking rate, astaxanthin

**COMMITTEE:** Assoc. Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU (Supervisor)  
Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN  
Assoc. Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ  
Assoc. Prof. Dr. Özden ÖZ  
Assoc. Prof. Dr. Süleyman AKHAN

## ÖNSÖZ

Dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde Asya-Pasifik bölgesi, dünyadaki yetiştiriciliğin %89,1'lik kısmını oluşturmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde önde gelen 15 ülkenin 11'inin Asya-Pasifik bölgesinde yer aldığı bilinmektedir. Bu ülkeler içerisinde Çin tek başına bu oranın %62,3'lük kısmını karşılamaktadır. Yetiştiricilik yoluyla üretimi yapılan belli başlı bazı türler ise sazan (Çin), karides (Çin, Hindistan, Endonezya, Tayland ve Vietnam) ve salmon (Şili ve Norveç)'dur. Diğer yandan, yetiştiricilik yapılan tüm ülkelerde, entansif üretimin yanı sıra ekstansif ve yarı entansif üretim sistemleri de kullanılmaktadır. Akuakültürdeki teknolojik gelişmelere rağmen Asya-Pasifik bölgesindeki küçük işletmeler sektörün bel kemiğini oluşturmaktadır. Son dönemlerde tüm dünyada akuakültürün büyümesi; yasal düzenlemelerin ve bilimsel araştırmaların yapılması ve uygulanması ile yerel ve uluslararası yeni pazarların bulunması gibi nedenlere bağlanabilmektedir (FAO 2010).

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğinde; iç sularda alabalık, denizlerde ise çipura ve levrek üretimi ilk sıralarda yer almaktadır. Yarı tropik iklime sahip ülkemizin Akdeniz kıyılarında karides üretimine elverişli alanların bulunmasına rağmen karides üretimi yalnızca avcılık yoluyla sağlanmaktadır. Dünyada her geçen gün gelişen karides yetiştiriciliğinin, ülkemizde potansiyel oluşturamaması birkaç farklı nedene dayanmaktadır. Bunlar, kıyılarımızda bulunan türlerin dünya pazarında yetiştiricilik potansiyellerinin düşük olması, yılda birden fazla ürün alınamaması, ilk yatırım maliyetleri ile enerji ve yem maliyetlerinin yüksek oluşu olarak sıralanabilmektedir. Batı Akdeniz kıyılarında sürdürülen turizm faaliyetleri de çoğunlukla karasal alanlarda yapılan karides yetiştiriciliğinin üretim alanlarını sınırlandırmaktadır. Tüm bu sebepler iç ve dış piyasada dünya pazarıyla rekabeti zorlaştırmaktadır.

Dünyada artan gıda ihtiyacı ve çeşitli etkenlere bağlı olarak doğal stokların azalması, kültüre alınan tür sayısı ve miktarını her geçen gün arttırmaktadır. Özellikle, ülkemizde tüketici beslenme alışkanlıklarının karides tüketimi yönünde değişmesi, karides üretimine olan talebin yükselmesine neden olabilecektir. Belki de bu durum, kendi öz kaynaklarımızı kullanarak karides yetiştiriciliğinin yapılabilirliğini arttıracaktır. Ülkemizde karides kültürünün verimli bir şekilde yapılabilmesi, üretimde karşılaşılabilecek problemlerin çözümüyle ilişkilidir. Üretime uygun türlerin seçimi, üretimin en doğru şekilde planlanması, özellikle iklimsel olumsuzlukların minimize edilmesi belli ölçüde sorunların çözümünü sağlayabilecektir. Ancak, daha da önemlisi; gerek kıyılarımızda bulunan gerekse dünyada üretimi başarıyla yapılan karides türlerinin yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için ülkemiz koşullarına uygun politikaların, yetiştiricilik sistemleri ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Araştırmam ve lisansüstü eğitimim süresince bana her türlü desteği veren danışman hocam Doç.Dr. Mehmet GÖKOĞLU'na; başta Prof. Dr. Metin KUMLU ve Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN olmak üzere; çalışmalarımı yürüttüğüm Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ve Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyesi, Araştırma Görevlisi ve İdari Personeline, Fakültemiz Hocaları ve Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma, sonsuz desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	4
2.1. Karides Yetiştiriciliğinde Ön Semirtme ve Önemi.....	4
2.2. Karides Yetiştiriciliğinde Yem Katkı Maddeleri.....	5
2.3. Karotenoid'in Tanımı, Yapısı ve Sınıflandırılması.....	6
2.4. Karotenoidlerin Sentezlenmesi ve Metabolik Dönüşümü.....	8
2.5. Karotenoidlerin Sindirimi ve Biyoyararlılığı.....	10
2.6. Sucul Hayvanların Beslenmesinde Karotenoid Kaynakları.....	11
2.7. Karotenoidlerin Akuakültürdeki Yeri ve Önemi.....	11
2.7.1. Karotenoidlerin renk oluşturma etkisi.....	12
2.7.2. Karotenoidlerin A vitamini öncülü olması.....	12
2.7.3. Karotenoidlerin üremeye yardımcı etkisi.....	13
2.7.4. Karotenoidlerin antioksidan etkisi.....	13
2.8. Canlılarda Stres ve Stresin Engellenmesi.....	14
2.8.1. Oksidatif stres ve oksidanlar.....	14
2.8.2. Antioksidanlar.....	15
2.9. Oksidatif Stresin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Enzimler ve Metabolitler.....	16
2.10. Önceki Çalışmalar.....	16
2.10.1. Karideslerin ön semirtme aşamalarında stoklama yoğunluğu ile ilgili yapılan çalışmalar.....	16
2.10.2. Karides yemlerinde karotenoid kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar.....	22
2.10.3. Karideslerde antioksidan aktivitenin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar.....	26
3. MATERYAL ve METOT.....	33
3.1. Materyal.....	33
3.2. Metot.....	34
3.3. Araştırmada Kullanılan Analiz Yöntemleri.....	39
3.3.1. Deneme gruplarında amonyum, nitrit-nitrat azotu düzeylerinin belirlenmesi.....	39
3.3.1.1. Amonyum azotu tayini (mg NH <sub>4</sub> -N/lit).....	40
3.3.1.2. Toplam nitrit-nitrat azotu tayini (mg NO <sub>2</sub> -N + NO <sub>3</sub> -N/lit).....	40
3.3.2. Toplam antioksidan kapasitesi (TAK) analizi.....	40

3.3.3. Metabolit analizleri.....	41
3.3.3.1. Toplam protein analizi.....	41
3.3.3.2. Glikoz analizi .....	41
3.3.4. Enzim analizleri .....	42
3.3.4.1. Alanin aminotransferaz (ALT) ve aspartat aminotransferaz (AST) analizi.....	42
3.3.4.2. Süperoksit dismutaz (SOD) analizi.....	42
3.4. İstatistiki Hesaplamalar.....	43
4. BULGULAR.....	44
4.1. Fiziko-Kimyasal Parametreler.....	44
4.2. Karides Jüvenillerinde Büyüme Parametreleri.....	45
4.3. Karides Jüvenillerinde Toplam Antioksidan Kapasitesi ve Metabolitler.....	55
4.4. Karides Jüvenillerinde Enzimler.....	58
5. TARTIŞMA.....	62
6. SONUÇ.....	72
7. KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ	



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

g	gram
kg	kilogram
lt	litre
mm	milimetre
m <sup>2</sup>	metrekare
m <sup>3</sup>	metreküp
mg	miligram
µm	mikrometre

### Kısaltmalar

ALT	Alanin aminotransferaz
AST	Aspartat aminotransferaz
GPx	Glutasyon peroksidaz
GST	Glutasyon S transferaz
FCR	Yem dönüşüm oranı
LPO	Lipit peroksidaz
PL	Postlarva
PO	Fenol oksidaz
SOD	Süperoksitdismütaz
TAK	Toplam antiaoksidan kapasitesi
U	Ünite

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yetiştiriciliği yapılan karides türlerinin üretim miktarları .....	1
Şekil 2.1. Karotenoidlerin sentezlenme basamakları.....	9
Şekil 2.2. Karideslerde karotenoidlerin metabolik dönüşümü.....	10
Şekil 2.3. Astaksantin kimyasal yapısı (şematik).....	10
Şekil 3.1. Deneme ünitesinin genel görünümü.....	35
Şekil 3.2. Deneme deseni (şematik).....	36
Şekil 3.3. Jüvenil karideslerin morfometrik ölçümleri.....	39
Şekil 4.1. Deneme gruplarında final ağırlığı (FA) değerleri.....	47
Şekil 4.2. Deneme gruplarında final boy (FB) değerleri.....	47
Şekil 4.3. Deneme gruplarında yaşama oranı (YO) değerleri.....	50
Şekil 4.4. Deneme gruplarında büyüme oranı (BO) değerleri.....	50
Şekil 4.5. Deneme gruplarında deneme sonu stok yoğunluğu (DSSY) değerleri.....	51
Şekil 4.6. Deneme gruplarında biomas (B) değerleri.....	51
Şekil 4.7. Deneme gruplarında günlük canlı ağırlık kazancı (GCAK) değerleri.....	54
Şekil 4.8. Deneme gruplarında spesifik büyüme oranı (SBO) değerleri.....	54
Şekil 4.9. Deneme gruplarında günlük büyüme indeksi (GBİ) değerleri.....	55
Şekil 4.10. Deneme gruplarında toplam antioksidan kapasitesi (TAK) değerleri....	57
Şekil 4.11. Deneme gruplarında toplam protein değerleri.....	57
Şekil 4.12. Deneme gruplarında serbest glikoz değerleri.....	58
Şekil 4.13. Deneme gruplarında alanin aminotransferaz (ALT) değerleri.....	60
Şekil 4.14. Deneme gruplarında aspartat aminotransferaz (AST) değerleri.....	60
Şekil 4.15. Deneme gruplarında süperoksit dismütaz (SOD) değerleri.....	61

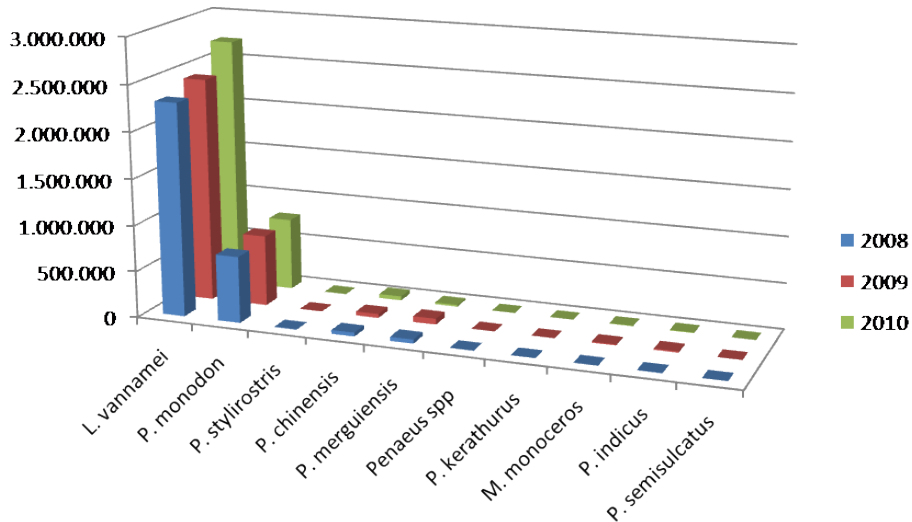
## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Denizel hayvanlarda besin zinciri yoluyla karatenoid metabolizması ve seçici depolanması basamakları.....	7
Çizelge 2.2. Serbest radikal (oksidan) türleri.....	15
Çizelge 3.1. Deneme yeminin formülasyonu.....	34
Çizelge 3.2. Deneme yeminin besin madde bileşenleri.....	34
Çizelge 3.3. Stok yoğunluğu ve yemdeki astaksantin düzeyine bağlı 3X4 faktöriyel deneme deseni.....	35
Çizelge 3.4. Deneme gruplarına göre larvaların ortalama ağırlık değerleri.....	37
Çizelge 4.1. Deneme gruplarında ölçülen ortalama sıcaklık (°C), çözülmüş O <sub>2</sub> (mg/l), pH, tuzluluk (‰) değerleri.....	44
Çizelge 4.2. Deneme tanklarında 15 gün aralıklarla ölçülen amonyum azotu değerleri (NH <sub>4</sub> -N mg/L).....	45
Çizelge 4.3. Deneme tanklarında 15 gün aralıklarla ölçülen nitrit-nitrat azotu değerleri (NO <sub>2</sub> -N + NO <sub>3</sub> -N mg/L).....	45
Çizelge 4.4. Deneme sonu gruplarda gözlenen BA, FA, FB değerleri.....	46
Çizelge 4.5. Deneme sonu gruplarda gözlenen YO, BO, DSSY, B değerleri.....	49
Çizelge 4.6. Deneme sonu gruplarda gözlenen GCAK, SBO, GBİ değerleri.....	53
Çizelge 4.7. Deneme sonu gruplarda gözlenen TAK, toplam protein, serbest glikoz değerleri.....	56
Çizelge 4.8. Deneme sonu gruplarda gözlenen ALT, AST, SOD değerleri.....	59

## 1. GİRİŞ

Beyaz karides (*Litopenaeus vannamei*) Latin Amerika'nın yerli türleri arasında yer almakta ve batıda pasifik okyanusu kıyıları boyunca Peru'dan Meksika'ya kadar dağılım göstermektedir. Türün ilk kültür çalışmaları 1970'li yılların ortalarında Panama'da yapılmaya başlanmış ve Amerika kıtasında yetiştiriciliği yapılan diğer türlerden daha iyi (*Penaeus setiferus* ve *Penaeus stylirostris*, Panama; *Penaeus aztecus* ve *Penaeus occidentalis*, Honduras; *Penaeus aztecus* ve *Penaeus duorarum*, güneydoğu ABD; *Penaeus schmitti* ve *Penaeus brasiliensis*, Brezilya) üretim performansı göstermiştir. İlk kültüre alındığı yıllarda beyaz karidesin yetiştiricilik başarısı, göz sapı kesilerek olgunlaştırılan anaçların kolaylıkla yumurtlatılması; böylelikle üretimin tüm yıla yayılabilmesine bağlanmıştır. Beyaz karides anaçlarının besinsel gereksinimlerinin belirlenmiş olması, anaç olgunlaştırma ve yumurtlamanın yıl boyunca sağlanması vb. nedenlerden dolayı 1970'li yılların sonuna gelindiğinde Panama'da *L. vannamei* yetiştiriciliği diğer türlerin önüne geçmiştir (Briggs vd 2004, Liao ve Chien 2011).

*L. vannamei* 1978-1979 yıllarında deneysel amaçlı yetiştiricilik çalışmalarıyla birlikte Asya kıtasına getirilmiştir. Türün ticari anlamda yetiştiriciliği ise 1996 yılından itibaren Tayvan ve Çin'de başlamıştır. Daha sonraları, bazı güneydoğu Asya ve doğu Asya ülkelerinde de yaygın hale gelmiştir. Asya kıtasında 2001 yılında 93.648 mt olan beyaz karides üretimi 2008 yılına kadar yaklaşık 18 kat artarak 1.823.531 mt ulaşmıştır. Son 10 yılda beyaz karides üretimi; tüm dünyada, özellikle de Asya kıtasında *Penaeus monodon*'un yerini almıştır. Bu durumun temel nedeni, 1980'li yılların sonunda kirlilik, stress ve hastalık etkenlerine karşı artan hassasiyetle beraber *P. monodon* üretimindeki ani düşüşlerdir. Diğer yandan, beyaz karidesin kültür koşullarında olgunlaşması, hızlı büyümesi, yaşama oranının ve çevresel parametre değişimlerine toleransının yüksek olması gibi nedenlerle tüm dünyada yetiştiriciliği yapılan karides türleri arasında ilk sırayı almasına neden olmuştur (Şekil 1.1) (Briggs vd 2004, Liao ve Chien 2011, FAO 2010, FAO 2012).



Şekil 1.1. Yetiştiriciliği yapılan karides türlerinin yıllara göre üretim miktarları (2008, 2009 ve 2010) (ton) (FAO 2012)

Ülkemiz sularında ise *Penaeus semisulcatus*, *Penaeus kerathurus*, *Penaeus japonicus*, *Melicerthus hathor*, *Metapenaeus monoceros*, *Parapenaeus longirostris*, *Trachypenaeus curvirostris*, *Metapenaeus stebbingi* Farfantepenaeus *astecus* gibi ekonomik karides türleri mevcuttur. Bu türlerden, *P. semisulcatus*, *P. japonicus* ve *P. kerathurus* yetiştiriciliği üzerine çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Hatta *P. semisulcatus* kültürüne olan ilginin son dönemlerde giderek artması biyolojisi, kültür koşullarında gonad gelişimi ve yumurtlatılması, larval ve post larval dönemde fizikokimyasal değişimlere toleransı gibi konularda çeşitli çalışmaları beraberinde getirmiştir (Kumlu vd 2003, Al-Ameeri vd 2006, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Deval vd 2010). Ancak yine de ülkemizde karideslerin kuluçkahane sonrası yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalar sınırlı durumdadır (Kumlu vd 2003, Aktaş 2006, Türkmen 2007a). Bununla beraber 1990'lı yıllarda ticari boyutta yapılmaya başlayan karides kültürü başarısızlıkla sonuçlanmış ve karides yetiştiriciliğinde beklenen istikrar henüz yakalanamamıştır (Kumlu 2001, Türkmen 2001, Türkmen 2007a, Türkmen 2007b).

Dünyanın çeşitli bölgelerinde pek çok karides türünün entansif (yoğun) kültürü yapılmaktadır (Al-Ameeri ve Cruz 2006). Uzun kıyı şeridi, temiz kıyı suları, Avrupa pazarına yakınlık gibi nedenler doğu Akdeniz'de karides yetiştiriciliğini cazip hale getirmektedir (Kumlu vd 2003, Kır vd 2004). Ancak yarı tropik iklim koşullarına sahip doğu Akdeniz'de karides semirtme dönemi 5-6 ay ve yılda tek ürün ile sınırlanmaktadır. Soğuk kış mevsimine sahip yarı tropik bölgelerde karides üretiminde hedeflenen başarıyı yakalamak için yüksek yaşama ve büyüme oranlarının yıl boyunca sağlanması ya da üretim sistemlerinde stok yoğunluklarının arttırılması gerekmektedir (Kumlu ve Eroldoğan 2000, Kumlu vd 2003, Kır vd 2004, Kumlu ve Kır 2005, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Kır ve Kumlu 2008). Kır vd (2004) yılın erken döneminde semirtme havuzlarına karides stoklanabilmesi için yumurtlatma, larval üretim ve juvenil yetiştiriciliğinin entansif üretim metoduyla kapalı ortamda yapılması ya da juvenillerin bir sonraki semirtme sezonuna kadar kapalı devre sistemlerde yüksek stok yoğunluklarında kışlatılmasının gereğini vurgulamaktadırlar.

Karides yetiştiriciliğinde en önemli hedef, piyasa talebinin karşılanabilmesi amacıyla üretimin optimize edilmesidir (Nga vd 2005). Bu amaçla üretimde sürekliliğin sağlanması gerekmektedir. Bu üretimin sürekliliğinin sağlanması ise öncelikle havuzlardaki karides yoğunluklarının doğru tahminine dayanmaktadır. Yetiştiricilik periyodunda havuzlardaki karides sayısı ve yaşama oranı tahmini ancak havuzlarda yapılan alt örneklemelemlerle öngörülmektedir. Ancak karideslerin zemine gömülme davranışları, kimi zaman havuzlardaki stok durumunun tam olarak belirlenememesine neden olmaktadır. Üretimin başlangıç aşamasında yapılan stoklama hataları, havuzdaki karides miktarının yanlış tahminini, büyüme oranı, yem maliyeti, hasatta elde edilebilecek ürün miktarını ve son olarak da verimliliği doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla hasatta elde edilecek ürün miktarı, büyük oranda başlangıçtaki stoklama yoğunluğuna bağlıdır. Bu nedenle, erken dönemde hatasız stoklama yapılması ve yaşama oranlarının iyileştirilmesi üretim sürecinin tamamını olumlu yönde etkilemektedir. Post larvaların (PL) üretim havuzlarına stoklanmalarından sonraki ilk 1-1,5 aylık süre yaşama oranları açısından oldukça kritiktir. Bu kritik aşamada, ön semirtme havuzlarında yetiştirilen karideslerle beraber, semirtme havuzlarında daha başarılı bir yetiştiricilik gerçekleştirilmektedir (Kumlu 2001, Garza De Yta vd 2004, Yusufzai ve Singh 2005).

Besin, karideslerin büyüme ve gelişmesi üzerinde etkili olan diğer bir önemli faktördür (Flores vd 2007). Kültür koşullarındaki karideslerde en uygun büyüme ve yaşama oranlarının sağlanabilmesinde, yemlerinde bulunan protein, yağ, karbonhidratın yanı sıra mineral, vitamin ve esansiyel katkı maddeleri de oldukça önemlidir. Son 20 yılda karides üretiminin hızlı bir şekilde büyümesinde kaliteli yemlerin geliştirilmesinin de katkısı olmuştur (Linan-Cabello vd 2002, Linan-Cabello ve Jesus 2004, Al-Ameeri vd2006). Özellikle *P. japonicus*, *P. monodon*, *P.vannamei* türlerinin besinsel gereksinimlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Piyasada bu üç türün kültürü için geliştirilmiş türe özgü ticari diyetler bulunmaktadır. Bununla birlikte diğer türlerin besinsel ihtiyaçlarının tespitine yönelik çalışmaların yapılması da gerekmektedir (Al-Ameeri vd 2006).

Araştırmamızda, ön-semirtme aşamasında *L. vannamei* PL'lerinin stoklama yoğunluklarındaki artışıyla beraber ortaya çıkabilecek olumsuzlukların engellenmesi hedeflenmektedir. Denemede kullanılacak yeme astaksantin ilave edilerek stok yoğunluğunun artışıyla birlikte ortaya çıkabilecek stresin minimize edilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Astaksantin stresin azaltılmasındaki olası etkinliği bazı fizyolojik ve metabolik değerlendirmelerle tespit edilecektir. Yapılacak bu çalışmayla, beyaz karidesin ön semirtme döneminde, birim alandan daha kaliteli ve yüksek miktarda juvenil elde edilebilirliğinin ortaya konması amaçlanmaktadır.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

### 2.1. Karides Yetiştiriciliğinde Ön Semirtme ve Önemi

Kuluçkahane sonrası karides yetiştiriciliği iki aşamalı gerçekleştirilmektedir. Kuluçkahaneden çıkan PL'ler ya doğrudan ya da ön semirtmeye tabi tutulduktan sonra semirtme havuzlarına stoklanmaktadır (Kumlu 2001, Garza De Yta vd 2004, Nour vd 2004). Ön semirtme sistemleri özellikle entansif ve süper entansif karides kültüründe tercih edilmekte; yarı entansif ya da entansif olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır (Kumlu 2001, Garza De Yta vd 2004). Ön-semirtmede PL yetiştiriciliği üretim sistemlerine bağlı olarak toprak havuz, semirtme havuzlarında yüzer kafes, kanal ya da tank içerisinde gerçekleştirilmektedir. Tank veya kanal tipi havuzlarda entansif PL üretimi, daha çok ılıman iklim özelliğine sahip bölgelerde ve kapalı ortamlarda yapılmaktadır (Kumlu 2001, Nour vd 2004, Arnold vd 2005, Zelaya vd 2007).

Tüm dünyada PL'lerin ön semirtme sistemlerinde entansif üretimine olan eğilim artış göstermektedir. Ön-semirtme sistemlerinde 0,5-1,5 g ağırlığa ulaşan juveniller semirtme havuzlarına transfer edilmektedir. Semirtme havuzlarına ağırlık ve boy bakımından homojen bireylerin stoklanmasıyla birlikte, havuzlardaki yaşama oranı artırılmakta, yem dönüşüm oranı iyileştirilmekte ve yem zayıyatı azaltılmaktadır. Ön-semirtme uygulanan yetiştiricilik sistemlerinde, semirtme süresinin kısalması ile birlikte yılda birden fazla ürün elde edilebilmektedir. Hem karideslerin yaşama oranlarının artışı hem de semirtme süresinin kısaltılması, yıllık ürün miktarlarında da artışa neden olmaktadır. Bu sistemler, su sıcaklığının düşük olduğu dönemlerde sıcaklık kontrollü üretimin yapılmasını olanaklı hale getirmektedir. Ayrıca mevsimsel dalgalanmalar nedeniyle ortaya çıkan larva ihtiyacının karşılanması, adaptasyon, havuzlarda hastalık ve predatör kontrolü, hasatta hemen hemen aynı ağırlıkta ürün elde edilmesi gibi avantajlarının yanı sıra doğal karides stoklarının da desteklenmesine katkıda bulunmaktadır. Ön semirtme sistemlerinin en önemli dezavantajı ise, juvenillerin semirtme havuzlarına transferi aşamasında maruz kaldıkları streştir (Kumlu 2001, Garza De Yta vd 2004, Nour vd 2004, Arnold vd 2005, Yusufzai ve Singh 2005, Arnold vd 2006a, Arnold vd 2006b, Arnold vd 2009).

Yarı-entansif ön semirtme sistemlerinde m<sup>2</sup>'ye 150-200 PL stoklanmaktadır (Kumlu 2001). Karides ön-semirtme sistemlerinde daha fazla juvenil elde edilebilmesi amacıyla, birim hacimdeki PL sayısının artırılması konusunda çalışmalar yapılmaktadır (Sellars vd 2004, Arnold vd 2005, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Zelaya vd 2007, Arnold vd 2006a, Arnold vd 2009). Ön-semirtme sistemlerine PL stoklama oranı, PL'in yaşı, büyüklüğü, ön-semirtmenin süresi ve amacına göre 2-70 PL/lt arasında değiştiği bildirilmektedir (Zelaya vd 2007). Bu konuda yapılan çalışmalar, stok yoğunluğundaki artış ile büyüme ve/veya yaşama oranı arasında ters bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (Al-Ameeri ve Cruz 2006, Arnold vd 2005, Arnold vd 2009). Stok yoğunluklarındaki artış, ortamdaki organik madde yükünü, besin ve alan rekabetini artırmaktadır. Bu durumun yarattığı aşırı stres karideslerin yaşama ve büyüme oranlarında düşüşe, yüksek kanibalizme ve üretim periyodunun uzamasına neden olmaktadır (Sellars vd 2004, Arnold vd 2005, Arnold vd 2006a, Arnold vd 2009).

Ön semirtme döneminde yüksek stoklama yoğunluklarına toleransı en yüksek türün *L. vannamei* (3300-4514 juvenil/m<sup>3</sup>) olduğu ve diğer türlere oranla çok daha başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir. *L. vannamei* juvenillerinin yüksek yoğunlukta üretimindeki başarı ile birlikte, semirtme havuzlarında karides üretiminin sürekliliği sağlanmıştır. Yüksek yoğunlukta üretim başarısı, aynı zamanda karideslerin hasat boy ve ağırlıklarının artmasını da beraberinde getirmiştir (Arnold vd 2006a, Arnold vd 2006b, Arnold vd 2009). *P. monodon* için ön semirtme aşamasının avantajları tam olarak ortaya konmasa da, semirtme havuzlarına doğrudan PL stoklanmasına oranla ön semirtme yapılan bireylerin yaşama oranlarında %10 artış elde edildiği yönündedir (Arnold vd 2009). Ön semirtme sistemlerinde birey sayılarının artırılmasına yönelik *P. monodon*, *P. indicus*, *L. setiferus* türleri ile de çalışmalar bulunmaktadır. Ön semirtme dönemlerinde birey sayılarının artırılmasına yönelik yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar türlere göre değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte ön semirtme dönemlerinde birey sayılarının artırılmasının, temelde stoklama oranlarındaki artışa bağlı olduğu tespit edilmiştir (Arnold vd 2006a, Arnold vd 2006b, Arnold vd 2009). Ön semirtme aşamasında stoklama oranlarının tespiti ve artırılmasına yönelik çalışmaları diğer türler için çok yaygın değildir. Ancak son yıllarda ön semirtme aşamasındaki stok yoğunluğu ile ilgili çalışmalar ivme kazanmıştır. Örneğin, Al-Ameeri ve Cruz (2006) *P. semisulcatus* PL'lerin (80 mg) 200 birey/m<sup>3</sup> oranında başarıyla stoklanabileceğini bildirmektedirler.

Ön-semirtme döneminde stok yoğunluklarının artırılmasından kaynaklı stres ve beraberinde ortaya çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla yapay substratlar kullanılması gibi yöntemler denenmeye başlanmıştır. Yetiştirme ünitelerinde yapay substrat kullanımı hem juvenillerin saklanması hem de doğal besinleri olan mikroorganizmaların artışı için uygun alanların yaratılmasını sağlayarak birim hacimde daha fazla birey stoklanmasına olanak vermektedir. Dolayısıyla substrat uygulamaları ön-semirtme aşamasında yem dönüşüm oranını, büyüme ve yaşama oranlarını da arttırmıştır. Örneğin, *P. monodon* için 5000 juvenil/m<sup>3</sup>, *P. esculentus* için ise 11,430 juvenil/m<sup>3</sup> stoklama oranlarına kadar ulaşılabilmektedir (Sellars vd 2004, Arnold vd 2006a, Arnold vd 2006b, Arnold vd 2009).

## 2.2. Karides Yetiştiriciliğinde Yem Katkı Maddeleri

Kültür koşullarında üretilen sucul hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerin formülasyonu önemlidir. Formüle yemler, hayvanların beslenme alışkanlıkları göz önünde bulundurularak, gereksinim duydukları temel besin maddelerini (protein, karbonhidrat, lipid, vitamin ve mineral) içermektedir. Bunların dışında bu yemlere farklı nedenlerle yem katkı maddeleri de ilave edilmektedir. Bu katkı maddeleri, yemin besinsel özelliklerinin korunması, yemin bağlayıcılığının artırılması, hayvanlarda büyümenin hızlandırılması, yem alımının teşvik edilmesi, tüketicinin alışkanlıklarına uygun halde piyasaya sunulması gibi amaçlara hizmet etmektedir (FAO 1987). Su ürünleri yetiştiriciliğinde yem katkı maddelerinden biri olan karotenoidlerin de çeşitli amaçlarla formüle yemlere ilave edildiği bilinmektedir. Karotenoidlerin yem katkısı olarak kullanımıyla ilgili araştırmalar üç farklı hedefe yönelik yapılmaktadır. Bunlar; karotenoidlerin renklenmeye etkisi; karotenoidlerin emilimi, sindirimi, metabolize edilmesi ve biyolojik aktivitelerinin ortaya konması ya da yem katkısı olarak yeni



karotenoid kaynaklarının belirlenmesi amacıyla yönelik çalışmalardır (Ponce-Palafox vd 2006).

Başarılı bir karides yetiştiriciliği için formüle yemlere doğal ya da sentetik karotenoidlerin ilave edilmesi gerekmektedir. Karides yemlerinde kullanılan sentetik karotenoidler, astaksantin ve kantaksantin; doğal karotenoidler ise krustase unu, kırmızı biber, kadife çiçeği, *Phaffia rhodozyma*, *Haematococcus pluvialis*, *Haematococcus lacustris*, *Dunaliella salina*, *Spirulina sp.*, vb. olarak sıralanabilmektedir. Formülize edilen yemlere katılan karotenoidlerin pigmentasyon ya da biyoaktif etkinliklerinin gerçekleşebilmesi, dokularda yeteri miktarda depolanmasıyla mümkündür. Bununla beraber karotenoidin içeriği (kimyasal yapısının kararlılığı), kompozisyonu, kullanılabilirliği (sindirilebilirliği) ve besinsel kaynağı da yetiştiricilik başarısını etkilemektedir. Karotenoidlerin kimyasal yapısı; ışık, ısı, oksijen, enzim aktivitesi, asit ve alkali koşullarda kolaylıkla değişebilmektedir. Dolayısıyla kolay sindirilebilir ve kimyasal açıdan kararlı yapıda olması gerekmektedir. Kimyasal yapıları özellikle yem yapımında kullanılan yöntem ve depolama koşullarına bağlı olarak kararsız hale gelebilmektedir. Bu nedenle yeme ilave edilen karotenoid miktarı önem kazanmaktadır (Linan-Cabello vd 2002, Ponce-Palafox vd 2006).

Yem katkı maddelerinden biri olan karotenoidlerin krustaselerdeki rolü, genel olarak antioksidan özellik göstermeleri, pigment ve A vitamini kaynağı olmaları şeklinde özetlenebilir. Karidesler tarafından hücre içi sentez (*de novo*) yoluyla sentezlenemeyen ve yemle alınan karotenoidler hepatopankreasta metabolize edilerek depolanmakta veya hemolenf yoluyla diğer dokulara transfer edilmektedir (Pan ve Chien 2004, Ponce-Palafox vd 2006, Flores vd 2007, Flores vd 2008).

### 2.3. Karotenoid'in Tanımı, Yapısı ve Sınıflandırılması

Doğadaki pigment grupları içerisinde geniş yer tutan karotenoidlerin renkleri sarıdan kırmızıya kadar değişmektedir. Karotenoidler yeşil bitkiler, maya, bakteri, mantar ve algler tarafından sentezlenebilmektedir. Genellikle *de novo*(hücre içi sentez)yoluyla karotenoid sentezini gerçekleştiremeyen pek çok hayvan grubu, ihtiyaç duydukları hayvansal karotenoidi yadoğrudan yem ile almakta ya da yem ile aldığı bitkisel karotenoidi metabolize ederek kullanmaktadır (Çizelge2.1). Hayvansal organizmalarda karotenoidlerin metabolize edilmesi; karotenoid molekülünde meydana gelen oksidasyon, indirgenme, epoksi bağların yıkımı, çift bağların translasyonu veya oksidatif yıkımı yoluyla gerçekleşmektedir (Choubert 2001, Koca 2006, Rodriguez-Amaya vd 2006, Breithaupt 2007, Yeşilayer vd 2008, Maoka 2011).

Çizelge 2.1. Denizel hayvanlarda besin zinciri yoluyla karotenoid metabolizması ve seçici depolanması basamakları (Maoka 2011).

<b>Karotenoid sentezi (<i>de novo</i>)</b>	<b>Herbivor hayvanlar</b>	<b>Karnivor hayvanlar</b>
Alg Bakteri	⇒ Sünger Anemon Bivalv Tunikat Küçük eklembacaklılar	⇒ Salyangoz Denizyıldızı Kabuklular Balıklar

Karotenoidlerin kimyasal yapısı, metil gruplarına bağlanmış alifatik bir zincir ve konjuge çift bağlardan oluşmaktadır. Konjuge çift bağların varlığı ve sayıları karotenoid molekülünde renk oluşumunu sağlamaktadır. Konjüge çift bağların sayısı arttıkça renk de koyulaşmaktadır. Kuhn ve Karrer adlı araştırmacılar tarafından 1928–1930 yılları arasında beta-karotenin kimyasal yapısının ortaya çıkartılmasıyla beraber günümüze kadar 750'nin üzerinde karotenoidin varlığı tespit edilmiştir. Bu karotenoidlerin 250'den fazlası ise denizel kökenlidir (Choubert 2001, Römer ve Fraser 2005, Koca 2006, Rodriguez-Amaya vd 2006, Breithaupt 2007, Yeşilayer vd 2008, Maoka 2011).

Genel olarak karotenoidler çoklu izopren ( $C_5H_8$ ) ünitelerinden meydana gelen ve çoğunluğu, çift bağlı 40 karbon atomu bulunduran doymamış hidrokarbonlardır. Bununla birlikte, çok az sayıda bakteriyel karotenoidde 30, 45 veya 50 karbon atomu bulunmaktadır (Choubert 2001, Breithaupt 2007, Britton vd 2008).

Karotenoidler, kimyasal yapılarına göre farklı şekilde sınıflandırılabilir. Genel olarak yapılarında oksijen bulunup bulunmamasına göre, ksantofiller (yapısında oksijen atomu bulunduranlar) ve karoten (yapısında oksijen atomu bulundurmamaları) olarak iki alt gruba ayrılmaktadırlar. Bir diğer sınıflandırmaya göre de karotenoidler 5 ana gruba ayrılmaktadırlar (Sandman 2001, Römer ve Fraser 2005, Rodriguez-Amaya vd 2006, Breithaupt 2007, Britton vd 2008, Yeşilayer vd 2008). Bunlar;

- a) Yapılarında 40 karbon atomu bulunduran karotenoidler;
  - \*Hidrokarbonlar ( $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten, likopen ve fitoen)
  - \*Hidroksikarotenoidler (zeaksantin, lutein, krustaksantin, tunaksantin ve  $\beta$ -kriptoksantin)
  - \*Epoksikarotenoidler (neoksantin, salmoksantin ve violaksantin)
  - \*Aldehitler (Likopen-20-al)
  - \*Ketonlar (ekinenon, kapsantin, kapsarubin, fukoksantin, kantaksantin ve astaksantin)
  - \*Karboksilik asitler (uriolid ve anhidrouriolid)
- b) Yapılarında 45-50 karbon atomu barındıran karotenoidler (Bakterioruberin)
- c) Apokarotenoidler (triofaksantin ve parasentron)
- d) Norkarotenoidler (2-narkoksantin, peridinin ve peridininol)
- e) Sekokarotenoidler ( $\beta$ -karotenon)

Karotenoidler bitkisel ve hayvansal dokularda serbest veya yağlı ortamda çözülmüş olarak bulunmaktadır. Ayrıca yağ asitleriyle esterleşmiş halde veya protein

ve karbonhidratlarla bileşik oluşturmuş halde bulunmaktadır. Karotenoidlerin proteinlerle oluşturdukları bileşiklerde karotenoidlerin renkleri değişir. Örneğin kırmızı renkli olan astaksantin proteinler ile kompleks oluşturduklarında rengi maviye döner. Karotenoidlerin proteinlerle oluşturdukları kompleksler, sucul hayvanlarda, bazı yeşil yapraklı sebzeler ile sarı-kırmızı renkli meyve ve sebzelerde de yer almaktadır. Ancak yeşil yapraklı sebzelerde karotenoidlerin rengi, klorofil tarafından maskelenmiş olmaları nedeniyle görünebilir değildir. Karotenoidler, ışık ve oksijene karşı oldukça duyarlıdır. Buna karşılık yüksek sıcaklıklarda bile stabildirler. Ortamda ışık ve oksijen bulunmaması halinde gıdaların pişirilmelerinde ve haşlanmalarında bozulmazlar (Acar 1998, Koca 2006).

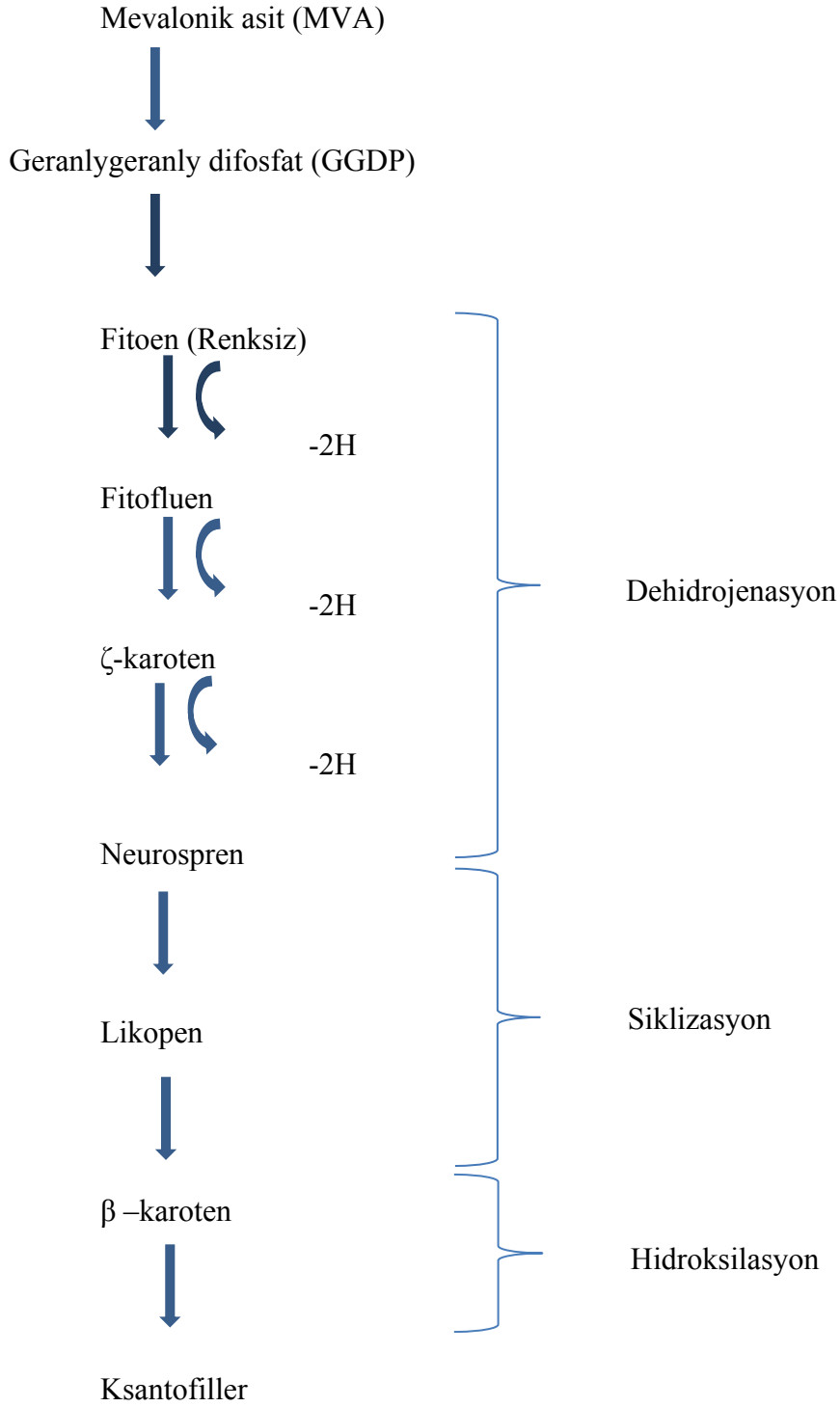
Yağda çözünebilen pigment sınıfında yer alan karotenoidler, apolar çözücülerde ve sıvı yağlarda iyi çözündükleri halde, suda çözünmezler; bu nedenle lipokromlar olarak bilinirler (Acar 1998, Koca 2006).

#### 2.4. Karotenoidlerin Sentezlenmesi ve Metabolik Dönüşümü

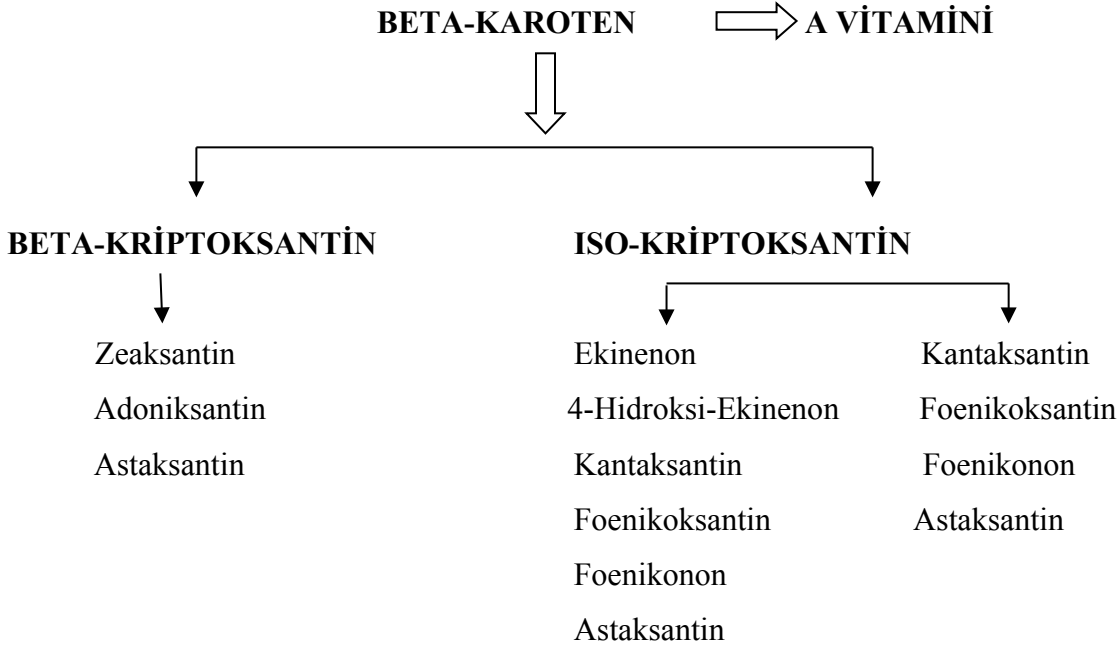
Karotenoidler, bitkisel organizmalar, bakteri ve mantarlarda mevalonik asit (MVA) aracılığıyla asetil koenzim A'dan sentezlenmektedir. Biyosentezin ilk basamağı, iki molekül geranylgeranyl difosfat (GGDP) molekülünden prefitoen difosfat (PPDP) aracılığıyla fitoen oluşumunun gerçekleşmesidir. 40 karbonlu bir hidrokarbon olan fitoen üç konjuge çift bağ içermektedir. Daha sonra gerçekleşen enzimatik reaksiyonlarla renksiz olan fitoen molekülüne her enzimatik basamakta yeni bir çift bağ eklenmektedir. Fitoen molekülü birdizi dehidrojenasyon reaksiyonu geçirdikten sonra 13 adet çift bağ içeren ve simetrik yapıda olan likopene dönüşmektedir. Likopenden sonraki basamakta, uç gruplarda halka (siklizasyon) oluşumu gerçekleşmektedir. Böylece monosiklik ( $\beta$ -karoten,  $\gamma$ -karoten) ve bisiklik ( $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten) yapıdaki karotenoidler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karotenin hidroksilasyonu sonucunda da lutein ve zeaksantin gibisantofiller meydana gelmektedir (Şekil 2.1) (Koca 2006, Ponce-Palafox vd 2006, Barros vd 2011).

Metabolik ve fizyolojik aktivitesini gerçekleştirmek için karotenoidlere ihtiyaç duyan ancak sentezleyemeyen hayvan grupları, bu gereksinimlerini besinleri yoluyla karşılamaktadırlar. Krustaselerin de içinde olduğu sucul hayvanların pek çoğu yemlerle aldıkları çeşitli karotenoidleri, metabolize ederek farklı formlara dönüştürebilmektedirler (Şekil 2.2). Örneğin sazan balıklarının lutein veya zeaksantini, krustaselerin ise beta-karoteni astaksantine dönüştürebilmektedirler. Diğer yandan salmonidlerin bu dönüşümü gerçekleştiremedikleri bildirilmektedir (Choubert 2001, Linan-Cabello vd 2002, Ponce-Palafox vd 2006).

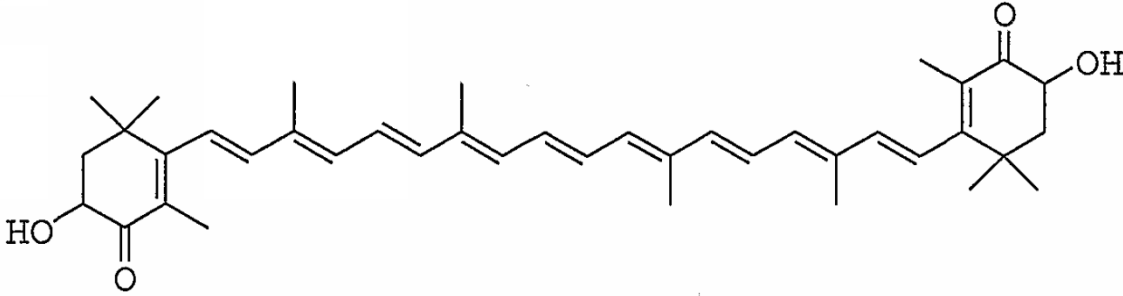
Astaksantin, denizel organizmalarda özellikle de krustase ve salmonidlerde en yaygın olarak bulunan karotenoidtir (Şekil 2.3) (Barros vd 2011).



Şekil 2.1.Karotenoidlerin sentezlenme basamakları (Koca 2006)



Şekil 2.2. Karideslerde karotenoidlerin metabolik dönüşümü (Ponce-Palafox vd 2006)



Şekil 2.3. Astaksantin kimyasal yapısı (şematik) (Maoka 2011)

## 2.5. Karotenoidlerin Sindirimi ve Biyoyararlılığı

Besinlerle birlikte alınan karotenoidler midede daha küçük lipid emülsiyon partiküllerine dönüşerek çözünmektedir. Daha küçük partiküllere dönüşen karotenoidler, ince bağırsağın ön bölümüne (duodenuma) taşınmaktadır. Burada gerçekleşen sindirim lipaz enzimi ve safra tuzları yardımıyla olmaktadır. Emilim için karotenoidlerin, safra tuzları içerisinde çözünmeleri ve misellerle birleşmeleri gerekmektedir. Sindirimi tamamlanan ve lipid emülsiyon partikülleri halinde bağırsaklara taşınan karotenoidler bağırsak mukozasındaki safra tuzları yardımıyla ya doğrudan ya da A vitaminine dönüştürülerek absorbe edilmektedir. Metabolizma tarafından kullanılmayan karotenoidler ise dışkı yoluyla atılabilmektedir (Acar 1998, Choubert 2001, Koca 2006).

Yağda çözünen bileşikler olmaları sebebiyle; sindirimliyiem içerisindeki yağlar ile ilişkili olan karotenoidlerin bağırsakta emilimi esnasında da yemin yağ içeriği etkili

olmaktadır. Karotenoid sindirilebilirliğini etkileyen diğer faktörler ise molekülün kimyasal yapısı veya besinsel kaynağıdır. Örneğin astaksantin sindirilebilirliği %10-60 arasında değişmekle beraber besinsel kaynağına göre bu oran daha fazla olabilmektedir. Diğer yandan astaksantin esterleşmiş formunun sindirilebilirliğinin serbest formuna nazaran daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Acar 1998, Choubert 2001, Koca 2006).

## 2.6. Sucul Hayvanların Beslenmesinde Karotenoid Kaynakları

Sucul hayvanların beslenmesinde kullanılan karotenoidlerin kaynağı ve kullanılabilirliği oldukça önemlidir. Karotenoidlerin sindirimi esnasında yem içerisindeki diğer besin bileşenleriyle etkileşimi ve kimyasal yapısını koruması, dokulardaki depolanma oranı, renklenme ve bioaktif formlarına dönüşümünü etkilemektedir. Çeşitli ticari markalar altında piyasada olan karotenoidler sentetik veya doğal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan bazıları; sentetik astaksantin, sentetik kantaksantin, krustase unu, kırmızıbiber, kadife çiçeği, maya (*Phaffia rhodozyma*), mikroalg (*Haematococcus pluvialis*, *H. lacustris*, *Dunaliella salina*, *Spirulina sp.*), buğday ve mısır'dır. Pigmentasyon için yemlerde bu hammaddelerin bulunması gerekmektedir. Diğer yandan yem hammaddelerinde bulunan karotenoidlerin rolü öncelikle karotenoidlerin kimyasal yapısına ve hayvansal organizmalar tarafından sindirilebilirliğine bağlıdır. Genellikle yem hammaddeleri içerisinde bulunan karotenoidler kimyasal açıdan karasız yapıya sahiptir. Özellikle yem hammaddelerinin maruz kaldıkları fizikokimyasal etkiler sonucunda karotenoidlerin biyokimyasal yararlılıkları azalabilmektedir. Bu nedenle yem hammaddelerinde bulunan karotenoidlerin renklenme veya A vitamini öncülü olmaları gibi özelliklerini sınırlandırılmaktadır. Bununla beraber yem formülasyonlarında doğal pigment kaynaklarının kullanılması daha avantajlıdır. Sentetik karotenoidler ise, özellikle renk oluşumunda olduğu gibi daha stabil formlarına ihtiyaç duyulduğu zaman kullanılmaktadır. Ancak, formüle yemlerde kullanılan karotenoidlerin, doğal kaynaklardan sağlanması yüksek maliyetleri sebebiyle yetiştiricilik açısından sıkıntıya neden olabilmektedir (Linan-Cabello vd 2002, Bjerkeng 2008).

Krustaselerin renklenmesi ve karotenoidlerin krustaselerdeki biyoaktif etkileri; yemlerinde astaksantin, astaksantine dönüşebilen karotenoidler ve  $\beta$ -karotenin yer alması ile gerçekleşmektedir. Özetle krustase yemlerinde bulunan karotenoidlerin, renk oluşturması veya renklenmeyi artırması, sürekliliğinin sağlanması, sindirilebilirliğinin yüksek ve aynı zamanda maliyetinin düşük olması beklenmektedir (Linan-Cabello vd 2002, Bjerkeng 2008).

## 2.7. Karotenoidlerin Akuakültürdeki Yeri ve Önemi

Hayvanlarda pigmentler, genel olarak sıcaklığın düzenlenmesi, tür içi etkileşimler ve predatörlerden kaçma/saklanma gibi durumları etkilemektedir. Sucul hayvanların yetiştiriciliğinde karotenoidlerden çoğunlukla renk sağlama özelliklerinden dolayı yararlanılmaktadır. Karotenoidlerin renk kaynağı olmalarının dışında A vitamini dönüşebilmeleri nedeniyle A vitamini öncülü olmaları, antioksidan özellik göstermeleri, bağışıklık sistemini güçlendirmeleri, üreme ve büyümede etkili olmaları

gibi fonksiyonları bulunmaktadır (Linan-Cabello 2002, Ponce-Palafox vd 2006, Bjerkgeng 2008, Maoka 2011).

### 2.7.1. Karotenoidlerin renk oluşturma etkisi

Karotenoidler sucul hayvanların renklenmesinde de önemli rol oynamaktadır. Renklenmenin özellikle yetiştiriciliği yapılan pek çok balık türünün pazarlanmasında etkili olduğu bilinmektedir. Örneğin salmonidlerin kas renklenmesi pazarlama fiyatları üzerinde oldukça etkilidir. Kültür balıkçılığında, alabalık, salmon, mercan balıkları yemlerinde kullanılan sentetik veya doğal astaksantin kas veya deri renklenmesini arttırdığı tespit edilmiştir. Kadife çiçeğinden elde edilen lutein ise mercan ve sarıkuyruk gibi balıkların sarı renk almasını sağlamaktadır. Ayrıca, yemlerine zeaksantin ilave edilen Japon balıklarının (*Carassius auratus*) daha kırmızı görünmelerini sağladığı bildirilmektedir (Ponce-Palafox vd 2006, Britton vd 2008, Bjerkgeng 2008, Maoka 2011).

Krustase kabuklarında yer alan karotenoidler çoğunlukla serbest ya da esterleşmiş halde bulunmaktadır. Diğer yandan proteinlerle bileşik yaparak krustasiyanin gibi karotenoproteinleri oluşturmakta ve buldukları dokunun rengini gri, siyah, kahverengi, mor, mavi veya sarıya dönüştürmektedir. Bununla beraber, bazı krustaselerin kabuklarında renksiz karotenoproteinler yer almaktadır. Kabuklarında renksiz karotenoproteinlerin yer aldığı krustase kabukları ise saydam/renksiz görünmektedir (Ponce-Palafox vd 2006, Britton vd 2008, Bjerkgeng 2008, Maoka 2011).

Karotenoproteinlerin omurgasız hayvanlarda renk değişimine yol açmalarının yanı sıra ışık emilimini sağlayan özellikleri de bulunmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle ortamdaki ışık yoğunluğunun olumsuz etkilerine karşı koruma görevi yapmaktadırlar. Diğer yandan hayvanların buldukları ortamın rengini alarak kamufle olmalarını da sağlamaktadırlar. Yaşamlarını devam ettirebilmek için predatörlerinden korunmak zorunda olan türler, renk değiştirmek için karotenoidlerden faydalanmaktadır. Bazı hayvanların üreme döneminde karşı cinsi cezbetmeyi sağlayan renk değişimleri karotenoidler sayesinde olmaktadır. Salmonidler gibi pek çok türün eşeyleri arasında görülen renk farklılıkları yine karotenoidler tarafından oluşturulmaktadır. (Bjerkgeng 2008, Maoka 2011).

### 2.7.2. Karotenoidlerin A vitamini öncülü olması

Hayvansal organizmalar A vitamini gereksinimlerini yemlerindeki karotenoidlerden karşılamaktadırlar. Genellikle hayvanların  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten ve  $\beta$ -kriptoksantini enzimatik yolla ya da oksidasyon basamakları ile A vitaminine dönüştürdükleri bilinmektedir. Bunun yanında salmonlar kantaksantini retinole dönüştürebilmektedir. Diğer yandan bazı tatlı su balıklarında lutein, zeaksantin ve astaksantin, 3,4 dehidroretinol (vitamin A2) öncülü olmaktadır. Dekapod krustaselerin üreme metabolizmasında ksantofillerin A vitaminine dönüşebildikleri belirlenmiştir (Bjerkgeng 2008, Linan-Cabello vd 2002, Maoka 2011).

### 2.7.3. Karotenoidlerin üremeye etkisi

Sucul hayvanların üreme döneminde karotenoidler esansiyel olabilmektedir. Üreme döneminde gonad gelişiminin başlamasıyla beraber gonadlarda karotenoid birikimi de gerçekleşmektedir. Karotenoidler balık yumurta ve larvalarında A vitamini (retinoid) gibi görev almaktadır. Benzer şekilde, *Penaeus semisulcatus* yumurtalarında da retinoidlerin varlığına rastlanmamıştır. Dolayısıyla, karotenoidlerin kimyasal olarak retinoidlerin görevini üstlendiği tahmin edilmektedir. Yetiştiricilik koşullarında anaç yemlerine ilave edilen karotenoidlerin üremeyi düzenlediği belirlenmiştir. Karotenoidlerin kültürü yapılan sucul hayvanlarda (salmon ve mercan balıkları, krustaseler vb.) gonad gelişimi, döllenme, yumurta açılım oranı ve larval gelişimi arttırdığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Choubert 2001, Ponce-Palafox vd 2006, Bjerkgeng 2008, Maoka 2011).

Kültürü yapılan krustaselerin anaç yemlerinin besin bileşenleri açısından yüksek kalitede olması gerekmektedir. Krustaselerde ovaryumların olgunlaşması ovaryumlarda karotenoid birikimiyle karakterize edildiği ve gonad gelişimi esnasında endokrin sistemi etkilediği bilinmektedir (Wouters vd 2001, Linan-Cabello vd 2002, Ponce-Palafox vd 2006). Krustaselerin üreme dönemlerinde, anaç yemlerindeki karotenoid yetersizliğinden kaynaklanan durum “pigment eksikliği sendromu” olarak isimlendirilmektedir. Pigment eksikliği sendromunda, anaç yemlerindeki karotenoid yetersizliğine bağlı olarak ovaryumlarda beklenen karotenoid birikimi olmamakta ve ovaryumlar daha açık bir renklenme sergilemektedir (Choubert 2001, Linan-Cabello vd 2002, Ponce-Palafox vd 2006, Bjerkgeng 2008, Maoka 2011).

Krustase ovaryumlarında bulunan başlıca karotenoid astaksantin ve astaksantin esterleridir. Ayrıca penaeid karideslerle yapılan besleme çalışmalarında yemler ile alınan  $\alpha$ -karoten, zeaksantin, ekinenon, kantaksantin kolaylıkla astaksantine dönüştürülebildiği belirlenmiştir (Choubert 2001, Ponce-Palafox vd 2006, Bjerkgeng 2008, Maoka 2011).

### 2.7.4. Karotenoidlerin antioksidan etkisi

Su ürünleri yetiştiriciliğinde strese karşı direncin artırılmasında, karotenoidlerin özellikle de astaksantin antioksidan özellik gösterdiği belirtilmektedir (Linan-Cabello vd 2002, Chien vd 2003, Pan vd 2003a, Pan ve Chien 2004, Supamattaya vd 2005). Karides yetiştiriciliğinde astaksantin yaşama ve büyüme oranlarının artırılmasına yardımcı olduğu bildirilmektedir. Örneğin; *P. japonicus*'un dokularındaki pigment konsantrasyonu ile yaşama oranları arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Pan ve Chien 2004, Chien vd 2003). Penaeid karides PL'lerinin yemlerindeki astaksantin miktarındaki artışın tuzluluktan kaynaklı strese karşı direncin artırılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. PL yemlerine 80 mg/kg astaksantin ilave edildiğinde strese karşı direncin artırılmasında daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Chien vd 2003, Pan vd 2003a).

Karotenoidler, hayvansal organizmalarda tekli oksijen molekülü ve serbest radikallerin inaktive edilmesi için önemli bir antioksidandır. Örneğin beta-karoten lipid antioksidanı olarak bilinmektedir. Nispeten kararsız olan uzun konjuge çift bağ içeren



astaksantin hücrelerdeki oksijen radikallerini etkisiz hale getirmektedir. Astaksantin ise beta-karotenden 10 kat, alfa-tokoferolden (E vitamini) 100 kat daha fazla antioksidan özelliğe sahiptir. Astaksantin, renk oluşturma ve antioksidan özellikleri nedeniyle karides yetiştiriciliğinde tercih edilen karotenoidler arasında yer almaktadır (Linan-Cabello vd 2002, Pan vd 2003a, Chien vd 2003, Mugnier ve Justou 2004, Flores vd 2007, Liu vd 2007, Flores vd 2008, Maoka 2011).

## **2.8. Canlılarda Stres ve Stresin Engellenmesi**

### **2.8.1. Oksidatif stres ve oksidanlar**

Canlılar, çevresel faktörlerin de etkisiyle yaşamlarında meydana gelen ani veya kademeli değişimler sonucu strese maruz kalmaktadırlar. Özellikle, oksijen yetersizliği, sıcaklık, amonyak, pH ve tuzluluk değişimleri, kirlilik ve patojenik mikroorganizmalar sucul canlılarda bir takım fizikokimyasal değişimlere neden olmaktadır. Strese bağlı olarak ortaya çıkan bu değişimler, canlının yaşamsal dengesi için tehdit oluşturmakta, savunma sistemlerini zayıflatabilmekte; kısmi ya da kitlesel ölümlere sebep olabilmektedir. Yetiştiricilik ortamında stresin hayvanlar üzerinde yol açtığı olumsuzluklar ürün kalitesini ve miktarını etkileyebilmektedir (Pan vd 2003a, Pan vd 2003b, Chien vd 2003, Chien ve Shiau 2005, Hong vd 2007, Fouzi vd 2012).

Organizmalar kimyasal, fiziksel veya biyolojik strese maruz kaldıkları zaman aerobik metabolizmada oksidatif reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Bu durum tekli oksijen molekülü, radikal olan ve radikal olmayan oksidanları (serbest radikaller) ortaya çıkarmaktadır (Çizelge 2.2). Organizmalarda gerçekleşen metabolik aktiviteler neticesinde ortaya çıkan oksidan türleri, oksijen, hidrojen, sülfür, karbon ve nitrojen merkezli olabilmektedir. Serbest radikaller en basit tanımı ile dış yörüngesinde eşlenmemiş elektron taşıyan atom veya moleküllerdir. Radikal olmayan bir atom veya molekülden bir elektron çıkmasıyla veya bir elektron ilavesiyle oluşurlar. Bu radikaller oldukça kısa ömürlü, reaktif ve kararsız yapıdadırlar. Radikal olmayan oksidanlar ise, radikal olanlara nazaran daha kararlı yapıdadırlar. Aslında serbest radikal oluşumu organizmada metabolik reaksiyonların doğal bir sonucudur. Sağlıklı organizmalarda serbest radikal oluşum hızı ile bunların ortadan kaldırılma hızları bir denge halindedir. Oksidatif denge adı verilen bu durumda, organizmalar serbest radikallerden etkilenmemektedir. Ancak oksidatif dengenin tek yönlü bozulması sonucu metabolizmada oksidatif stres ortaya çıkmaktadır. Aerob organizmalarda en yaygın olarak ortaya çıkan serbest radikaller, oksijen içermekte ve oksidatif stresin başlıca kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır (Delibaş ve Özçankaya 1995, Tamer vd 2000, Pan vd 2003a, Pan vd 2003b, Chien vd 2003, Altan vd 2006, Hong vd 2007, Valko vd 2007, Ekici ve Sağdıç 2008, Çaylak 2011).

Çizelge 2.2. Serbest radikal (oksidan) türleri (Ekici ve Sağdıç 2008)

Reaktif oksijen türleri		Reaktif nitrojen türleri	
Radikal olanlar	Radikal olmayanlar	Radikal olanlar	Radikal olmayanlar
Süperoksit ( $O_2^{\cdot-}$ )	Hidrojen Peroksit ( $H_2O_2$ )	Nitrik oksit (NO)	Nitrosil ( $NO^+$ )
Hidroksil (OH)	Peroksi nitrit (ONOO <sup>-</sup> )	Nitrojen dioksit ( $NO_2$ )	Nitroz asit ( $HNO_2$ )
Alkoksil (RO <sup>·</sup> )	Hipoklorik Asit (HOCl)		Dinitrojen trioksit ( $N_2O_3$ )
Peroksil ( $RO_2^{\cdot}$ )	Tekli Oksijen ( $^1O_2$ )		Dinitrojen tetraoksit ( $N_2O_4$ )
Hidroperoksil (HOO <sup>·</sup> )	Ozon ( $O_3$ )		Nitronyum iyonu ( $NO_2^+$ )
			Peroksinitrit (ONOO <sup>-</sup> )
			Alkil peroksinitrit (ROONO)

Hücre içindeki radikaller, geri dönüşümsüz hücre hasarına yol açan birçok tepkimeye neden olmaktadır. Örneğin, süperoksit ve hidroksil radikalleri hücresel, mitokondrial ve endoplazmik zarlarda lipit peroksidasyonunu başlatmaktadır. Genel olarak, serbest radikallerin, DNA, enzimler ve hücre zarlarının yapısında bulunan lipit, protein, karbonhidrat ve nükleotidlere zarar verdikleri bilinmektedir. Geri dönüşümsüz oksidatif hasar önce hücre sonra doku ve organlarda yapısal ve işlevsel bozunmalara yol açabilmektedir. Tekli oksijen molekülü ve serbest radikallerden dolayı metabolizmada ortaya çıkan bu olumsuzluklar bağışıklık sisteminin zayıflamasına, büyümenin gerilemesine ve ölümlere yol açmaktadır (Pan vd 2003a, Chien vd 2003, Chien ve Shiau 2005, Antmen 2005).

### 2.8.2. Antioksidanlar

Organizmalar, oksidatif strese neden olan serbest radikal baskısına karşılık çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Kısaca antioksidan olarak adlandırılan bu savunma sistemi, hasar öncesi radikal oluşumunu önlemekte, oksidatif hasarı onarmakta, hasara uğramış molekülleri temizlemekte ve mutasyonlara engel olmaktadır. Serbest radikal ajanlarına karşı organizmaları koruyan antioksidan savunma mekanizmaları enzimatik olanlar ve enzimatik olmayan şekilde sınıflandırılmaktadır. Enzimatik olan antioksidanlar daha çok hücre içi, enzimatik olmayanlar ise hücre dışı ortamda etkili olmaktadır (Antmen 2005, Gök vd 2006, Aydın 2008).

Enzimatik savunma sisteminde, süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx) ve katalaz (CAT) birincil antioksidan enzimlerdir. Bu enzimler radikallerle reaksiyona girerek bunların daha zararlı formlara dönüşmelerini ve yeni serbest radikal oluşumunu önleyen bileşiklerdir. Süperoksit dismutaz, süperoksit anyonlarının ( $O_2^{\cdot-}$ ) dismutasyonunu katalizleyerek hidrojen peroksit oluşturmakta, glutatyon peroksidaz ve katalaz ise hidrojen peroksidin su ve oksijene parçalanmasını sağlamaktadır (Harris 1992, Gök vd 2006, Valko vd 2007, Aydın 2008, Çaylak 2011, Keleştemur ve Özdemir 2011, Pallavi vd 2012, Can vd 2012).

Enzimatik olmayan antioksidanlar metabolizmada üretilen veya besinsel kaynaklı olanlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Metabolik antioksidanlar, glutatyon (GSH), redükte glutatyon (GSSH), L-arjinin, melatonin, hemoglobin, hemosiyanin vb.; besinsel antioksidanlar ise, askorbik asit (C vitamini),  $\alpha$ -tokoferol (E vitamini), selenyum, flavonoidler, karotenoidler vb. olarak sınıflandırılmaktadır (Gök vd 2006, Valko vd 2007, Aydın 2008, Çaylak 2011, Keleştemur ve Özdemir 2011).

## 2.9. Oksidatif Stresin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Enzimler ve Metabolitler

Antioksidan özellik gösteren SOD, GPx ve CAT, organizmaların stres baskısı altında olup olmadığının tespiti açısından ilk ele alınan enzimlerdendir. SOD, CAT ve GPx aktivitelerindeki artış canlılarda oksidatif stresin artışa geçtiğinin göstergesi olmaktadır (Harris 1992, Pan vd 2003a, Pan vd 2003b, Aydın 2008, Pallavi vd, 2012).

Diğer yandan, alanin aminotransferaz (ALT) ve aspartataminotransferaz (AST), oksidatif koşulların indikatörü olarak görev alabilmektedirler. Başka bir deyişle, oksidatif stresin ikincil belirleyicileri olabilmekte ve özellikle karaciğerde doku hasarına yol açmaktadırlar. Sucul hayvanlarda; açlık, hastalık ve suyun fizikokimyasal değişimlerine (pH, amonyak, nitrit, oksijen, sıcaklık ve tuzluluk) bağlı stresin belirlenmesinde, çeşitli dokuların ALT ve AST aktivitelerindeki farklılaşmalar da belirleyici olmaktadır (Pan vd 2003a, Pan vd 2003b, Chien vd 2003, Ersoy 2012).

Çevresel faktörlerin organizmaların fizyolojik durumları üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde, kolesterol, protein, hemosiyanin, glikoz, glikojen ve laktat gibi bazı metabolik değişkenlerden de yararlanılmaktadır (Wassmann vd 2004, Mercier vd 2006, Flores 2007, Sanchez-Pan vd 2007, Mercier vd 2009, Galvan-Alvarez 2012).

TAK (toplam antioksidan kapasitesi) oksidatif stresin bir göstergesidir. Teorik olarak metabolizmanın reaktif oksijen türlerine karşı geliştirdiği savunma mekanizmasının (enzimatik olanlar ve enzimatik olmayanlar) toplamını ifade etmektedir. TAK değerlerinin artması serbest radikallere karşı savunmanın da arttığını; dolayısıyla serbest radikallerin azaldığını göstermektedir. Diğer bir deyişle, metabolizmada reaktif oksijen türlerinin artmasıyla beraber oksidatif dengenin sağlanması amacıyla TAK değerlerinin de arttığı; böylelikle metabolizmada oluşan stresin oksidatif denge yönünde azaldığı bilinmektedir (Chien vd 2003, Pan vd 2003a, Pan vd 2003b, Sirmatel vd 2006, Niu vd 2011, Alpınar vd 2012, Can vd 2012).

## 2.10. Önceki Çalışmalar

### 2.10.1. Karideslerin ön semirtme aşamalarında stoklama yoğunluğu ile ilgili yapılan çalışmalar

*L. vannamei* ile yapılan bir araştırmada, düşük tuzlulukta ve farklı stoklama yoğunluklarında yetiştirilen karides juvenillerinin bazı büyüme parametreleri değerlendirilmiştir. Karidesler, çalışma başlatılmadan önce düşük tuzlulukta (%2,5-3) deniz suyuna 15 gün süre ile aşamalı olarak alıştırmışlardır. Deneme başlangıcında ortalama ağırlıkları 0,019 g olan karidesler %2,5-3 tuzluluğa sahip üretim tanklarına iki farklı yoğunlukta (2000 adet/m<sup>3</sup> ve 5000 adet/m<sup>3</sup>) stoklanmışlardır. Günlük yem miktarı denemenin 1.-19. günleri arasında vücut ağırlığının %50'si oranında gerçekleştirilmiş, daha sonraki günlerde ise oransal olarak azaltılarak %5'e (33.-72. gün arası) kadar düşürülmüştür. Yüksek ve düşük stoklama yoğunluklarındaki ölümler sırasıyla 30. ve 45. günlerden itibaren başlamış ve bunun sebebinin kanibalizm ile ilgili olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonunda düşük stoklama yoğunluğuna sahip gruptaki büyüme oranı (5,88 g) diğer gruba göre (4,17 g) daha yüksek bulunmuştur. Karideslerin yaşama oranı ilk 4 haftada oransal olarak hemen hemen aynı seyrederken daha sonraki

haftalarda yüksek stoklama yoğunluğundaki grupta karides ölümlerinin artmaya başladığı görülmüştür. Spesifik büyüme oranı değerleri ise düşük stoklama yoğunluklarında yüksek bulunmuştur. Deneme süresince her iki grupta ölçülen su parametre değerlerinin birbirine benzer olduğu tespit edilmiş ancak yüksek stoklama yoğunluğu bulunan grupta amonyak miktarı yüksek olduğu belirlenmiştir (Appelbaum vd 2002).

Moss ve Moss (2004), ön semirtme sistemlerinde, yapay substratların karidesler için kaçma ve saklanma alanları yaratarak üretimin arttırabileceğini bildirmektedirler. Bu araştırmacılar farklı stoklama yoğunluklarında (778 adet/m<sup>2</sup>, 1167 adet/m<sup>2</sup> ve 1556 adet/m<sup>2</sup>) yetiştirilen beyaz karides (*L. vannamei*) post larvalarının (0,01 g) büyüme performansları üzerinde yapay substratın etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma, yukarıdaki stok yoğunlukları ile bu stok yoğunluklarında yapay substrat kullanılıp kullanılmamasına göre kurgulanmıştır. Deneme, 230 lt hacme sahip tanklarda, 25-26 °C su sıcaklığı ve %34 tuzlulukta 6hafta süresince devam ettirilmiştir. Çalışma süresince karideslerin beslenmesini günde iki defa olmak üzere %52 protein içeren yemlerle gerçekleştirilmiştir. Deneme sonunda en yüksek ortalama ağırlık değeri (2.13g) ve yaşama oranını (%93,2 g), düşük stok yoğunluğu-yapay substrat kullanılan grupta belirlenmiştir. Diğer yandan m<sup>2</sup>'den elde edilen en yüksek ürün miktarını 2,20 kg ile yapay substrat/1556 adet/m<sup>2</sup> stoklama oranında belirlenmiştir. Sonuç olarak, stok yoğunluğu veya substratın karideslerin final ağırlıklarını önemli oranda etkilediğini ancak stok yoğunluğu ile yapay substrat etkileşiminin karides büyümesinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Karideslerin yaşama oranları ve ortamın su kalite değerlerinde ise herhangi bir farklılık belirlenmemiştir.

Coman vd (2004), toprak havuz ve tank koşullarında yetiştirilen *Penaeus japonicus* juvenillerinde, stoklama yoğunluğunun büyüme ve yaşama oranına etkilerini araştırmışlardır. Deneme, 3 gün boyunca tabanına kum serilen tanklar içerisine yerleştirdikleri kafes sistemlerinde ve iki farklı stok yoğunluğunda (48 birey/m<sup>2</sup> ve 144 birey/m<sup>2</sup>) devam ettirilmiştir. Başlangıç ağırlıkları 4,16 g olan karideslerin deneme sonu yaşama oranlarını 48 birey/m<sup>2</sup> olan grupta daha yüksek bulunmuştur. Ancak karides anaçlarının yetiştiricilik ortamlarının, yaşama oranına etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu araştırmacılar, büyümenin ise stoklama yoğunluğundan ve anaç kaynağından etkilendiğini bildirmişlerdir.

Sellers vd (2004), yüksek stoklama koşullarında yetiştirilen *Penaeus esculentus* bireylerinde ortaya çıkan fiziksel değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarının stoklama yoğunluğu ile ilgili olan bölümünü, 75 birey/m<sup>3</sup> (kontrol grubu), 5720 birey/m<sup>3</sup> ve 11430 birey/m<sup>3</sup> stoklama oranlarında sürdürmüşlerdir. Deneme ortalama ağırlıkları 0,017g olan karides larvalarıyla başlatılmıştır. Deneme gruplarının yerleştirildiği tanklarda yapay substrat kullanılmış ve ortamda mikroalg çoğalmasını teşvik edilmiştir. Kontrol grubu tanklarında ise yapay substrat yerine substrat olarak kum tercih edilmiş ve tank içerisinde mikroalg çoğalmasını engellenmiştir. Deneme karideslerin ortalama 1,0 g ağırlığa ulaşmalarıyla beraber tamamlanmıştır. Karideslerin fiziksel durumlarının kontrolü amacıyla tanklardan karides örnekleri alınmış ve dondurularak saklanmıştır. Deneme sonunda karideslerin sağlık durumlarını, dış görünüşleri, ekstremite kontrolü ve bağırsak doluluklarına bakarak tespit edilmiştir. Deneme sonunda karides hasarlarının, yüksek stoklama oranlarında zamana bağlı olarak

artış gösterdiği ve her iki stoklama yoğunluğunda da oransal olarak benzer olduğunu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ise ortaya çıkan hasarların yüksek stoklama oranlarına kıyasla oldukça az görüldüğü ve zamana bağlı olarak azalma gösterdiğini belirlenmiştir.

Nga vd (2005), *Penaeus monodon* postlarvaları ile yaptıkları çalışmada yüksek stok yoğunluğu etkisi ile ortaya çıkabilecek fiziksel ve/veya kimyasal etkileşimlerin larvaların yaşama ve büyüme oranlarını düşürebileceği hipotezinden yola çıkarak araştırmalarını planlamışlardır. Stoklama yoğunluğunun etkisinin belirlenmesini amaçlayan araştırmalarının I. aşamasını, PL 15-25 dönemindeki karides larvalarıyla, 1, 5, 10, 50, 100 PL/lit stoklama yoğunluğunda ve %15 tuzlulukta gerçekleştirmişlerdir. Dört hafta devam ettirilen çalışmanın sonunda stok yoğunluğunun karideslerin yaşama oranı ve büyüme üzerindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre stok yoğunluğu artışına bağlı olarak karideslerin yaşama ve büyüme oranlarında azalmanın görüldüğünü tespit edilmiştir. Araştırmacılar çalışmalarının ikinci bölümünde ise ortamdaki kimyasal madde yoğunluğunun karideslerin yaşama ve büyümeleri üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Her bir tanka birer karides konulmuş ve tanklarda kimyasal madde baskısı oluşturabilmek amacıyla I. deneme tanklarının atık suları kullanılmıştır. Her iki denemenin sonucuna göre, tüm gruplarda ölçülen çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık değerlerini benzer bulmuşlardır. Ancak azotlu bileşiklerin deneme grubuna ve yetiştiricilik periyoduna bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir. Amonyum değerleri ilk iki haftada stok yoğunluğuna bağlı olarak artış gösterirken 8,5 mg/lit'ye ulaştığını tespit etmişlerdir. Nitritin ikinci haftadan sonra 1,7 mg/lit ile en yüksek konsantrasyonuna (I. deneme: 5-10 karides/l, II. deneme: 10-50-100 karides/lit tank suyu) ulaştığını bildirmektedirler. Nitrat değerlerindeki artışın ise 2,1 mg/lit ile 4. haftadan sonra başladığını belirlemişlerdir.

Ön semirtme sisteminde *P. monodon* post larvalarında farklı stoklama oranları ve yüzer kafeslerin etkinliği araştırılmıştır. Ortalama ağırlıkları 10 mg olan larvalar 100, 200, 400 birey/m<sup>2</sup> olacak şekilde 6 adet yüzer kafeste (0,5x0,5x0,5 m) stoklanmıştır. Larvalar %40 protein içeriğine sahip yem ile günde 3 defa beslenmişlerdir. Bir ay süresince devam eden çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, büyüme (53,5mm, 928,7 mm) ve yaşama oranı (%78) ile spesifik büyüme oranının düşük larva yoğunluğu bulunan grupta (100 birey/m<sup>2</sup>) yüksek stok yoğunluğu bulunan gruplara göre daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir (Yusufzai ve Singh 2005).

*Penaeus semisulcatus* türü karides farklı stoklama yoğunluklarında üretimi ile ilgili yapılan çalışma, iki aşamalı olarak kurgulanmıştır. I. aşamada; ortalama ağırlıkları 80 mg olan karidesler 500 lt'lik fiberglas tanklara 50, 100, 150 ve 200 birey/m<sup>3</sup> olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Araştırmanın I. aşaması 68 gün devam ettirilmiştir. Araştırmanın II. bölümünde 500 lt hacimli tanklara başlangıç ağırlıkları 5,0 g olan karidesler 24, 50, 74 ve 100 birey/m<sup>3</sup> oranında stoklanmıştır. Her iki çalışmada da karidesler *P. japonicus* için üretilmiş ticari yem ile beslenmişlerdir. II. deneme 84 gün sürdürülmüştür. Çalışmanın I. aşamasından elde edilen veriler doğrultusunda stok yoğunluğu arttıkça karideslerin ortalama ağırlıkları ve karapaks boyları azalmıştır. Stok yoğunluğundaki artışa bağlı olarak deneme sonunda deneme gruplarındaki birey sayısı ve ürün miktarı (kg/m<sup>3</sup>) da artmıştır. Gruplar arasında yaşama oranları %96,0 ile 98,7 değerleri arasında değişmiş ve istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır. II. deneme

sonuçlarına göre en yüksek ortalama ağırlık 24 birey/m<sup>3</sup> olan grupta olduğu belirlenmiştir. Yaşama oranı 100 birey/m<sup>3</sup> olan grupta düşük bulunurken, diğer deneme gruplarında benzer bulunmuştur (Al-Ameeri ve Cruz 2006).

Kahverengi kaplan karidesi (*Penaeus esculentus*) larvalarının stoklama yoğunluğuna bağlı yaşama ve büyüme performanslarının karşılaştırıldığı araştırmada, PL 17 aşamasındaki karides larvaları içerisinde yapay substrat bulundurulan 1750 lt hacimli tanklara iki farklı yoğunlukta (5720 ve 11430 birey/m<sup>3</sup>) stoklanmışlardır. Araştırma ortalama ağırlıkları 0,017 g olan karides larvalarıyla başlanılmış ve larvalar deneme gruplarına hacimsel yöntemle kullanılarak yerleştirilmiştir. Araştırmacılar, karideslerin beslenmesi amacıyla %50 ve %38 protein içeriğine sahip iki farklı yem kullanmışlardır. Deneme süresince bu yemler karideslere eşit oranlarda (%50-%50) verilmiştir. Beslemeyi günde 3 defa karides Bioması dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Karidesler, başlangıçta biomasın %20-25'i oranında yem ile beslenmiş, yemleme oranı daha sonra kademeli olarak %4-5'e düşürülmüştür. Çalışma, karides larvaları yaklaşık 1 g ağırlığa ulaşınca tamamlanmıştır. Deneme sonunda düşük ve yüksek stoklama oranlarına göre sırasıyla yaşama oranını %31,9- 21,2; stok yoğunluğunu, 1824-2427 karides/m<sup>3</sup> ve bioması 2.52-2.49 kg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda stoklama yoğunlukları arasında biomas ve yaşama oranları bakımından önemli bir fark bulunmadığı bildirilmektedir. Bununla beraber yüksek stok yoğunluğunda yetiştirilen karideslerde büyümenin daha yavaş gerçekleştiği ancak üretim maliyetlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan deneme süresince ölçülen çözülmüş oksijen, pH ve sıcaklık değerlerinin gruplara göre değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Tanklarda ölçülen en yüksek toplam amonyak azotu değeri, her iki stoklama oranında da (1,67 mg/lt, 2,17 mg/lt) 27. günde tespit edilmiştir. 49. günde ölçülen toplam amonyak azotu değerinin ise yine her iki grupta da (0,34 mg/lt, 0,45mg/lt) düşük olduğunu ortaya çıkmıştır (Arnold vd 2006a).

Arnold vd (2006b), kaplan karidesi (*P. monodon*) juvenillerinin yetiştiriciliğinde yapay substrat ile stok yoğunluğunun etkilerini belirlemişlerdir. Deneme gruplarını 2 farklı stok yoğunluğu ile gruplarda yapay substrat bulunup bulunmamasına göre (1000 adet/m<sup>3</sup>,2000 adet/m<sup>3</sup>,yapay substrat+1000 adet/m<sup>3</sup>, yapay substrat+2000 adet/m<sup>3</sup>)belirlemişlerdir. Çalışma 1750 lt hacimli (2,5X1,0X0,7 m) tanklarda 56 gün boyunca sürdürülmüştür. Deneme başlatılmadan önce, karideslerde oluşabilecek stresin azaltılması ve mikroorganizma çoğalmasını teşvik etmek amacıyla tankların üzerini ışık geçirgenliği %30 olan örtü ile kapatılmıştır. Araştırmalarında, başlangıç ağırlıkları 2,6 mgolan karidesleri kullanılmıştır. Deneme süresine karidesleri farklı protein ve lipit düzeylerine sahip yemler (%38 protein-% 5 lipit ve %50protein-% 8 lipit) ile eşit oranlarda beslenmiştir. Taklarda günlük su değişimini %75 düzeyinde gerçekleştirilmiş ve su parametre değerleri (çözülmüş oksijen, pH, sıcaklık, toplam amonyak azotu, nitrit ve nitrat) haftalık ölçülmüştür. Deneme sonunda en iyi büyüme oranı yapay substrat bulunan düşük yoğunluklu grupta elde edilmiştir. Yaşama oranı en yüksek grubun, yine yapay substrat bulunan düşük yoğunluklu grup olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber deneme gruplarındaki yaşama oranları üzerinde stok yoğunluğunun öneminin bulunmadığını belirlenmiştir. Diğer yandan yaşama oranının artırılmasında yapay substratın etkisinin önemli olduğunu bildirilmektedir. Deneme sonunda elde edilen en yüksek hasat yoğunluğu ve biomas değerleri ise yüksek stoklama yoğunluğu bulunan gruplarda belirlenmiştir. Araştırma süresince ölçülen

sıcaklık, pH ve çözülmüş oksijen değerlerinin gruplara göre farklılık göstermediğini tespit edilmiştir. Toplam amonyak azotu seviyesinin tüm gruplara 26. günde en yüksek değerine ulaştığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, yapay substrat bulunan gruplarda nitrit oranı da 26. günden yüksek değerine ulaşırken yapay substrat bulunmayan gruplarda 45. günde tespit ettiklerini bildirmektedirler. Nitrat düzeyinin ise tüm gruplarda 54. günde en yüksek seviyesine ulaştığını söylemektedirler.

Mishra vd (2008), karides yetiştiriciliğinde deşarj kısıtlamasının biyogüvenliği arttırılabileceği ve hastalıklardan kaynaklı kayıpların minimize edilebileceğini sıralı olumsuz çevresel etkilerin de azaltılabileceğini söylemektedirler. Dolayısıyla, sınırlı deşarj koşulları uygulanan ön semirtme sistemlerinde *L. vannamei* yaşama oranı ve bazı büyüme parametrelerini araştırmışlardır. Araştırmacıların çalışmaları, iki farklı su değişim rejimi kullanılmasıyla birlikte karideslerin yaşama oranı, büyümesi ve hastalık durumlarının belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Denemeyi sera ortamında ve kapalı devre yetiştiricilik sisteminde gerçekleştirmişler ve 71 gün süresince devam ettirmişlerdir. Bu amaçla, 40 m<sup>3</sup> hacme sahip 4 adet dikdörtgen tank kullanılmış ve tanklardaki günlük su değişimi, ilk iki tank için %3,35; diğer iki tankta ise %9,73 olarak planlamışlardır. Ayrıca günlük su değişimi %3,35 olan tanklara protein toplayıcılar yerleştirmişlerdir. Deneme tanklarına 4-5 günlük postlarvalar 4050 PL/m<sup>3</sup> olacak şekilde stoklamışlardır. Postlarvalar stoklanmadan önce deneme tanklarında mikroalg çoğalmasının sağlanması amacıyla gübreleme işlemi yapılmış ve tank suyuna *Chaetoceros muelleri* (3,8 x 10<sup>4</sup> hücre/ml) aşlamışlardır. Karidesler ilk 3 gün artemia ile daha sonraki günlerde de %50 protein içeriğine sahip yemlerle beslenmişlerdir. Tanklardan günlük olarak 100 adet larva alınarak, davranışları ve sindirim kanallarının doluluğunu gözlemişlerdir. Diğer yandan tanklarda hastalık bulunup bulunmadığının belirlenmesi amacıyla her bir tanktan günlük 10 adet larvayı incelemişlerdir. 71 gün devam ettirdikleri çalışmalarının sonunda, protein toplayıcı ve düşük su rejimi uyguladıkları tanklarda, yaşama oranı, büyüme ve m<sup>2</sup>'den elde edilen ürün miktarını daha yüksek bulmuşlardır. Çalışma süresince viral enfeksiyona rastlamamışlardır.

Arnold vd (2009), su değişimi olmayan üretim ortamında yapay substrat kullanımı ve stoklama yoğunluklarının *P. monodon* juvenilleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. PL 15 (ortalama ağırlıkları 2,5 mg) aşamasındaki karidesler, yapay substrat bulunan ya da bulunmayan tanklarda iki farklı stok yoğunluğunda (2500 adet/m<sup>3</sup>, 5000 adet/m<sup>3</sup>) 49 gün süresince yetiştirilmiştir. Deneme, taban alanı 2,84 m<sup>2</sup> ve hacmi 2471 lt olan 24 adet tankta gerçekleştirilmiştir. Su değişimi yapılmayan tanklarda, su kalitesinin ve mikroorganizma yükünün düzenlenmesi amacıyla karbon kaynağı olarak tapyoka tozu (50 g), azot kaynağı olarak da granül halde üre gübresi (15 g) kullanılmıştır. Deneme süresince karidesleri %38 protein içeren yemlerle günde 3 defa beslenmiştir. Araştırmanın sonunda, üretim tanklarında yapay substrat kullanımı ile karideslerde büyüme ve üretimin arttığı belirlenmiştir. En yüksek ortalama karides ağırlığı 0,40 g ile yapay substrat-5000 adet/m<sup>3</sup> grubunda; en yüksek yaşama oranını ise (%69,0) yapay substrat-2500 adet/m<sup>3</sup> grubunda bulunmuştur. En yüksek hasat yoğunluğu ile biomas yapay substrat-5000 adet/m<sup>3</sup> grubunda tespit edilmiştir. Aynı zamanda yapay substratın su kalitesinin düzenlenmesine de yardımcı olduğu bildirilmektedir. Stok yoğunluğunun yüksek olduğu gruplarda birey sayısına bağlı olarak üretim miktarının da yüksek olduğunu belirtilmektedir.

Neal vd (2010), su değişimi olmayan kültür ortamında, iki farklı stok yoğunluğu (182 birey/m<sup>2</sup>, 364 birey/m<sup>2</sup>) ile ışık yoğunluğunun *L. vannamei* juvenillerinin yaşama ve büyüme oranlarındaki değişime etkisini incelemişlerdir. Çalışma, su değişimi olmayan ve bakteri+protozoa+mikroalg karışımı aşılınmış (biofloc sistem) yetiştiricilik koşullarında sürdürülmüştür. Biofloc sistem, su değişimi olmayan yetiştiricilik sistemlerinde ortam koşullarının düzenlenmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Deneme sera ortamında gerçekleştirilmiş ve düşük ışık yoğunluğu uygulanan grupların (su yüzeyinde 50 lüx) yerleştirdikleri bölümde gün ışığını %50 oranında engellemiştir. Işık yoğunluğu az olan gruplar için 12 saat aydınlık:12 saat karanlık, diğer gruplarda ise doğal fotoperiyodik ışık rejiminden faydalanılmıştır. Deneme gruplarına ortalama ağırlıkları 0,40 g olan juvenil bireyleri stoklamıştır. 12 hafta boyunca devam eden çalışmanın sonunda, en yüksek ortalama karides ağırlıklarının düşük stok/doğal ışık rejiminde gerçekleştiği bildirilmektedir. Yaşama oranı en düşük grubun yüksek stok/yapay ışık olduğu tespit edilmiştir. Hasatta elde edilen ürün miktarını (kg/ m<sup>2</sup>) ise yüksek yoğunluk/doğal ışık grubunda diğer gruplara oranla önemli derecede yüksek bulunmuştur. Deneme sonunda hasat edilen mikroorganizma kültürünün (kg) deneme gruplarındaki stoklama yoğunluklarına paralel olduğunu belirlenmiştir. Araştırmacılar, elde edilen verilerin ışığında, yüksek stoklama yoğunluklarında doğal ışık kaynağının üretimi arttırdığını söylemektedirler.

*L. vannamei* ile yapılan bir başka çalışmada, deneme gruplarına 510 birey/m<sup>2</sup> stoklama oranı ile 28 günlük postlarvalar (0,015 g) yerleştirilmiştir. Denemede yapay substratın karideslerin yaşama oranı, büyüme ve tank içerisindeki dağılımları üzerine etkisi araştırılmıştır. 90 gün devam eden denemenin sonunda, yapay substrat bulunan gruplarda ortalama karides ağırlığı 13,65 g ulaşırken substrat bulunmayan kontrol grubunda ise 5,22 g bulunmuştur. Yaşama oranı değerleri, ilk 30 günlük periyotta gruplar arasında değişiklik göstermezken deneme sonunda en düşük değerin kontrol grubunda bulunduğu bildirilmektedir (Zhang vd 2010)

Sookying vd (2011), bitkisel kaynaklı yem kullanarak dış ortam tankları ve toprak havuzlarda yetiştirilen *L. vannamei* post larvalarının farklı stok yoğunluklarında büyüme performansı ve ekonomik etkinliğini karşılaştırmışlardır. Toprak havuzlara başlangıç ağırlığı 0,015 g olan karidesleri m<sup>2</sup>'ye 17, 26, 35 ve 45 birey; dış ortam tanklarına ise başlangıç ağırlığı 2,8 g olan karidesleri m<sup>2</sup>'ye 15, 25, 35, 45, 55 ve 65 birey olacak şekilde stoklanmıştır. Araştırmacılar çalışmalarını toprak havuzlarda 16 hafta, dış ortam tanklarında ise 10 hafta devam ettirmişlerdir. Tanklarda ve toprak havuzlarda kullandıkları suyun tuzluluğunu %10 olarak belirlenmiştir. Deneme başlatılmadan önce hem toprak havuzlarda hemde yetiştiricilik tanklarında mikroalg çoğalmasını teşvik etmek amacıyla gübreleme yapılmıştır. Toprakhavuzlarda yetiştirilen karideslerin beslenmesi amacıyla %35 protein içerikli yem kullanılmış ve günde 4 defa yemleme yapılmıştır. Yemleme oranını, 5.haftadan itibaren karideslerin haftalık ağırlık kazancı ve ölüm oranlarını dikkate alarak hesaplanmıştır. Havuzlarda çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk ölçümlerini, sabah, öğleden sonra ve akşam olmak üzere 3 defa yapılmıştır. Tanklarda yapılan yetiştiricilik denemesinde ise %38 protein ve 8 lipit içeren yemlerle günde 2 defa yemleme yapılmıştır. 800 lt hacimli yetiştiricilik tanklarındaki günlük su değişimini 06:00 ile 10:00 arasında dakikada 8 lt olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, mavi-yeşil alglerden kaynaklı problem oluşan toprak havuzların dışındaki havuzlarda yaşama oranı, final ağırlığı, ağırlık kazancı ve yem



dönüşüm oranlarında herhangi bir farklılık bulunmadığını bildirmektedirler. Hasatta elde edilen ürün miktarının ise stoklama oranıyla paralel sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. Yetiştiricilik tanklarından elde edilen sonuçlara göre, hasat ağırlığı ve ağırlık kazancının, düşük stoklama yoğunluğundaki tanklarda yüksek olduğu, yem dönüşüm oranının ise düşük olduğu ortaya çıkartılmıştır. Bununla beraber tüm stoklama oranlarında yaşama oranı değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Sonuç olarak; toprak havuzlarda ve tanklarda yetiştirilen karideslerin stok yoğunluğu arttırıldıkça büyümenin azalma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Yaşama oranı (%) bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen hasatta elde edilen ürün miktarı yüksek stoklama yapılan gruplarda fazla olduğunu belirlenmiştir. Üretim maliyetleri ve karlılık oranları açısından toprak havuzlarda oluşturulan deneme grupları arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

Gopikrishna vd (2011) *Penaeus monodon* post larvalarının yaşama ve büyüme oranları üzerine stok yoğunluğu, su değişimi, yapay substratın ayrı ayrı ya da birlikte etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, denemelerinde 3 farklı stoklama yoğunluğu (200, 400, 600/500lt); 2 farklı su değişim oranı (%10, 100) ve yapay substrat kullanmışlardır. Karideslerbiomasın %10'u oranında ve günde 4 defa beslenmiştir. Araştırmacılar çalışmalarını 48 gün devam ettirmişlerdir. Sadece stok yoğunluğuna bağlı oluşturulan deneme gruplarında, en yüksek büyüme (0,05417 g) 200birey/500 lt olan grupta bulunmuştur. En yüksek yaşama oranının ise, tank içerisinde substrat bulunmayan, %10 su değişimi olan ve en düşük stok yoğunluğuna sahip deneme grubunda (%76,3) olduğu bildirilmektedir. Yaşama oranlarının substrat kullanılan tüm gruplarda diğerlerine oranla daha düşük olduğunu tespit edilmiştir. Düşük stok yoğunluğu (200 birey/lt) ve lt'de 600 birey bulunan grupta, %10 su değişiminde daha fazla ağırlık artışı belirlenmişken, 400 birey/lt ve % 100 su değişimi bulunan grupta tam tersi sonuç alınmıştır. Dolayısıyla substrat bulunmayan gruplarda ortalama ağırlık artışı değerlerinin su değişim oranından etkilenmediği tespit edilmiştir. Substrat bulunan gruplarda ise %10'luk su değişiminin, ağırlık artışı sağlamada etkili olduğu belirlenmiştir.

### 2.10.2. Karides yemlerinde karotenoid kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar

Liao vd (1993), karides renklenmesine etki eden yem katkı maddelerinin belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Bu amaçla deneme yemlerini 4 farklı karotenoid kaynağı (beta-karoten, *Spirulina maxima*, *Phaffia rhodozyma* ve krill yağı) kullanılmıştır. İki aşamalı planlanan araştırmanın ilk aşamasında, karotenoid düzeyi 10 mg/100 g olan, diğer aşama için ise farklı oranlarda *Spirulina maxima* içeren deneme yemleri hazırlanmıştır. 1,14 g ağırlığa sahip karideslerle başlatılan I. denemede en yüksek final ağırlığının krill yağı (4,48 g) kullanılan grupta olduğu belirlenmiştir. Karotenoid konsantrasyonunun ise *Spirulina maxima* içeren yem ile beslenen grupta (12,02 g) en yüksek seviyeye ulaştığı ortaya koyulmuştur. II. denemede ise başlangıç ağırlığı 0,61 g olan bireyler %0, 1, 3, 5 düzeyinde *Spirulina maxima* içeren yemler ile 28 gün süresince beslenmiştir. Deneme sonunda en yüksek ortalama birey ağırlığı %1; en yüksek karapaks renklenmesini %3 *Spirulina maxima* ile beslenen gruplarda tespit edilmiştir. Araştırmacılar, yaptıkları çalışma ile *Spirulina maxima*'nın karides renklenmesi için önemli bir yem katkı maddesi olduğunu ve karideslerde hızlı bir şekilde astaksantine dönüştüğünü bildirmektedirler.

Boonyaratpalini vd (2001), *Dunaliella salina* (beta-karoten) ve astaksantin içerikli yemlerle besledikleri *P. monodon*'un renklenme, yaşama ve büyüme oranları ile hastalık toleranslarını belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada, 1,2 g başlangıç ağırlığındaki karidesler (20 birey/200 lt) ile 4 farklı pigment içeriğine (0, 125 mg/kg beta-karoten, 175 mg/kg beta-karoten ve 50 mg/kg astaksantin) sahip yem kullanılmıştır. Besleme aşaması sonrası karideslerin, yaşama ve büyüme oranlarını deneme gruplarına göre değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Astaksantin düzeyi en yüksek grubun 175 mg/kg beta-karoten içeren yem ile beslenen grup olduğunu tespit edilmiştir. Besleme aşaması tamamlandıktan sonra karideslerin hastalık toleranslarını test edilmiştir. Bu amaçla *Vibrio harveyi* enjekte ettikleri karideslerin ölüm oranları 10 gün süresince takip edilmiştir. Bakteri enjeksiyonundan önce ve 3 saat sonra karideslerin hemolenfi alınmış ve fenoloksidaz aktivitesi ile hemosit miktarları belirlenmiştir. Her iki aşamada da gruplar arasında herhangi bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

*P. monodon* post larvaları ile yapılan bir başka çalışmada, ışık rejimi, mikroalg ve yemdeki astaksantin larval büyüme ve yaşama oranı ile pigmentasyon üzerine etkileri araştırılmıştır. Başlangıç ağırlıkları 4,3 mg olan post larvalar deneme tanklarına 6 birey/lt olacak şekilde stoklanmıştır. Çalışmada deneme grupları, yemdeki astaksantin oranı (0, 80 mg/kg), ışık rejimi (24 saat aydınlık ve 24 saat karanlık), deneme tankında alg (*Isochrysis galbana*) bulunup bulunmamasına göre belirlenmiştir. Çalışma sonunda, larvaların vücutlarındaki astaksantin kompozisyonunun ağırlık artışına bağlı olarak azaldığı ortaya konmuştur. Diyetteki astaksantin yalnızca 1. haftada larval yaşama oranını düzenlediğini bildirilmektedir. Diğer yandan ışık rejimi, alg ve diyetteki astaksantin larval büyüme üzerine etkisinde herhangi farklılık bulunmamıştır. Karideslerin yaşama oranının 24 saat aydınlık ışık rejiminde daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Yaşama oranını, ortamdaki mikroalg varlığının da olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Pan vd 2001).

Chien ve Shiau (2005), sentetik astaksantin, doğal astaksantin içeren mikroalg (*Haematococcus pluvialis*) ve astaksantin içermeyen mikroalg (*Spirulina pacifica*) ilave edilen yemlerle beslenen *Marsupenaeus japonicus* türü karidesin, büyüme, yaşama oranı, stres toleransı ve astaksantin düzeylerini araştırmışlardır. Deneme yemi iki farklı karotenoid konsantrasyonunda (50 ve 100 mg/kg) hazırlanmıştır. Deneme başında 200 lt'lik tanklara ortalama ağırlıkları 0,4 g olan karideslerden 40 adet stoklanmıştır. Deneme sonunda karideslerde en düşük yaşama oranı %37 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Yaşama oranı, diğer gruplarda %51-58 arasında değişiklik göstermekle beraber istatistik olarak bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Büyüme değerleri ise tüm gruplarda benzer bulunmuştur. Karideslerin kas ve kabuklarında en yüksek astaksantin düzeyinin, 100 mg/kg oranında sentetik astaksantinle beslenen grupta olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, diğer yandan 2 hafta süresince deneme yemleriyle besledikleri larvalara stres testi uygulamışlar ve hayatta kalma süreleri ile oksijen tüketimlerini belirlemeyi planlamışlardır. Düşük oksijen seviyesinde uygulanan stres testi sonrasında kontrol grubu, yüksek oksijen tüketimi ve yaşama sürelerinin kısalığı ile diğer gruplardan daha kötü performans sergilemiştir. Diğer gruplar arasında ise stres testi sonrası elde edilen sonuçlar açısından herhangi bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

Supamattaya vd (2005), ticari *Dunaliella* ekstraktının (beta-karoten)*P. monodon* post larvalarında büyüme performansı, bağışıklık fonksiyonları ve hastalık toleransları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın I. bölümünde 50x100x50 cm boyutlarındaki akvaryumlara 15 adet karides stoklanmıştır. Başlangıç ağırlıkları 1-2 g olan karidesler, dunaliella ekstraktı (0, 0+%,0,9 NaCl, 125, 200, 300 mg/kg) içeren yemlerle beslenmişlerdir. 8 hafta süresince devam eden çalışmanın I. bölümünde, dunaliella ekstraktı içeren diyetle beslenen gruplarda, büyüme, ağırlık kazancı, yaşama oranı, stres toleransı, renklenme gibi parametreler belirlenmiştir. Araştırmanın II. aşamasında, 10-12 g olan larvalarla gerçekleştirilmiş ve karideslerin beslenmesi amacıyla yine aynı yem grupları kullanılmıştır. 10 tonluk tanklara 120 birey stoklanan II. deneme sonunda karideslerin bağışıklık fonksiyonları ile renklenmenin ortaya koyulması hedeflenmiştir. Bağışıklık fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla hemolenfte toplam hemosit sayısı ve fenoloksidaz enzim aktivitesinin tespiti ile karideslerin (II. denemenin her bir yem grubundan 20 adet karides) vücutlarına enjekte edilen bakteriyle (*Vibrio harleyi*) mücadele yetenekleri tespit edilmiştir. Hastalık toleransları ise 12-15 g ağırlığındaki karideslere (I. denemeden elde edilen) beyaz benek hastalığına neden olan virüs (WSSV, white spot syndrome virus) enjekte edilerek belirlemeye çalışılmıştır. *Vibrio harleyi* enjekte edilen karideslerin ölüm oranları 10-15 gün süresince takip edilmiş ve hemolenf fenoloksidaz aktivitesi ile hemosit sayıları belirlenmiştir. I. denemenin sonunda yaşama oranı, büyüme ve yem dönüşüm oranlarını, beta-karoten içeren yemlerle beslenen gruplarda benzer ve diğer gruplardan daha iyi bulunmuştur. Vücutlarına enjekte edilen bakteri ile mücadele konusunda deneme gruplarına bağlı farklılık bulunmadığı ve karideslerin hemolenfindeki bakteri sayısının birbirine yakın olduğu ortaya koyulmuştur. Renklenmenin (I. ve II. deneme) 200-300 mg/kg beta-karotenli yem gruplarında diğerlerine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Virüs enjekte edilen karideslerin toplam hemosit sayıları ve hemolenf fenoloksidaz aktivitesinin yem gruplarına göre değişmediği tespit edilmiştir. Ancak yaşama oranlarının 300 mg/kg beta-karoten içeren yemle beslenen karides grubunda daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Karideslerin stres toleransları yine 300 mg/kg beta-karoten içeren yemle beslenen gruplarda daha yüksek bulunmuştur. II. denemeden elde edilen verilerle; karides hemolenfindeki toplam hemosit miktarının, beta-karotensiz yem gruplarında daha yüksek olduğu bildirilmektedir.

Göçer vd (2006), her biri 100 mg/kg karotenoid (kırmızıbiber, kadife çiçeği ve sentetik astaksantin) içeren yemlerle başlangıç ağırlıkları 11,10 g olan *P. semisulcatus* karidesleri beslenmişlerdir. Araştırmacılar, karotenoid kaynaklarının karideslerin yaşama oranı ve büyümesi üzerine etkilerini I. denemelerinde; karideslerin renklenmesine etkisini ise II. denemelerinde belirlemeye çalışmışlardır. I. deneme için 100 lt hacimli tanklara 15 adet birey stoklanmıştır. II. deneme 250 lt'lik tanklarda sürdürülmüş ve her bir tanka 8 adet karides stoklanmıştır. Her iki denemede de serbest yemleme yöntemi uygulanmış ve karidesleri günde 4 defa beslenmişlerdir. Araştırmacılar, I. deneme sonunda, en yüksek yaşama oranını sentetik astaksantin ile beslenen grupta tespit etmişlerdir. Karideslerin final ağırlıkları ve spesifik büyüme oranlarının deneme gruplarına göre değişiklik göstermediği; ancak günlük ağırlık kazancının kırmızı biber ilave edilen yemle beslenen grupta olduğu belirlenmiştir. 60 gün devam ettirilen denemenin sonunda karides etindeki toplam karotenoid birikiminin karotenoid kaynaklarına göre değişiklik göstermediği tespit edilmiştir.

Flores vd (2007), düşük tuzluluk oranına (%3) adapte ettikleri *L. vannamei* juvenillerini farklı oranlarda (0,40, 80 ve 150 mg/kg) astaksantin içeren yemlerle beslemişlerdir. Deneme sonunda karideslerin, yaşama ve büyüme oranı, kabuk değişime sıklığı, osmoregülasyon kapasitesi, bazı hematolojik ve metabolik farklılıkları ortaya çıkarılmıştır. Araştırmacılar 500 lt hacimli tanklara, 25 adet PL 25 aşamasında karides stoklamışlardır. Deneme 28 °C su sıcaklığı, 6,0 mg/lt çözülmüş oksijen, 8,0 pH değerlerinde sürdürülmüştür. Kabuk değişim oranının hesaplanabilmesi amacıyla, 6 haftalık çalışma süresince tanklardan günlük olarak karides kabukları toplanmıştır. Osmoregülasyon kapasitelerinin belirlenmesi için tuzluluk düşürülmeden önce ve sonra 15'er adet karides örneğinden hemolenf alınmıştır. Deneme sonunda hemolenf metabolitlerinin tespit edilmesi amacıyla sert kabuklu bireylerin hemolenfi alınmıştır. Hemolenf alınmadan önce karidesler 18 °C su içerisinde 5 dakika bekletilerek sıcaklık şokuna tabi tutulmuş ve metabolik aktiviteleri yavaşlatılmıştır. Karideslerden alınan hemolenf ile hemosiyanin seviyesi, toplam hemosit miktarı, glikoz, laktat ve kolesterol miktarları belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek yaşama oranı (%), büyüme (%), kabuk değişime sıklığı (gün), hemosiyanin düzeyi (mmol/lt), glikoz seviyesi (mg/kg) ve toplam hemosit sayısının 80 mg/kg astaksantin içeren yemlerle beslenen grupta olduğunu tespit edilmiştir. En düşük laktat seviyesi yine 80 mg/kg astaksantin içeren yemlerle beslenen grupta olduğu belirlenmiştir. Kolesterol düzeyinin ise tüm deneme gruplarında benzer olduğunu bildirilmektedir.

Flores vd (2008), *L. vannamei* juvenillerinin düşük tuzluluğa adaptasyonuna diyetdeki astaksantin etkisini araştırmışlardır. Deneme başlatılmadan önce ortalama ağırlıkları 5,0-6,0 g karides juvenillerinin düşük tuzluluk konsantrasyonlarına adaptasyonu, 5'şer günlük sürelerde ve iki aşamalı olarak sağlanmıştır. İlk aşamada deniz suyu tuzluluğu %35'ten %5'e; ikinci aşamada ise %5'ten %3'e düşürülmüştür. Araştırmacılar çalışmalarını %3 tuzlulukta 6 hafta devam ettirmişlerdir. Tuzluluk adaptasyonu öncesi ve sonrasında 15'er adet karidesten osmoregülasyon kapasitelerinin belirlenebilmesi amacıyla hemolenf alınmıştır. Deneme süresince karidesler farklı oranlarda astaksantin (0, 40,80 ve 150 mg/kg) içeren yemlerle beslenmiştir. Deneme sonunda en düşük oksijen tüketimi, amonyak salınımı ve osmoregülasyon kapasitesinin 80 mg/kg astaksantin içeren yemlerle beslenen grupta olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda, düşük tuzluluk konsantrasyonlarında yetiştirilen *L. vannamei* juvenillerinin yemlerine 80 mg/kg oranında astaksantin ilave edilmesinin fizyolojik dengenin düzenlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Niu vd (2009), *L. vannamei* post larvalarının büyüme, yaşama oranı ve stres toleransı üzerine astaksantin içeren yemin etkilerini araştırmışlardır. Başlangıç ağırlıkları ortalama 1,2 mg olan post larvalar farklı oranlarda astaksantin (0,100, 200 ve 400 mg/kg) içeren yemlerle beslenmiştir. 30 gün devam eden deneme sonunda karideslerde en yüksek yaşama oranının 200 mg/kg astaksantin içeren yem grubunda olduğu belirlenmiştir. Büyüme oranları ise kontrol grubu haricindeki tüm gruplarda benzer bulunmuştur. Araştırmacılar her bir deneme grubundan 300 adet karidesi düşük çözülmüş oksijen koşullarında stres testine tabi tutmuşlardır. 9 gün süresince 08:00-18:00 saatleri arasında 0,8-1,0 mg/lt çözülmüş oksijen düzeyine maruz bıraktıkları karideslerin yaşama oranını belirlemişlerdir. Stres testi sonrasında astaksantin düzeyi 200-400 mg/kg olan yemlerle beslenen karideslerin yaşama oranlarının diğer gruplardan

yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, çalışmalarında astaksantin *L. vannamei* larvalarının gelişimi için gerekli olduğunu belirlemişlerdir.

*L. vannamei* juvenilleri ile yapılan bir diğer çalışmada, iki farklı deniz alg türünün karideslerin büyüme ve yaşama oranlarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla *Thalassiosira weissflogii* ve *Nannochloropsis sp.* içeren yemler kullanılmıştır. Yem grupları, kontrol grubu, ticari yem grubu ve alg içerikli yem grupları (*T. weissflogii*, *Nannochloropsis sp.*, *T. weissflogii* karotenoidi, *Nannochloropsis sp.* karotenoidi, karotenoidi alınmış *T. weissflogii*, karotenoidi ayrılmış *Nannochloropsis sp.*) olarak belirlenmiştir. Ortalama ağırlıkları 0,94-0,96 g olan karidesleri 50 birey/m<sup>2</sup> oranında stoklanmıştır. Deneme sonunda, en yüksek yaşama oranı *Nannochloropsis sp.* (%100) içeren yem grubunda; en yüksek final ağırlığı *Thalassiosira weissflogii* (5,13 g) içeren yem grubunda tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucu, karideslerde 20'nin üzerinde renk maddesi olduğu belirlenmiştir. *Thalassiosira weissflogii* ve *Nannochloropsis sp.* içeren yem gruplarıyla beslenen karideslerin astaksantin düzeylerinin ise 0,060 mg/kg ile 0,103 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ju vd 2009).

Araştırmacılar 2011 yılında yaptıkları bir başka çalışmada, beyaz karidesin (*L. vannamei*) renklenme, büyüme ve yaşama oranları üzerine astaksantin etkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırmalarında, *Haematococcus pluvialis*'ten elde ettikleri doğal astaksantin, sentetik astaksantin (0, 25, 50, 75, 100 ve 150 mg/kg) ve ticari karides yemi kullanmışlardır. Denemede, 0,94-0,99 g ağırlığa sahip bireyler m<sup>2</sup>'ye 50 adet olacak şekilde stoklanmıştır. Akvaryumlara taze deniz suyu girişi dakikada 0,36-0,54 lt olacak şekilde belirlenmiştir. Su sıcaklığı (25 °C), pH (7,66-7,86), tuzluluğu (%32,48-32,84) günlük olarak, toplam amonyak azotu ve nitrit konsantrasyonları ise haftalık ölçülmüştür. Deneme sonunda tüm grupların yaşama oranı değerleri arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Final ağırlıkları ve büyüme oranları bakımından doğal astaksantin, sentetik astaksantin ve kontrol grubu yemleriyle beslenen gruplarda elde edilen sonuçları benzer; aynı zamanda da ticari yem grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, genel olarak, hem sentetik hem de doğal astaksantin beyaz karidesin büyüme ve yaşama oranı üzerinde istatistiksel açıdan etkisinin olmadığını bildirmektedirler. Renklenme konusunda ise yeme 75-100 mg/kg oranında ilave edilen doğal astaksantin daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Ju vd 2011).

### 2.10.3. Karideslerde antioksidan aktivitenin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar

Tatlı su karidesi (*Macrobrachium rosenbergii*) ile yapılan çalışmada, karideslerin antioksidan savunma sistemi üzerine E vitamininin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme 10,25 g olan bireylerle başlatılmış ve 7 hafta devam ettirilmiştir. Deneme grupları, deneme yemlerinin E vitamini içeriğine (0, 200, 400, 600 mg/kg) göre hazırlanmıştır. E vitamininin antioksidan etkileri, karideslerin hepatopankreas ve solungaçlarından elde edilen SOD, CAT, GPx gibi enzim düzeylerinin belirlenmesi ile ortaya konmuştur. Karideslerin hepatopankreaslarında ölçülen toplam SOD düzeyi, kontrol grubunda diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Diğer deneme gruplarındaki SOD değerlerinin ise, yemdeki E vitamini artışıyla beraber azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Dandapat vd, 2000).

Chien vd (2003), astaksantin ilaveli yemlerle besledikleri *P. monodon* juvenillerinin fizyolojik strese karşı toleranslarını belirlemeye çalışmışlardır. Denemede 6,7 mg ortalama ağırlığa sahip 5 günlük post larvalar kullanılmıştır. Post larvalar sekiz hafta süresince iki farklı oranda astaksantin içeren (0 ve 80 mg/kg) yem ile beslenmiştir. Bu sürenin sonunda post larvaların ortalama ağırlık, yaşama oranı ve astaksantin düzeyleri tespit edilmiştir. Yaklaşık iki ay boyunca farklı oranlarda astaksantin içeren yemle beslenen *P. monodon* juvenillerine stres testi uygulanmış; stres testi öncesi ve sonrası hemolenf örneklerinde TAK, SOD, AST, ALT ve protein değerlerini karşılaştırılmıştır. Stres testi, 27 °C su sıcaklığı ve %32 tuzlulukta bekletilen karidesler 5 dakika süresince 4 farklı sıcaklık-tuzluluk kombinasyonuna (27 °C-%32/Kontrol, 27 °C-%0, 5 °C-%32, 5 °C-%0) tabi tutularak uygulanmıştır. Stres testi uygulamadan önce elde edilen yaşama ve büyüme oranı 80 mg/kg oranında astaksantin içeren yemle beslenen grupta diğer gruba oranla daha yüksek bulunmuştur. Stres testi sonrası elde edilen veriler doğrultusunda, astaksantin içeren yemle beslenen karideslerin, osmotik (%19) ve termal (%13) strese dirençlerinin arttığını ortaya çıkmıştır. Astaksantin karideslerin TAK, SOD, ALT, AST değerlerini pozitif yönde düzenlediği sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar, astaksantin, özellikle stres koşullarındaki karidesler için yararlı besin bileşeni olduğunu söylemektedirler.

Pan vd (2003a), araştırmalarında astaksantin ilave edilen yemlerle beslenen *P. monodon* juvenillerinin amonyak stresine toleranslarını ortaya koymaya çalışmışlardır. Deneme tanklarına 5 günlük post larvaları lt'de 1 adet olacak şekilde yerleştirilmiş ve mikroalg çoğalmasını engellemek amacıyla tankların üzerini kapatılmıştır. Denemede kullanılan yem iki farklı oranda (0 ve 71,5 mg/kg) astaksantin içermektedir. Besleme aşaması 8 haftada tamamlanan denemenin 2. aşamasında, ilk aşamadan elde ettikleri karidesler stres testine tabi tutulmuştur. Stres testi, karideslerin 72 saat boyunca 0,0; 0,002; 0,2; 2,0 ve 20,0 mg/lt amonyak düzeyine maruz bırakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, ortamdaki amonyak konsantrasyonunun artışına bağlı olarak karideslerin yaşama oranlarının düştüğünü belirlemişlerdir. Diğer yandan amonyak konsantrasyonu 20,0 mg/lt iken gruplar arasında yaşama oranı bakımından bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. Toplam antioksidan kapasitesi değerlerinin, astaksantin içeren yemle beslenen tüm gruplarda amonyak düzeylerine bağlı olarak değişmediği bildirilmektedir. Astaksantinle beslenen gruplarda SOD düzeyinin ortamdaki amonyak düzeyindeki artışa paralel olarak arttığı; diğer yandan tüm amonyak düzeylerinde; astaksantinle beslenmeyen gruplarda astaksantinle beslenen gruplara nazaran SOD aktivitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Amonyak konsantrasyonlarının tamamında, astaksantinsiz yemle beslenen grupların AST aktivitesi, astaksantinli yemle beslenen karideslerin AST aktivitesinden yüksek bulunmuştur. ALT'nin ise yemdeki astaksantin ve ortamdaki amonyak seviyelerine göre değişiklik göstermediği bildirilmektedir.

Pan vd (2003b), *P. monodon* juvenilleri ile yaptıkları bir başka çalışmada yine astaksantin ilaveli yem (0 ve 71,5 mg/kg) kullanarak, karideslerin antioksidan kapasitesi ve hepatopankreatik enzimlerinin değişimlerini araştırmışlardır. Denemede, 6,7 mg başlangıç ağırlığına sahip karidesleri 1 birey/lt oranıyla stoklanmıştır. 8 haftalık besleme periyonu sonrasında karideslerin yaşama ve büyüme oranları ile astaksantin konsantrasyonları belirlenmiştir. Deneme gruplarından seçilen karidesler ( $4,96 \times 10^5$  CFU/ml) *Vibrio damsela* bulunan 2 lt'lik kaplarda 2 saat süresince bekletilmiştir.

Çalışma 5 gün devam ettirilmiş ve karides ölümleri kayıt altına alınmıştır. Toplam antioksidan kapasitesi, ALT, AST, SOD ve toplam protein değerleri, bakteri bulaştırılmadan 6 saat önce ve bulaştırıldıktan 48 saat sonra karideslerden alınan hemolenften elde edilmiştir. Besleme periyodu sonrası karides ağırlığı kontrol grubunda 3,4 g, astaksantin grubunda 3,6 g olarak tespit edilmiştir. Astaksantin konsantrasyonunun yemdeki astaksantin miktarının (kontrol grubu  $10,5 \pm 3,2$   $\mu\text{g/g}$ ; astaksantinle beslenen grupta ise  $45,6 \pm 4,2$   $\mu\text{g/g}$ ) belirleyici olduğu ortaya konmuştur. Çalışmanın ilk aşamasında karideslerin yaşama oranlarının gruplara göre değişiklik göstermediği bildirilmektedir. Bakteri ile muamele sonrası karideslerde %100 ölüm oranına (tüm gruplarda) 120 saatte ulaşılmıştır. Araştırmacılar, bakteri uygulaması öncesi ve sonrası ortalama toplam antioksidan kapasitesi (1,50 ve 1,39  $\text{mlmol/l}$ ), ortalama SOD (0,028 ve 0,013  $\text{U/mg}$  protein) ve ortalama ALT değerleri (0,059 ve 0,056  $\text{U/mg}$  protein) arasında farklılık tespit etmişlerdir. AST değerlerinin ise gruplara göre değişiklik göstermediğini belirlemiştir.

Niu vd (2011), astaksantin ve kantaksantin içeren yemlere kolesterol ilavesiyle beraber *P. monodon*'da büyüme, sindirilebilirlik ve renklenme durumunu araştırmışlardır. Bu amaçla 7 farklı yem grubu (kontrol grubu; %0,1 astaksantin; %0,2 astaksantin; %0,1 astaksantin+%1 kolesterol; %0,07 kantaksantin; %0,13 kantaksantin; %0,07 kantaksantin+%1 kolesterol) hazırlanmıştır. Denemede başlangıç ağırlıkları 1,19 g olan karideslerden 500 lt hacimli akvaryumlara 30 adet stoklamıştır. 76 gün devam eden çalışma sırasında karidesler vücut ağırlıklarının %6'sı oranında yem ile günde 3 defa beslenmiştir. Deneme sonunda her bir akvaryumdan 6 adet karides, kabuk, kas, tüm vücut ve hemolenf analizleri için örneklenmiştir. Hemolenf örneklerinde toplam antioksidan kapasitesi, SOD, ALT, AST seviyeleri, tüm vücut, kas ve kabuklarında ise toplam karotenoid, astaksantin ve kantaksantin miktarı tespit edilmiştir. Biyokimyasal analizler için ayrılan karideslerden geriye kalanları (her bir yem grubundan toplam 30 birey) düşük çözünmüş oksijen seviyesinde stres testine tabi tutulmuştur. 08:00-18:00 saatleri arasında uygulanan stres testi 7 gün boyunca devam ettirilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, en yüksek yaşama oranı (%81,1) final ağırlığı (5,51 g), toplam karotenoid miktarı (tüm vücut, kas, kabuk  $\text{mg/g}$ ; hemolenf  $\mu\text{g/l}$ ) ve astaksantin miktarı (tüm vücut, kas, kabuk  $\text{mg/g}$ ; hemolenf  $\mu\text{g/l}$ ) %0,1 astaksantin+%1 kolesterol içeren yem grubunda tespit edilmiştir. Kantaksantin miktarı, tüm vücut ve kas örneklerinde ( $\text{mg/g}$ ) %0,1 astaksantin+%1 kolesterol içeren yem grubu ile beslenen karideslerde daha yüksek bulunurken, kabuk ve hemolenf örneklerinde ( $\text{mg/g}$ ,  $\mu\text{g/ml}$ ) ise %0,07 kantaksantin+%0,1 kolesterol içeren grupta olduğu belirlenmiştir. Hemolenf toplam antioksidan kapasitesinin ( $\text{mol/ml}$ ), kolesterol ilave edilen yem gruplarıyla beslenen karideslerde artışa geçtiği, en yüksek SOD, ALT, AST ( $\text{U/mg}$ ) miktarlarının ise kontrol grubunda bulunduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar karideslere uyguladıkları stres testi sonrasında yaşama oranının kontrol grubunda diğer gruplara göre düşük olduğunu ortaya koymuşlardır. 6. günün sonuna kadar astaksantin ve kantaksantin ilaveli yem gruplarıyla beslenen larvaların yaşama oranları arasında bir farklılık gözlenmezken, deneme sonunda %0,1 astaksantin+%1 kolesterol içeren yem verilen grubun yaşama oranını daha yüksek bulmuşlardır.

Mercier vd (2006), *L. vannamei* türü karidesin rutin uygulanan stres etkeni karşısında gösterdiği metabolik ve bağışıklık tepkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar denemeyi bina içi tanklarda ve bina dışı beton havuzlarda

sürdürmüşlerdir. Karideslerin günlük olarak ağlarla yakalanıp kovalara aktarılmasıyla stres faktörü oluşturulmaya çalışılmıştır. Deneme sonunda metabolik tepkiler, glikoz, laktat, toplam protein, trigliserit, toplam lipit, hemosiyanin ve karotenoid düzeylerinin belirlenmesiyle; bağışıklık tepkileri ise toplam hemosit miktarı, süperoksit anyon üretimi ve SOD aktivitesinin ölçülmesiyle tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda, stres altındaki karideslerin hemolenf glikoz seviyeleri yüksek bulunurken, hepatopankreas karbonhidrat seviyesinin düştüğü ortaya çıkmıştır. Hemolenf toplam protein miktarı ise yine düşük bulunmuştur. Çalışmada, strese maruz bırakılan karideslerde SOD seviyesini (beton havuz) yüksek, ancak istatistiki olarak kontrol grubuyla benzer olduğu belirlenmiştir. Bina içi tanklardaki karideslerin SOD düzeyleri ise her iki grupta da benzer olmakla birlikte, strese maruz bırakılan karideslerde daha düşük bulunmuştur.

Diğer yandan; Sanchez-Paz vd (2007) kısa süreli açlığın *L. vannamei* hepatopankreas ve plazma enerji düzeyleri üzerindeki etkisini, glikoz, glikojen, toplam protein, toplam lipit vb. gibi metabolitlerin değişimleri ile ortaya koymaya çalışmışlardır. Denemelerinin sonunda açlığa bağlı olarak hepatopankreas glikoz seviyelerinin düştüğünü ancak toplam protein seviyesinde herhangi bir değişiklik olmadığını söylemektedirler. Araştırmacılar, açlık durumunda bile karideslerin, enerji ihtiyacı için proteinleri öncelikli olarak kullanmadığı sonucuna varmışlardır.

Mohankumar ve Ramasamy (2006) yılında yaptıkları araştırmada, beyaz benek hastalığına yakalanmış *Fenneropenaeus indicus* bireylerinde antioksidan enzim (SOD, CAT, GPx, vb.) aktiviteleri ve lipit peroksidasyon seviyelerini (LPO) belirlemişlerdir. Hastalık etkeni virüs, ortalama ağırlıkları 8-15 g arasında değişen karideslere besin yoluyla bulaştırılmıştır. Deneme gruplarını ise, virüse maruz kalma sürelerine (kontrol grubu, 24, 48, 72, 72+ saat) göre planlanmıştır. Deneme sonunda gruplardaki karideslerden hemolenf, hepatopankreas, kas ve solungaç dokuları analiz için alınmıştır. Hepatopankreas SOD aktivitesinin gruplar arasında zamana bağlı olarak düştüğü ve en düşük seviyeninde 72+ grubunda (1,1U/mg protein) bulunduğu bildirilmektedir. En yüksek SOD aktivitesinin virüs bulaştırılmamış kontrol grubunda (4.9U/mg protein) olduğu tespit edilmiştir.

Beyaz benek hastalığı etkisi ile karides dokularında meydana gelen değişimler ile ilgili bir başka çalışma ise *P. monodon* yapılmıştır. Araştırmacılar, *P. monodon*'nun hemolenf, hepatopankreas ve kas dokularında beyaz benek hastalığına bağlı meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Çalışma, ortalama ağırlıkları 15,5-22,5 g olan sağlıklı bireyler ile başlatılmış ve hastalık etkeni olan virüsü karideslerin 4. abdominal segmentlerine enjekte edilmiştir. Virüs enjeksiyonu sonrası karideslerden 0, 24 ve 48. saat sonrasında doku örnekleri alınmıştır. 72. saatten sonra virüs bulaştırılan tüm karideslerin öldüğünü tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre virüs enjekte edilen karideslerde 24 saat sonra beyaz benek hastalığının görüldüğünü belirlenmiştir. Karideslerden elde ettikleri dokularda toplam protein, CAT, PO (fenol oksidaz), GST (glutatyon S transferaz), GPx, SOD ve LPO seviyeleri belirlemiştir. Hastalıklı karideslerden alınan tüm dokularda SOD aktivitesinin zamana bağlı olarak azaldığı, kontrol grubunda ise hiçbir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Denemeden elde edilen verilere göre, beyaz benek hastalığına yakalanmış karideslerin dokularında, antioksidan savunma sisteminin yetersiz olduğu ve serbest radikallerle mücedelenin başarısızlıkla sonuçlandığı belirlenmiştir (Mathew vd 2007a).



Benzer bir araştırmada, beyaz benek hastalığına yakalanmış karideslerin (*P. monodon*) dokularında (hemolenf, kas, hepatopankreas) karbonhidrat metabolizmasında yer alan enzim (viz aldolaz, glikoz-6-fosfataz, fruktoz-1,6-difosfataz, glikoz-6-fosfat dehidrogenaz) ile glikoz seviyeleri belirlenmiştir. 15,5-22,5 g ağırlığındaki karideslere beyaz benek hastalığı virüsü enjekte ederek deneme başlatılmıştır. Virüs enjeksiyonundan sonra karideslerin yem alımlarının azaldığı gözlenmiştir. Glikoz ve enzim aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla hastalıklı karideslerden 0, 24, 48. saatlerde doku örnekleri alınmıştır. Deneme sonunda hemolenf glikoz düzeylerinin ilk 24 saatlik dönemde ani bir düşüş gösterdiği belirlenmiştir. İkinci 24 saatte ise glikoz seviyesindeki düşüş devam etmekle beraber yavaşladığı görülmüştür. Karidesler virüs enjekte edildikten 48 saat sonra ölmeye başlamışlardır (Mathew vd 2007b).

Liu vd (2007), E vitamini ilaveli yem ile besledikleri *L. vannamei* juvenillerinin ani tuzluluk değişimlerine bağlı olarak antioksidan enzim aktivitelerini (süperoksit dismütaz, katalaz, glutathion peroksidaz) belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, deneme gruplarını yemlere ilave ettikleri E vitamini düzeyine (0, 100 ve 600 mg/kg) göre belirlemişlerdir. Başlangıç ağırlıkları 40-50 mg olan karidesler öncelikle 35 günlük besleme periyoduna tabi tutulmuştur. Daha sonra sert kabuklu karides juvenilleri seçilerek 24 saat süresince tuzluluk stresine maruz bırakılmıştır. Bu amaçla farklı tuzluluk oranlarına (%5, 15, 30 ve 50) sahip yeni gruplar oluşturulmuştur. Deneme sonunda antioksidan enzim aktiviteleri karides kas örneklerinde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre süperoksit dismütaz aktivitesinin en yüksek değeri, %15 tuzluluk/100 mg/kg E vitamini grubunda (4,084U/mg protein); en düşük değeri ise %5 tuzluluk/kontrol grubu yem grubunda (1,814U/mg protein) belirlenmiştir. Genel olarak süperoksit dismütaz, tüm yem gruplarının %15-30 tuzluluk düzeylerinde diğer tuzluluk seviyelerinden daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar, osmotik dengenin düzenlenmesinde karides yemlerindeki E vitamininin etkili olabildiği sonucuna vardıklarını söylemektedirler.

Angeles vd (2009), *Lactococcus garvieae* ile mücadele eden tatlı su karidesinin yaşama oranı, hepatopankreas astaksantin düzeyi, antioksidan kapasitesi ve toplam hemosit miktarı üzerine astaksantin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada ortalama ağırlıkları 12,87 g olan karideslere iki farklı oranda astaksantin (0,67 ve 1,34 nmol/g); astaksantin enjeksiyonundan bir gün sonra ise her bir karidese 20 µl bakteri süspansiyonu ( $1 \times 10^9$ /ml) enjekte edilmiştir. Bakteri enjeksiyonunun 7. gününde, en düşük yaşama oranı, astaksantin enjekte edilmeyen karideslerin olduğu grupta (%4,8); en yüksek yaşama oranı ise 1,34 nmol/g astaksantin enjekte edilen grupta (%38,1) bulunmuştur. Diğer yandan hemolenf SOD değerlerinizamana ve astaksantin düzeyine bağlı olarak değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. Toplam hemosit sayısı ile hepatopankreas toplam astaksantin miktarının ise karideslere enjekte edilen astaksantin miktarındaki artışa paralel olarak arttığı belirlenmiştir.

Kumar vd (2009), astaksantin, karideslerin (*M. rosenbergii*) büyümesi ve bazı bağışıklık parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın deneme gruplarında karideslerin deneme başı ortalama ağırlıklarının 15,3-18,5 g arasında değişiklik gösterdiğini bildirilmektedir. Deneme yemlerinin astaksantin düzeylerini ise 0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg olarak belirlenmiştir. 28 gün devam eden deneme sonunda, yaşama oranlarının tüm gruplarda %100 olduğu belirlenmiştir. En yüksek ortalama

ağırlık kazancı ise 2,30 g ile 200 mg/kg astaksantin düzeyine sahip grupta bulunmuştur. Araştırmacılar, karides dokularındaki (kabuk, hemolenf, hepatopankreas) toplam karotenoid miktarının yemdeki karotenoid miktarındaki artışa paralel olarak arttığını bildirmektedirler. Benzer olarak, toplam protein miktarında yemdeki astaksantin miktarındaki artışla artma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir.

Pacheco vd (2011), beyaz benek hastalığına yakalanan karides juvenillerinde (*Farfantepenaeus californiensis*) CAT ve SOD aktivitelerinin düzenlenmesine  $\beta$ -1,3 glukan, E vitamini ve beta-karotenin etkilerini araştırmışlardır. Başlangıç ağırlıkları 1,0 g olan karidesler, yemlerine ilave edilen  $\beta$ -1,3 glukan (%0,1), E vitamini (%0,01) ve beta-karoten (%0,01) ile 23 gün süresince beslenmişlerdir. Besleme periyodu sonrasında karideslere beyaz benek hastalığı virüsü enjekte edilmiştir. Virüs enjeksiyonundan önce ve sonra (1, 6, 12, 24 ve 48 saat) karideslerin kas ve hepatopankreas dokularında CAT ve SOD düzeyleri belirlenmiştir. Araştırmada yem katkılarının genel olarak antioksidan aktiviteyi arttırdığı tespit edilmiştir. Hepatopankreas SOD düzeylerinin, yem gruplarında örnekleme zamanına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bulunmuştur. Hepatopankreas SOD aktivitesinin tüm yem gruplarında (kontrol grubu hariç) 12. saatte en yüksek seviyesine ulaştığını belirlenmiştir. Araştırmacılar,  $\beta$ -glukan ve beta-karotenin hastalıklı karideslerin ölüm sürelerini uzattığını tespit etmişlerdir.

Pallavi vd (2012), %5, 10, 20 ve 30 tuzluluk oranlarına alıştırdıkları *P. monodon* bireylerinin çeşitli dokularında (hepatopankreas, hemolenf, solungaç) antioksidan savunma sistemi, oksijen tüketimi, karbondioksit ve amonyak salınımını incelemişlerdir. Deneme öncesi, %30 tuzlulukta yetiştirilen karidesleri deneme için hedeflenen ortam tuzluluğuna adapte etmişlerdir. Denemede yalnızca sert kabuklu karidesleri kullanmışlar ve 7 gün sonra tamamladıkları çalışmanın sonunda hepatopankreas SOD değerinin en yüksek %20 tuzluluğa maruz bırakılan bireylerde (6,86 U/mg protein) olduğunu belirlemişlerdir. %5 tuzlulukta tutulan bireylerde ise SOD değerinin kontrol grubundan (%30) %32 daha yüksek olduğunu söylemektedirler.

Galvan-Alvarez vd (2012), IHHN(enfeksiyöz hipodermalve hematopoetik nekroz)virüsü bulaştırılmış *L. vannamei* bireylerinde (26 g) gerçekleşen biyokimyasal değişimleri tespit etmeye çalışmışlardır. Bu amaçla hastalıklı ve kontrol grubu (sağlıklı) karideslerinden belirlenmiş zamanlarda (0, 7, 14 ve 21. günler) hemolenf ve hepatopankreas dokuları alınmıştır. Araştırmacılar IHHN virüsü baskısı altındaki karideslerin glikoz, laktat, toplam protein, glikojen triaçilgliserid, kolesterol ve toplam lipid seviyelerindeki değişimleri ortaya koymaya çalışmışlardır. Deneme sonunda hepatopankreas glikoz düzeylerinin (aynı dönemde yapılan örneklemelemlerde) hastalıklı ve sağlıklı karideslerde farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bu değerlerin zamana bağlı olarak değişkenlik göstermesine rağmen istatistiki olarak benzer olduğunu belirlenmiştir. Hepatopankreas toplam protein düzeylerinin yine hastalıklı ve sağlıklı bireylerde (21. gün hariç) istatistiki farklılık göstermediği tespit edilmiştir. 21. günde ise toplam protein seviyesi hastalıklı grupta daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar, zamana bağlı toplam protein değerlerinin önce azalma eğilimi gösterdiğini, çalışmanın ilerleyen dönemlerinde ise artmaya başladığını söylemektedirler.

Fouzi vd (2012) farklı amonyak seviyelerine (1,1 mg/l, 3,8 mg/l ve 8,1 mg/l) 10 gün süresince maruz bıraktıkları *P. monodon* bireylerine daha sonra yem yoluyla WSSV

(Beyaz benek hastalığı virüsü) bulaştırmışlardır. Araştırmacılar 10 günlük amonyak baskısı ve WSSV bulaşması sonrasında karides hemolenfinde ALT, AST, toplam protein, glikoz, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> seviyelerini belirlemişlerdir. Denemeden elde edilen sonuçlara göre; amonyak stresi ve WSSV bulaşması sonrasında hemolenf ALT, AST ve glikoz değerlerinin en yüksek amonyak miktarına maruz bırakılan bireylerde olduğu bulunmuştur. Toplam protein değerinin ise amonyak artışıyla beraber azaldığını tespit edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve METOT

Tez çalışmasının yetiştiricilik aşaması Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yumurtalık Deniz Ürünleri Araştırma İstasyonu kuluçkahanesinde gerçekleştirilmiştir. Deneme sonunda elde edilen karides doku örnekleri ile su örneklerinin analizleri Akdeniz Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Materyal

Deneme materyali olan beyaz karides (*L. vannamei*) post larvaları Sibsaen Aqua Marine (Tayland) firmasından temin edilmiştir. PL 7-8 aşamasındaki karidesler 1 lt'lik su hacmine sahip plastik poşetler içerisinde (2000 larva/lt) yaklaşık 36 saatlik sürede denemenin yapılacağı üniteye nakledilmişlerdir. Çalışmanın gerçekleştirileceği yetiştiricilik ünitesine ulaştırılan larvalar aklamasyona tabi tutularak larva stok tanklarına (0,3 larva/lt) yerleştirilmişlerdir. Deneme başlangıcına kadar olan dönemde larva stok tanklarındaki ortalama su sıcaklığı  $26\pm 1$  °C, tuzluluk  $\%35\pm 1$ , pH 7,8 olarak ölçülmüştür. Stok tanklarındaki larvalar günde 4 defa olmak üzere *Artemia sp.* nauplii (10-12 adet/ml) ve 300-500 µm çapında mikropartikül yem ile beslenmişlerdir.

Denemenin gerçekleştirilmesi için taban alanı 0,385 m<sup>2</sup> olan 36 adet larva tankı kullanılmıştır (Şekil 3.1). Larva tankları deneme alanına 9X2'li 2 ayrı grup şeklinde yerleştirilmişlerdir. Tankların üzeri ışık geçirgenliğini %80 oranında azaltan gölgeleme tülü ile kapatılmıştır. Çalışma 0,1 m<sup>3</sup>'lük su hacminde devam ettirilmiştir. Deneme tanklarına kum ve kartuş filtreden 1µ'na kadar filtre edilmiş  $\%35\pm 1$  tuzlulukta deniz suyu verilmiş ve sürekli havalandırma uygulanmıştır. Tanklara verilen deniz suyu 24 saat kesintisiz olarak sağlanmıştır. Tanklardaki günlük su değişimi %250 olacak şekilde ayarlanmıştır. Tank içerisinde su sıcaklıklarını sabit tutmak amacıyla 200 watt'lık su ısıtıcıları kullanılmıştır. Deneme 12 saat aydınlık:12 saat karanlık fotoperiyodik ışık rejiminde devam ettirilmiştir.

Denemede karideslerin beslenmesi amacıyla 4 farklı oranda astaksantin içeren (0, 40, 80 ve 150 mg/kg) yem formülasyonu kullanılmıştır (Çizelge 3.1, 3.2). Deneme yemi ekstrüde yem teknolojisi ile Sparos I & D Nutrition in Aquaculture/Portekiz firmasına yaptırılmıştır.

Çizelge 3.1. Deneme yeminin formülasyonu (g/kg)

HAMMADDE	DENEME GRUPLARI			
	B1 (Kontrol, 0 ast)	B2 (40 ast.)	B3 (80 ast)	B4 (150 ast)
Balık unu	17.50	17.50	17.50	17.50
Konsantre balık proteini (CPSP 90)	10.00	10.00	10.00	10.00
Krill unu	10.00	10.00	10.00	10.00
Sübye unu	10.00	10.00	10.00	10.00
Soya unu	12.50	12.50	12.50	12.50
Buğday unu	24.10	24.06	24.02	23.95
Mısır glütenu	5.00	5.00	5.00	5.00
Balık yağı	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitamin-mineral pr.	2.00	2.00	2.00	2.00
Bağlayıcı	5.00	5.00	5.00	5.00
Kuru soya lecithin	0.90	0.90	0.90	0.90
Carophyll Pink (10% astaksantin)	0.00	0.04	0.08	0.15
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00

Çizelge 3.2. Deneme yeminin besin madde bileşenleri (%)

		DENEME GRUPLARI			
		B1 (Kontrol, 0 ast)	B2 (40 ast.)	B3 (80 ast)	B4 (150 ast)
Ham protein	%	46.28	46.28	46.28	46.28
Sindirilebilir Protein	%	43.04	43.04	43.04	43.04
Ham Yağ	%	9.64	9.64	9.64	9.64
Fiber	%	1.18	1.18	1.18	1.18
Nişasta	%	15.87	15.87	15.87	15.87
Arg	%	2.69	2.69	2.69	2.69
His	%	0.99	0.99	0.99	0.99
Ile	%	1.60	1.60	1.60	1.60
Leu	%	2.79	2.79	2.79	2.79
Lys	%	2.91	2.91	2.91	2.91
Thr	%	1.78	1.78	1.78	1.78
Trp	%	0.43	0.43	0.43	0.43
Val	%	2.26	2.26	2.26	2.26
Met+Cys	%	1.70	1.70	1.70	1.70
Phe+Tyr	%	2.94	2.94	2.94	2.94
Kullanılabilir fosfor	%	0.62	0.62	0.62	0.62
Astaksantin	mg/kg	0	40	80	150
Toplam enerji	MJ/kg	18.26	18.26	18.26	18.26

### 3.2. Metot

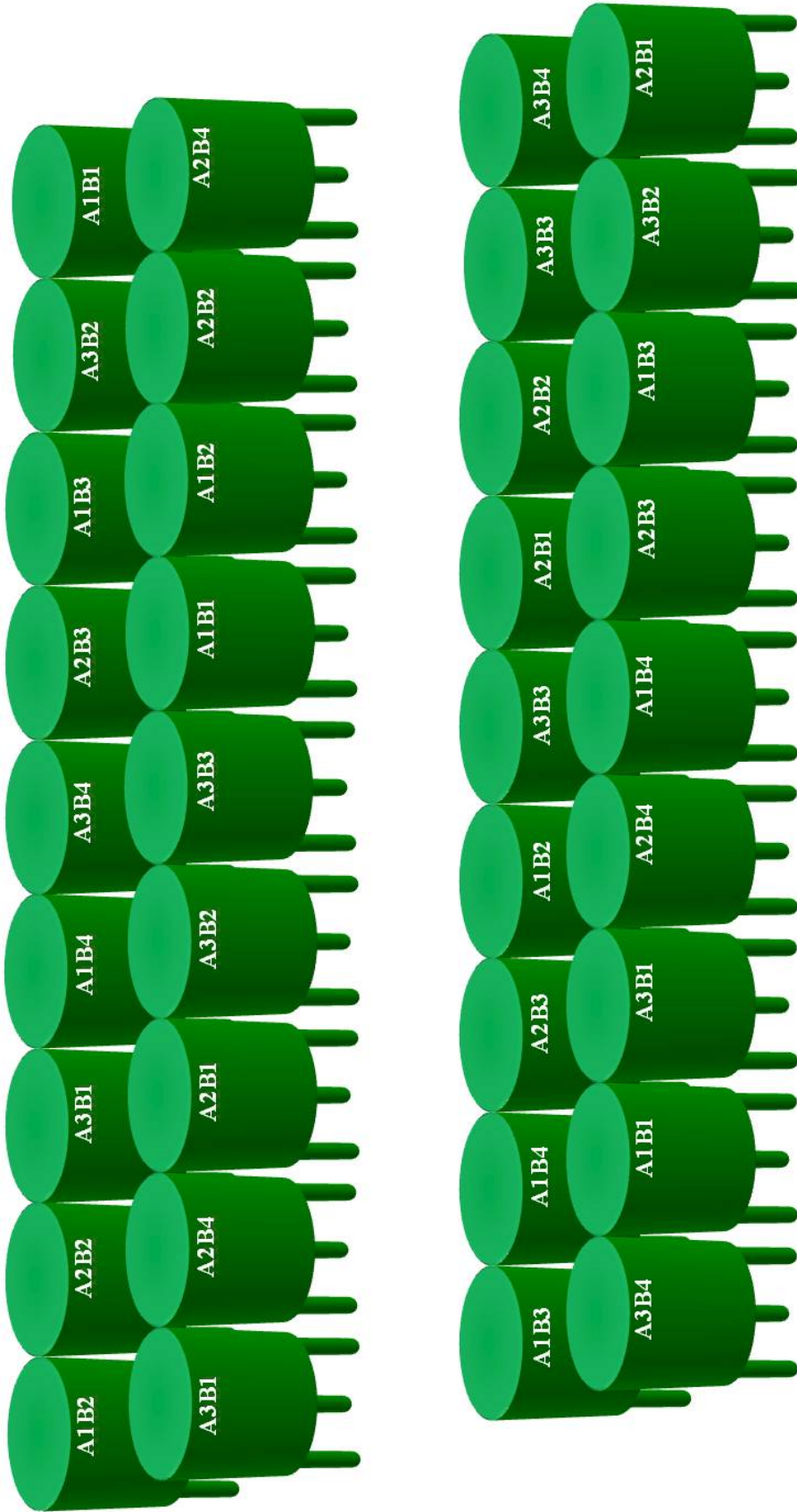
Deneme grupları larval stok yoğunluğu ile yemdeki astaksantin düzeyine bağlı olarak (3X4 faktöriyel) oluşturulmuştur. Deneme gruplarının her bir grup üç tekerrürlü olacak şekilde dizayn edilmiştir (Çizelge 3.3, Şekil 3.1, 3.2).

Çizelge 3.3. Stok yoğunluğu ve yemdeki astaksantin düzeyine bağlı 3X4 faktöriyel deneme deseni

Stok Yoğ. (PL/m <sup>3</sup> )	Asta. Düzeyi (mg/kg)	Tekerrür1	Tekerrür2	Tekerrür3
A1 (200)	B1 (0)	A1B1	A1B1	A1B1
	B2 (40)	A1B2	A1B2	A1B2
	B3 (80)	A1B3	A1B3	A1B3
	B4 (150)	A1B4	A1B4	A1B4
A2 (400)	B1 (0)	A2B1	A2B1	A2B1
	B2 (40)	A2B2	A2B2	A2B2
	B3 (80)	A2B3	A2B3	A2B3
	B4 (150)	A2B4	A2B4	A2B4
A3 (800)	B1 (0)	A3B1	A3B1	A3B1
	B2 (40)	A3B2	A3B2	A3B2
	B3 (80)	A3B3	A3B3	A3B3
	B4 (150)	A3B4	A3B4	A3B4



Şekil 3.1. Deneme ünitesinin genel görünümü



Şekil 3.2. Deneme deseni (şematik)

Deneme, beyaz karides larvaları PL 20-21 aşamasına ulaştıklarında başlatılmış ve 56 gün süresince devam ettirilmiştir. Deneme başlangıcında, larvalar tanklara sayılarak ve ortalama toplam ağırlıkları belirlenerek yerleştirilmişlerdir. Deneme grupları arasında başlangıç ağırlıkları bakımından önemli bir farklılık olmamasına dikkat edilmiştir. ( $P>0,05$ ). Deneme başlangıcında larvaların ortalama toplam ağırlıkları Çizelge 3.4’de verilmiştir. Çalışmanın ilk 10 günlük döneminde ölen larvaların yerine benzer ağırlıktaki yeni bireyler konulmuştur.

Çizelge 3.4. Deneme gruplarına göre larvaların ortalama ağırlık değerleri ( $P>0,05$ )

Deneme grupları	Birey sayısı	Deneme başlangıcı ortalama ağırlık (g)
A1B1	20	0,042±0,000
A1B2	20	0,042±0,000
A1B3	20	0,042±0,000
A1B4	20	0,042±0,000
A2B1	40	0,042±0,000
A2B2	40	0,042±0,001
A2B3	40	0,042±0,000
A2B4	40	0,042±0,000
A3B1	80	0,042±0,001
A3B2	80	0,041±0,001
A3B3	80	0,041±0,000
A3B4	80	0,041±0,002

Deneme süresince karidesler günlük 4 defa (09:00, 13:00, 17:00 ve 21:00) serbest yemleme yöntemi (*ad libitum*) ile beslenmişlerdir. Deneme yemlerinin partikül büyüklükleri, ilk iki haftalık dönem için 300-500  $\mu\text{m}$ , sonraki haftalar için ise 500-800  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiştir. Tanklarda oluşan yem ve dışkı atıkları sifonlama yöntemiyle günlük olarak uzaklaştırılmıştır.

Deneme tanklarında suyun fiziko-kimyasal parametre (pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk) ölçümleri haftalık olarak yapılmıştır. Ancak gerekli görülen durumlarda ara ölçümler de yapılarak tank ortamının fiziko-kimyasal parametreleri optimum koşullarda tutulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla pH dijital pHmetre; çözülmüş oksijen ve sıcaklık dijital oksijenmetre, tuzluluk değerleri ise refraktometre ile ölçülmüştür. Deneme süresince toplam amonyum ve toplam nitrit-nitrat seviyelerinin belirlenmesi amacıyla 15 günde bir her tanktan su örneği (3X100 ml) alınmıştır. Alınan su örnekleri 45  $\mu\text{m}$  göz açıklığındaki filtreden süzülerek kaba partiküllerinden arındırılmıştır. Su numuneleri analiz edilecekleri güne kadar  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilmişlerdir.

Deneme başlangıcında ortalama toplam ağırlıkları belirlenerek gruplara yerleştirilen karideslerin, deneme sonu boy ve ağırlık ölçümleri bireysel olarak yapılmıştır. Karideslerin hassas olmalarından dolayı bir takım olumsuzluklar yaşanabileceği öngörülerek deneme süresince ara örnekleme yapılmamıştır. Deneme sonunda uygun örnekleme koşullarının oluşturulması için karideslerin metabolik aktiviteleri yavaşlatılmıştır. Bu amaçla karidesler örnekleme öncesinde sıcaklık şokuna maruz bırakılmıştır. Sıcaklık şoku deneme tanklarından alınan karideslerin, içerisinde



16±1°C deniz suyu bulunan kaplara konulup en az 5 dk bekletilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Hareketleri yavaşlayan karideslerin üzerlerindeki fazla su kağıt havlu yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Daha sonra karideslerin boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Ağırlık ölçümleri için elektronik terazi (0,01 g); boy ölçümleri için ise dijital kumpas (0,01 mm) kullanılmıştır. Karideslerin boy değerleri rostrum ucundan telson sonuna kadar ölçülmüştür (Şekil 3.3). Gruplara göre boy ve ağırlık değerleri ile sayıları belirlenen karideslerin biomas, büyüme ve yaşama oranları, spesifik büyüme oranı, günlük büyüme indeksi, günlük canlı ağırlık kazancı gibi bazı büyüme parametrelerinin hesaplaması aşağıdaki formüller kullanılarak yapılmıştır.

$$\text{Büyüme oranı (\%); BO} = (FA-BA/BA)*100 \quad (3.1)$$

$$\text{Günlük canlı ağırlık kazancı; GCAK} = (FA-BA)/G \quad (3.2)$$

$$\text{Spesifik büyüme oranı; SBO (\% g/gün)} = [(\ln FA - \ln BA)/ G]*100 \quad (3.3)$$

$$\text{Günlük büyüme indeksi; GBİ (\% g/gün)} = [FA^{1/3}-BA^{1/3}]/G]*100 \quad (3.4)$$

$$\text{Yaşama oranı; YO (\%)} = (DSBS/DBBS)*100 \quad (3.5)$$

$$\text{Deneme sonu stok yoğunluğu; DSSY} = DSBS/V \quad (3.6)$$

$$\text{Biyomas; B} = FA*DSSY \quad (3.7)$$

(DBBS; deneme başı birey sayısı, DSBS; deneme sonu birey sayısı, DSSY; deneme sonu stok yoğunluğu, BA; başlangıç ağırlığı, FA; final ağırlığı, B; Biomas, G; deneme süresi/gün, V; hacim/m<sup>3</sup>)



Şekil 3.3. Jüvenil karideslerin morfometrik ölçümleri

Bazı enzim (ALT, AST, toplam antioksidan kapasitesi-TAK, süperoksit dismütaz-SOD) ve metabolit (toplam protein, glikoz, laktat) değerlerinin belirlenmesi amacıyla sert kabuklu bireylerin hepatopankreas örnekleri alınmıştır. Boy ve ağırlık ölçümleri tamamlanan karideslerin kabuk değiştirme aşamaları stereo mikroskop altında belirlenmiştir. Sert kabuklu karides bireyleri hepatopankreasları alınmak üzere ayrılmıştır. Alınan hepatopankreas örnekleri sıvı azot ile dondurularak analiz aşamasına kadar  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### 3.3. Araştırmada Kullanılan Analiz Yöntemleri

#### 3.3.1. Deneme gruplarında amonyum ve nitrit-nitrat azotu düzeylerinin belirlenmesi

Deneme gruplarından elde edilen deniz suyu örnekleri  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Bu örnekler çözdürüldükten sonra amonyum azotu ve nitrit-nitrat azotu seviyeleri spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Amonyum azotu ( $\text{mg NH}_4\text{-N/L}$ ) 4500  $\text{NH}_3\text{-F}$ , nitrat ( $\text{mg NO}_3\text{+NO}_2\text{-N/L}$ ) 4500  $\text{NO}_3\text{-E}$  metodları kullanılarak ölçülmüştür (APHA 2000). Su örneklerinin analizleri Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

### 3.3.1.1. Amonyum azotu tayini (mg NH<sub>4</sub>-N/L)

Amonyum tayini için fenol, sodyum nitroprussiad ve oksitleme çözeltileri kullanılmıştır. Analiz, tank suyu örneklerinin 25 ml'sine fenol (1 ml), sodyum nitroprussiad (1 ml) ve oksitleme çözeltisi (2,5 ml) ilave edilerek başlatılmıştır. Çözeltilerin ilave edilmesinin ardından örnek kaplarının, ağzı parafilmle kapatılarak 22-27°C de 1 saat bekletilmiş, sonra kuvars küvette, 640 nm'de spektrofotometrede (UV8500 Bio-Crom) ölçümü yapılmıştır. Spektrofotometrik ölçümlerle elde edilen absorbans değerleri, hazırlanan standartlardan elde edilen formüllere göre hesaplanarak litredeki mg cinsinden değerleri bulunmuştur (APHA, 2000).

### 3.3.1.2. Toplam nitrit-nitrat azotu tayini (mg NO<sub>2</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N/L)

Toplam nitrit-nitrat tayini için, amonyum klorid-EDTA çözeltisi ve renk reaktifi kullanılmıştır. Deneme tanklarından elde edilen su örneklerinin 25 ml'si üzerine 75 ml amonyum klorit-EDTA solüsyonu eklenmiştir. Bu karışım akış hızı 7-10 ml/dakika olacak şekilde önceden hazırlanan kadmiyum kolonundan geçirilmiş ilk 25 ml'si atıldıktan sonra geri kalan kısımlar mezürde toplanmıştır. Mezürde toplanan numuneden 50 ml alınarak, 15 dakika geçmeden 2 ml renk reaktifi eklenmiştir. Numuneler (10 dakika ile 2 saat arasındaki bir sürede), köre (distile su) karşı spektrofotometrede (UV8500 Bio-Crom) 543 nm ve 5 cm ışık yolunda okuma gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometrik ölçümlerle elde edilen absorbans değerleri, hazırlanan standartlardan elde edilen formüllere göre hesaplanarak litredeki mg cinsinden değerleri bulunmuştur (APHA, 2000).

### 3.3.2. Toplam antioksidan kapasitesi (TAK) analizi

Karides hepatopankreas dokularındaki toplam antioksidan kapasitesi analizi Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. ABTS radikal süpürücü (Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasite) metoduna göre belirlenmiştir (Binsan vd 2008).

TAK analizi için 20 µg'lık hepatopankreas örnekleri 1500 µl fosfat tamponçözelti (PBS, pH 7,4) içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler, 5000 X g, 4 °C'de 15 dk santrifüje edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra üstte kalan sıvı kısım ayrılmış ve analiz başlayıncaya kadar buz üzerinde bekletilmiştir. Diğer yandan trolox standart stok solüsyonu ve analiz için gerekli stok solüsyonlar (7,4 mM ABTS ve 2,6 mM Potasyum persülfat) hazırlanmıştır. Hazırlanan ABTS ve potasyumpersülfat (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) stok solüsyonları eşit hacimlerde karıştırılarak çalışma solüsyonu elde edilmiştir. Çalışma solüsyonu oda sıcaklığı ve karanlık ortam koşullarında 12 saat bekletilmiştir. Çalışma solüsyonunun absorbans değeri spektrofotometrede, 734 nmdalga boyunda ölçülmüştür. Çalışma solüsyonunun absorbans değeri 1,08 ve 1,12 arasında oluncaya kadar PBS ile seyreltilmiştir. Analiz için hazırlanan örneklere (150 µl) çalışma solüsyonu (2850 µl) ilave edilmiş ve 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Örneklerin, spektrofotometrede, 734 nm'de belirlenen absorbans değerleri ölçülmüştür. Absorbans değerleri, trolox standart eğri grafiğinden elde edilen formülde yerine konularak µmol TE/g cinsinden hesaplanmıştır.

### 3.3.3. Metabolit analizleri

#### 3.3.3.1. Toplam protein analizi

Karides hepatopankreas dokusunda toplam protein analizi Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Örneklerin toplam protein miktarları, Lowry metoduna göre, ticari kit (Sigma, TP0300 ve L 3540) yardımıyla belirlenmiştir. Analiz için 20 µg'lık hepatopankreas dokuları 1500 µl fosfat tampon çözelti (PBS, pH 7,4) içerisinde homojenize edilmiştir. Homojen hale gelen örnekler, 5000 X g, 4 °C'de 15 dk satrifüje edilmiş ve üstte kalan sıvı kısım analiz için ayrılmıştır. Analiz için gerekli reaktif ve solüsyonlar kit protokolüne uygun olarak hazırlanmıştır.

**Folin-Ciocalteu fenol reaktifi çalışma solüsyonu:** 18 ml Folin-Ciocalteu fenol reaktifi + 80 ml saf su

**Lowry reaktif solüsyonu:** lowry reaktifi + 40 ml saf su

**Protein standart solüsyonu:** protein standardı + 5 ml saf su

Protein standart solüsyonu kullanılarak 5 farklı konsantrasyonda (50, 100, 200, 300 ve 400 µg/ml) standart çözeltileri hazırlanmıştır.

Analiz için, 1 ml'lik kör (saf su), örnek ve standart çözeltilerinin üzerine 1 ml lowry reaktifi ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 20 dk inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra her bir solüsyona 0,5 ml Folin-Ciocalteu fenol reaktifi çalışma solüsyonu ilave edilmiş, oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. Hazırlanan, standart, kör ve örneklerin absorbansı spektrofotometrede 620 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Toplam protein miktarı, örneklerin absorbans değerlerinin protein standart eğri grafiğinden elde edilen formülde yerine konulmasıyla mg/g cinsinden hesaplanmıştır.

#### 3.3.3.2. Glikoz analizi

Karides hepatopankreas dokularındaki serbest glikoz miktarı belirlenmesi amacıyla yapılan analiz Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Glikoz analizi için ticari analiz kiti (Sigma, GAHK20) kullanılmıştır. Hepatopankreas örnekleri (20 µg) 150 µl saf su içerisinde homojen hale getirilmiştir. Örnekler, 65°C'ye ısıtılan su banyosunda 10 dk bekletilmişlerdir (ekstraksiyon işlemine yardımcı olmak için). Daha sonra 1500 X g, 5 dk satrifüje edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra üstte kalan sıvı kısım analiz için ayrılmıştır. Analizde kullanılan glikoz (HK) reaktifi 20 ml saf su ile seyreltilmiştir. Karides hepatopankreasında serbest glikoz miktarını belirlenmesi amacıyla;

**Örnek<sub>kör</sub>:** 1 ml saf su +10 µl örnek

**Reaktif<sub>kör</sub>:** 1 ml reaktif +10 µl saf su

**Analiz örneği:** 1 ml reaktif +10 µl örnek hazırlanmıştır.

Hazırlanan solüsyonlar reaksiyonun gerçekleşmesi için oda sıcaklığında 15 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası solüsyonların (Örnek<sub>kör</sub>, reaktif<sub>kör</sub>, analiz örneği) absorbansı spektrofotometrede, 340 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

Örneklerdeki serbest glikoz miktarı, örneklerin absorbands değerleri formülde yerine konularak mg/g cinsinden belirlenmiştir.

$$\text{Glikoz miktarı (mg/g)} = [(A * TH * GMA * SO) / (\epsilon * d * \text{ÖH} * 1000)] \quad (3.8)$$

A= Örnek Abs - Toplam<sub>kör</sub>Abs

Toplam<sub>kör</sub> Abs = Örnek<sub>kör</sub> Abs + Reaktif<sub>kör</sub>

TH = Toplam hacim (Örnek+Reaktif)

GMA =Glikoz Molekül Ağırlığı

SO= Seyreltme Oranı

$\epsilon$  =6,22 (NADH'ın 340 nm'deki mmolar ekstinksiyon katsayısı)

d = ışık yolu

### 3.3.4. Enzim analizleri

#### 3.3.4.1. Alanin aminotransferaz (ALT) ve aspartat aminotransferaz (AST) analizi

ALT ve AST seviyelerinin belirlenmesi amacıyla 20 µg hepatopankreas örneği 400 µl tampon çözelti (100 mM Tris, pH 7,8) içerisinde homojenize edilmiştir. Homojen hale gelen örnekler 10.000 X g, 4 °C'de 15 dk satrifüje edilmiştir. Üstte kalan sıvı kısım ayrılmış ve analiz başlayıncaya kadar buzda bekletilmiştir.

Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Laboratuvarında analize hazırlanan hepatopankreas örneklerinin ALT ve AST enzim analizleri, Medila Tıbbi Analizler Laboratuvarı'ndan (Antalya) hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. ALT ve AST enzim seviyeleri, MINDRAY BS 330 cihazında Human (AST) ve Cormay (ALT) kitleri kullanılarak (U/g) belirlenmiştir. AST ve ALT'nin spesifik aktivite değerleri U/mg protein olarak hesaplanmıştır.

#### 3.3.4.2. Süperoksit dismutaz (SOD) analizi

Karideslerin süperoksit dismutaz aktivitesi hepatopankreas dokularında belirlenmiştir. Örneklerin SOD aktivitesi, Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Merkez Araştırma Laboratuvarı'nda mikropłaka okuyucu (ELİSA okuyucu) cihazı kullanılarak ticari analiz kiti (Cayman, 706002) ile tespit edilmiştir. SOD aktivitesinin belirlenmesi amacıyla, yaklaşık 20 µg hepatopankreas örneği kullanılmıştır. Hepatopankreas örnekleri 400 µl'lik HEPES [(20 mM HEPES çözeltisi, (pH 7,2); 1 mM EGTA, 210 mM mannitol, 70 mM sukroz, içermektedir)] ile homojenize edilmiştir. Homojenize hale gelen örnek 1,500 X g, 4 °C'de 5 dk santrifüje edilmiştir. Santrifüj işlemi sonrasında üstte kalan sıvı kısım analiz için ayrılmış ve analiz başlayıncaya kadar buz üzerinde bekletilmiştir. Analiz için gerekli solüsyon ve reaktifler kit protokolüne uygun olarak hazırlanmıştır.

**Seyreltilmiş analiz çözeltisi;**3 ml analiz çözeltisi + 27 ml deiyonize su

**Seyreltilmiş örnek çözeltisi;**2 ml konsantre örnek tampon çözeltisi + 18 ml deiyonize su

**Radikal algılayıcı çözelti;** içerisinde50 µl tetrazolyum tuz solüsyonu + 19,95 ml seyreltilmiş analiz çözeltisi (karanlık ortamda 2 saat dayanıklı)

**SOD**; kit 100 µl sığır eritrosit SOD (Cu/Zn) (kullanıma hazır)

**Ksantin oksidaz**; 50 µl'lik ksantin oksidaz + 1,95 ml seyreltilmiş örnek çözeltisi

**SOD standart çözeltisi**; 20 µl SOD+1,98 ml seyreltilmiş örnek çözeltisi ile hazırlanmıştır. Daha sonra SOD standart çözeltisi kullanılarak 7 farklı SOD düzeyine sahip (0, 0,025, 0,05, 0,1, 0,15, 0,2 ve 0,25 U/ml) standart çözeltileri hazırlanmıştır.

Hazırlanan SOD standart çözeltileri (10 µl) ve örneklerin (10 µl) üzerine 200 µl seyreltilmiş radikal algılayıcı ve 20 µl çözeltisi ilave edilmiş ve 20 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Örnekler ve SOD standardı 450 nm dalga boyunda okutulmuştur. Örneklerin SOD aktivitesinin hesaplanması; SOD standart eğri grafiğinden elde edilen değerler ile örneklerin absorbans değerleri formülde yerine konularak gerçekleştirilmiştir.

$$\text{SOD (U/mg)} = [(\text{Örnek LR-Kesim noktası/Eğim}) \times (0,23/0,01)] \times \text{Seyreltme oranı} \quad (3.9)$$

Örnek LR; linearize edilmiş örnek absorbansı SOD'nin spesifik aktivitesi değeri U/mg protein olarak hesaplanmıştır.

### 3.4. İstatistiksel Hesaplamalar

Deneme sonunda elde edilen veriler SPSS19 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Deneme grupları arasında, büyüme parametreleri, deneme tanklarındaki amonyum azotu, nitrit-nitrat azotu seviyeleri, enzim aktiviteleri, TAK, Toplam protein ve glikoz düzeyleritek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA), stok yoğunluğu ve yemdeki astaksantin düzeylerinin etkisi ise çift yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) ile test edilmiştir. Bu hesaplamalar sonucunda, gruplara, stoklama oranı ve yemin astaksantin seviyesine bağlı olarak farklılık bulunması halinde çoklu karşılaştırma (Duncan) testi kullanılmıştır. Yapılan tüm istatistiksel hesaplamalar 0,05 önem seviyesinde test edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Fiziko-Kimyasal Parametreler

Deneme süresince gruplarda ölçülen ortalama su sıcaklığı, çözünmüş O<sub>2</sub>, pH ve tuzluluk değerleri Çizelge 4.1’de özetlenmiştir. Deneme tanklarındaki ortalama su sıcaklığı 25,0-26,0 arasında değişiklik göstermiştir. Çözünmüş O<sub>2</sub>, en düşük 4,78 mg/l ile A3B3, en yüksek 5,60 mg/l ile A1B2 gruplarında gözlenmiştir. Deneme süresince tanklardaki suyun tuzluluğu ortalama %35±1 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında ölçülen ortalama sıcaklık, çözünmüş O<sub>2</sub>, pH ve tuzluluk değerleri tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş ve istatistiki açıdan bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.1. Deneme gruplarında ölçülen ortalama su sıcaklığı (°C), çözünmüş O<sub>2</sub> (mg/l), pH ve tuzluluk (%) değerleri (P>0,05)

Deneme grupları	Sıcaklık	Çözünmüş O <sub>2</sub>	pH	Tuzluluk	
A1 (200)	B1 (0)	25,4±0,4	5,22±0,19	7,98±0,03	35±1
	B2 (40)	25,0±0,4	5,60±0,29	8,01±0,01	35±1
	B3 (80)	26,5±0,1	5,04±0,25	7,99±0,02	35±1
	B4 (150)	25,9±0,2	5,36±0,28	8,01±0,02	35±1
A2 (400)	B1 (0)	25,8±0,4	4,96±0,13	7,96±0,02	35±1
	B2 (40)	25,8±0,6	5,05±0,12	7,96±0,02	35±1
	B3 (80)	25,9±0,4	4,79±0,13	7,97±0,02	35±1
	B4 (150)	26,0±0,6	5,28±0,30	7,97±0,02	35±1
A3 (800)	B1 (0)	25,6±0,5	4,90±0,35	7,94±0,03	35±1
	B2 (40)	25,6±0,5	5,11±0,32	7,93±0,03	35±1
	B3 (80)	25,5±0,5	4,78±0,15	7,92±0,01	35±1
	B4 (150)	25,7±0,3	4,85±0,14	7,91±0,05	35±1

Deneme tanklarında ölçülen amonyum ve nitrit-nitrat değerleri ise şekil4.1’de verilmiştir. Deneme tanklarından elde edilen su örneklerinin amonyum seviyeleri, deneme gruplarına ve zamana bağlı olarak tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Amonyum değerlerinin deneme gruplarına ve zamana bağlı değişimleri istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur (Çizelge 4.2) (P<0,05).

Deneme sonunda, tespit edilen amonyum azotu değerleri gruplara (aynı örnekleme dönemi için) ve örnekleme dönemlerine bağlı olarak benzerlik göstermiştir (P>0,05). Deneme gruplarında amonyum azotu değerleri, istatistiki olarak farklılık göstermesede, stoklama oranlarındaki artışa bağlı olarak artma eğilimindedir. Her örnekleme döneminde en düşük amonyum azotu değeri A1 stoklama gruplarında A1B1’de tespit edilmiştir. En yüksek amonyum azotu değerleri ise A3 stok yoğunluğunda elde edilmiştir (Çizelge 4.2).

Deneme süresince ölçülen nitrit-nitrat azotu değerlerinin de hem gruplara (aynı örnekleme döneminde) hemde örnekleme dönemlerine bağlı olarak, gruplar arasında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir ( $P>0,05$ ) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2. Deneme tanklarında 15 gün aralıklarla ölçülen amonyum azotu değerleri( $\text{NH}_4\text{-Nmg/L}$ ). (n=3, ortalama± std hata)

Deneme grupları		Örnekleme dönemleri			
		I	II	III	IV
A1 (200)	B1 (0)	0,00±0,00	0,02±0,00	0,06±0,04	0,07±0,04
	B2 (40)	0,00±0,00	0,03±0,00	0,04±0,00	0,13±0,04
	B3 (80)	0,00±0,00	0,05±0,02	0,16±0,01	0,17±0,04
	B4 (150)	0,00±0,00	0,04±0,02	0,12±0,04	0,15±0,04
A2 (400)	B1 (0)	0,00±0,00	0,04±0,02	0,09±0,02	0,12±0,02
	B2 (40)	0,06±0,00	0,06±0,00	0,13±0,00	0,16±0,00
	B3 (80)	0,02±0,00	0,08±0,03	0,17±0,05	0,24±0,04
	B4 (150)	0,03±0,01	0,05±0,02	0,11±0,06	0,12±0,04
A3 (800)	B1 (0)	0,03±0,01	0,09±0,04	0,11±0,01	0,18±0,06
	B2 (40)	0,02±0,00	0,14±0,00	0,18±0,00	0,19±0,00
	B3 (80)	0,04±0,02	0,14±0,08	0,27±0,14	0,16±0,05
	B4 (150)	0,06±0,03	0,14±0,08	0,16±0,06	0,15±0,07

Çizelge 4.3. Deneme tanklarında 15 gün aralıklarla ölçülen nitrit-nitrat azotu değerleri ( $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N mg/L}$ ) (n=3, ortalama± std hata).

Deneme grupları		Örnekleme dönemleri			
		I	II	III	IV
A1 (200)	B1 (0)	0,08±0,01	0,09±0,02	0,11±0,03	0,06±0,02
	B2 (40)	0,07±0,01	0,08±0,01	0,10±0,00	0,05±0,02
	B3 (80)	0,09±0,03	0,11±0,01	0,08±0,01	0,07±0,01
	B4 (150)	0,06±0,04	0,08±0,01	0,09±0,02	0,21±0,01
A2 (400)	B1 (0)	0,06±0,03	0,06±0,00	0,09±0,01	0,09±0,06
	B2 (40)	0,08±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01	0,05±0,03
	B3 (80)	0,08±0,03	0,08±0,01	0,11±0,03	0,06±0,04
	B4 (150)	0,06±0,02	0,08±0,01	0,11±0,02	0,05±0,03
A3 (800)	B1 (0)	0,07±0,01	0,09±0,02	0,09±0,01	0,04±0,02
	B2 (40)	0,09±0,01	0,11±0,05	0,11±0,01	0,05±0,01
	B3 (80)	0,07±0,01	0,11±0,03	0,08±0,03	0,06±0,04
	B4 (150)	0,07±0,02	0,09±0,01	0,11±0,02	0,06±0,02

#### 4.2. Karides Jüvenillerinde Büyüme Parametreleri

Deneme sonunda ağırlıkça en iyi ortalama büyüme  $1,81\pm0,21$  g ile A3B3 grubunda gözlenmiştir. En düşük ortalama ağırlık değeri ise  $1,16\pm0,11$  g ile A1B4 grubunda tespit edilmiştir. FA değerleri bakımından deneme grupları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık bulunmuş ( $P<0,05$ ) ve



gözlemlenen bu farklılığın stok yoğunluğundan kaynaklandığı belirlenmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.1).

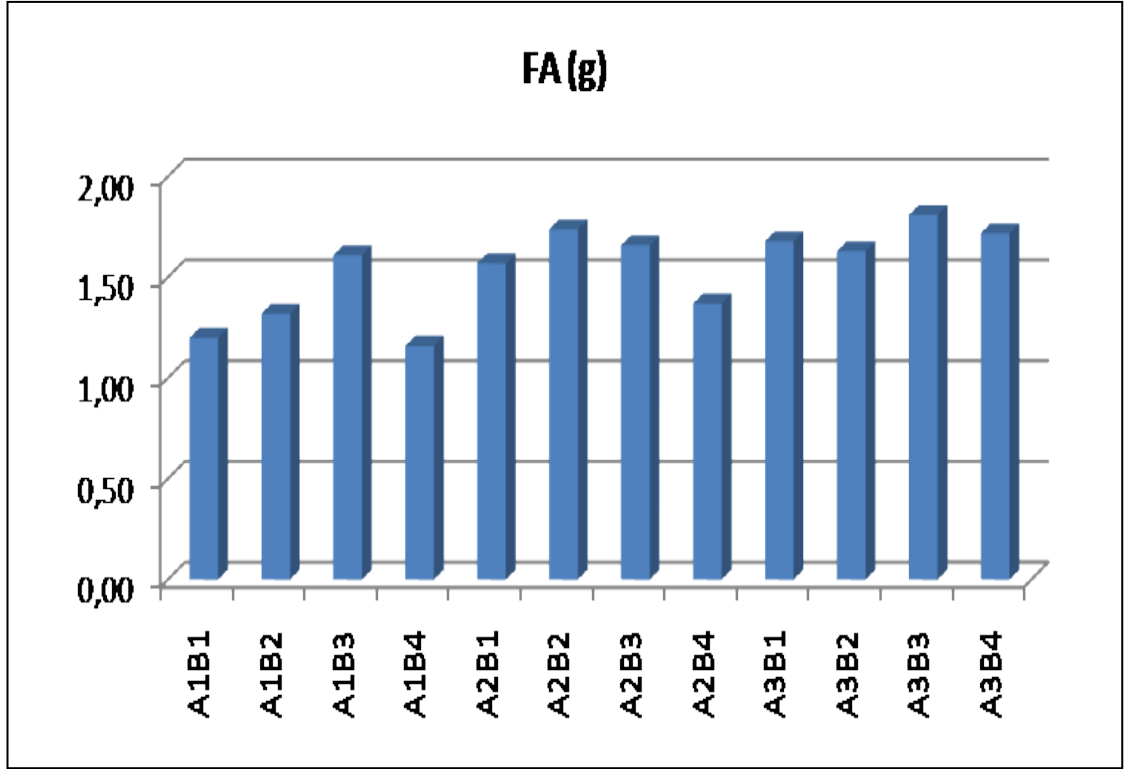
Deneme sonunda en yüksek ortalama boy  $61,24 \pm 2,45$  mm ile A3B3, en düşük ortalama boy  $53,42 \pm 1,99$  mm ile A1B4 grubunda tespit edilmiştir. Ortalama boy değerleri bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı (tek yönlü varyans analizine göre) ( $P > 0,05$ ); ancak deneme gruplarının 2 farklı sınıfa ayrıldığı (Duncan); deneme gruplarında gözlenen bu sınıflandırmanın stok yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.4, Şekil 4.2).

Diğer yandan stok yoğunluğu ile yemdeki astaksantin düzeyi etkileşiminin, ağırlık ve boyca büyümede herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.4).

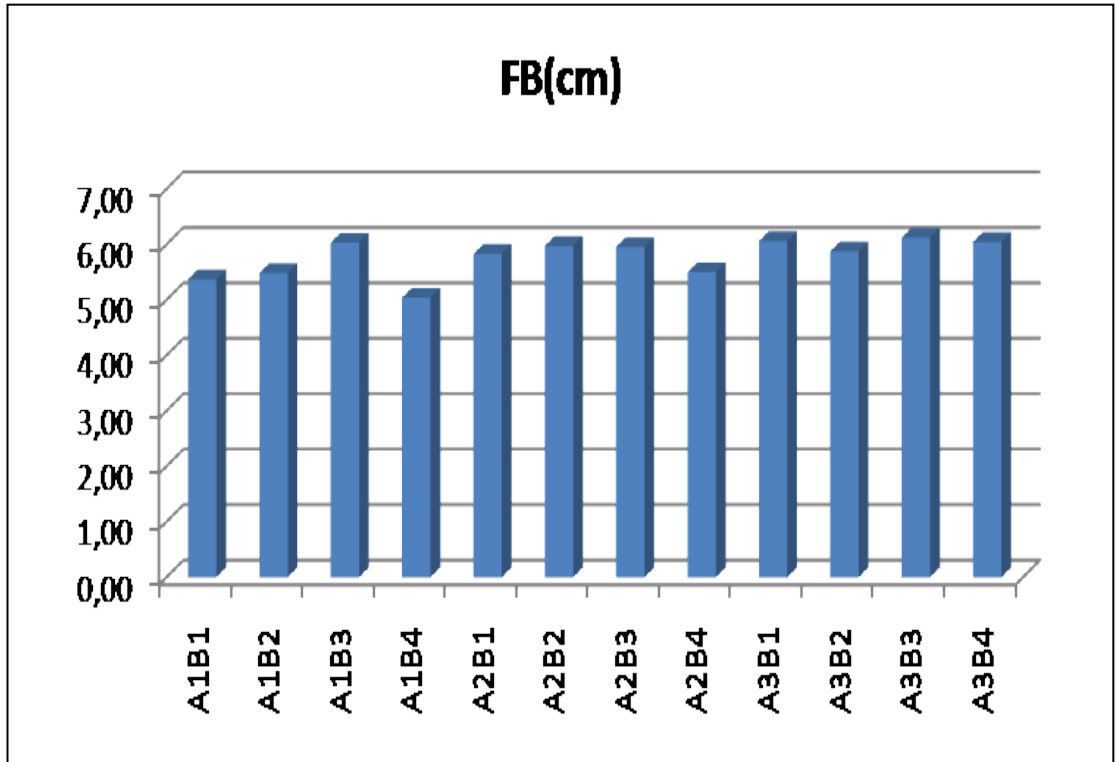
Çizelge 4.4. Deneme sonu gruplarda gözlenen BA, FA, FB değerleri ( $n=3$ , ortalama  $\pm$  std hata). Her sütunda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ )

Deneme grupları		BA (g)	FA (g)	FB (mm)
A1 (200)	B1 (0)	0,042 $\pm$ 0,00	1,20 $\pm$ 0,19 <sup>ab</sup>	53,73 $\pm$ 3,37 <sup>a</sup>
	B2 (40)	0,042 $\pm$ 0,00	1,32 $\pm$ 0,12 <sup>abc</sup>	54,88 $\pm$ 1,94 <sup>ab</sup>
	B3 (80)	0,042 $\pm$ 0,00	1,61 $\pm$ 0,04 <sup>abcd</sup>	60,35 $\pm$ 0,64 <sup>ab</sup>
	B4 (150)	0,042 $\pm$ 0,00	1,16 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	53,42 $\pm$ 1,99 <sup>a</sup>
A2 (400)	B1 (0)	0,042 $\pm$ 0,00	1,57 $\pm$ 0,15 <sup>abcd</sup>	58,29 $\pm$ 2,33 <sup>ab</sup>
	B2 (40)	0,042 $\pm$ 0,00	1,74 $\pm$ 0,16 <sup>cd</sup>	59,75 $\pm$ 2,14 <sup>ab</sup>
	B3 (80)	0,042 $\pm$ 0,00	1,66 $\pm$ 0,11 <sup>bcd</sup>	59,58 $\pm$ 1,30 <sup>ab</sup>
	B4 (150)	0,042 $\pm$ 0,00	1,37 $\pm$ 0,16 <sup>abcd</sup>	55,02 $\pm$ 2,51 <sup>ab</sup>
A3 (800)	B1 (0)	0,042 $\pm$ 0,00	1,68 $\pm$ 0,09 <sup>bcd</sup>	60,61 $\pm$ 2,33 <sup>ab</sup>
	B2 (40)	0,041 $\pm$ 0,00	1,63 $\pm$ 0,14 <sup>abcd</sup>	58,77 $\pm$ 1,29 <sup>ab</sup>
	B3 (80)	0,041 $\pm$ 0,00	1,81 $\pm$ 0,21 <sup>d</sup>	61,24 $\pm$ 2,45 <sup>b</sup>
	B4 (150)	0,041 $\pm$ 0,00	1,72 $\pm$ 0,17 <sup>cd</sup>	60,48 $\pm$ 1,71 <sup>ab</sup>
<b>İki Yönlü Varyans Analizi</b>				
<b>Stok Yoğunluğu</b>			P < 0,05	P < 0,05
<b>Yem (astaksantin)</b>			P > 0,05	P > 0,05
<b>Stok*Yem</b>			P > 0,05	P > 0,05

BA; Başlangıç ağırlığı  
FA; Final ağırlığı  
FB; Final boy



Şekil 4.1. Deneme gruplarında final ağırlığı (FA) değerleri



Şekil 4.2. Deneme gruplarında final boy (FB) değerleri

Çizelge 4.5’da görüldüğü gibi, gruplar arasındaki en yüksek yaşama oranı %81,67±9,28 ile A1B1 grubunda iken, en düşük yaşama oranının %37,50±1,44 ile A3B4 grubunda olduğu tespit edilmiştir. YO (%) değerlerinin stoklama oranlarındaki artışla ters orantılı olduğu; gruplar arasında da istatistiki açıdan önemli farklılıkların ortaya çıktığı gözlenmiştir (P<0,05).Deneme gruplarında ortaya çıkan bu farklılığa hem grupların stok yoğunluğunun hem de yemde bulunan astaksantin etkisi olduğu belirlenmiştir (P<0,05) (Şekil 4.3).

Araştırmamızda büyüme oranları (%BO), ağırlıkça büyüme bakımından değerlendirilmiştir. Deneme grupları arasında en iyi büyüme oranının sırasıyla A3B3 (%4271,66±457,08), A2B2 (%4038,81±385,97), A3B4 (%4038,78±307,38) gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan % 2677,97±282,58’lik büyüme artışıyla, ağırlıkça büyümenin en düşük gerçekleştiği grubun A1B4 olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Deneme gruplarında gözlenen büyüme oranı farklılıklarının stok yoğunluğundan kaynaklandığı ortaya çıkmıştır (P<0,05). Yemdeki astaksantin düzeyi ile stok\*yem etkileşiminin büyüme oranlarındaki farklılığa herhangi bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır (P>0,05) (Çizelge 4.5, Şekil 4.4)

Deneme gruplarının deneme sonu stok yoğunluğu oranları (DSSY) A1, A2, A3 stoklama oranlarında sırasıyla, en yüksek A1B1 (163,30±18,56); A2B2 (276,70±24,04); A3B2 (463,30±32,83 adet/m<sup>3</sup>) gruplarında olduğu ortaya konmuştur. Deneme grupları arasında deneme sonu stok yoğunluğu bakımından bir farklılık olduğu belirlenmiş (P<0,05) ve ortaya çıkan bu istatistiki farklılığın hem yemdeki astaksantin düzeyine hem de stok yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir (P<0,05). Diğer yandan DSSY oranlarının stok\*yem etkileşimine bağlı olarak değişmediği gözlenmiştir (P>0,05) (Çizelge 4.5, Şekil 4.5).

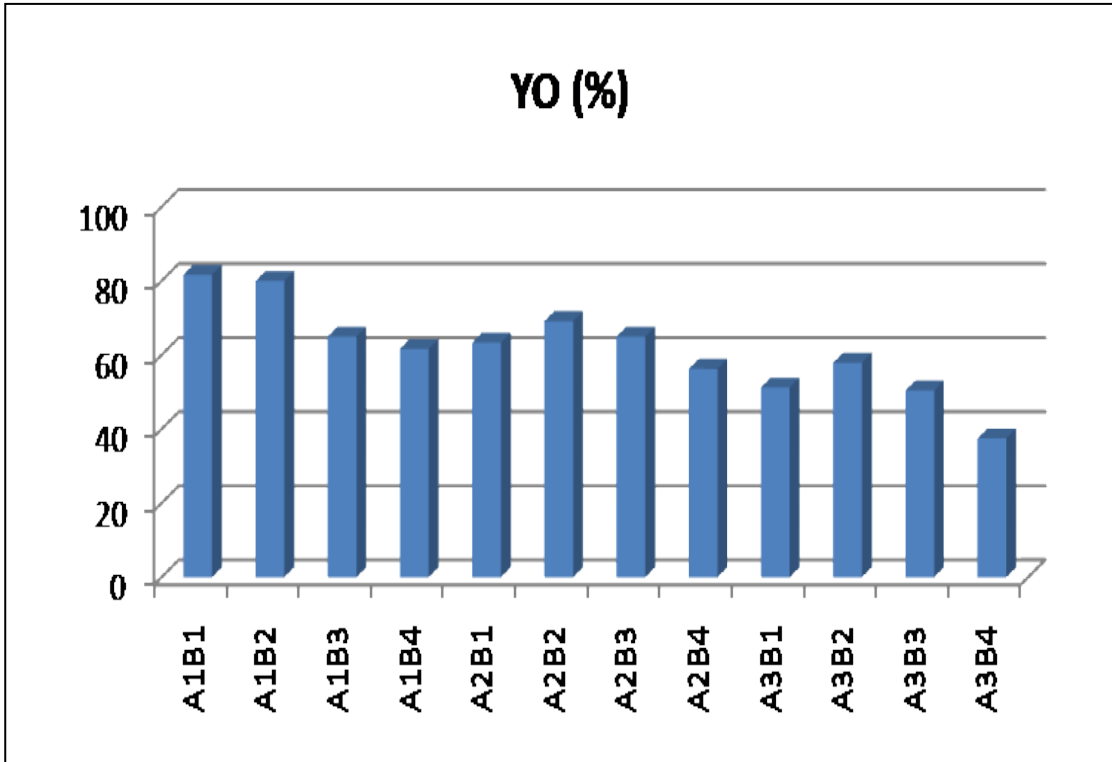
Deneme gruplarına bağlı olarak biomas değerlerinin minimum 143,13±16,81 g/m<sup>3</sup> (A1B4) ile maksimum 744,77±17,22 g/m<sup>3</sup> (A3B2) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen biomas değerleri karşılaştırıldığında istatistiki açıdan farklılık bulunmuştur (P<0,05).Deneme gruplarının biomas değerlerindeki farklılıkların yemdeki astaksantin düzeyi ve stok yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleştiği (P<0,05); ancak her ikisinin birlikte bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (P>0,05) (Çizelge 4.5, Şekil 4.6).

Çizelge 4.5. Deneme sonu gruplarda gözlenen YO, BO, DSSY, B değerleri (n=3, ortalama±std hata). Her sütunda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (P<0,05)

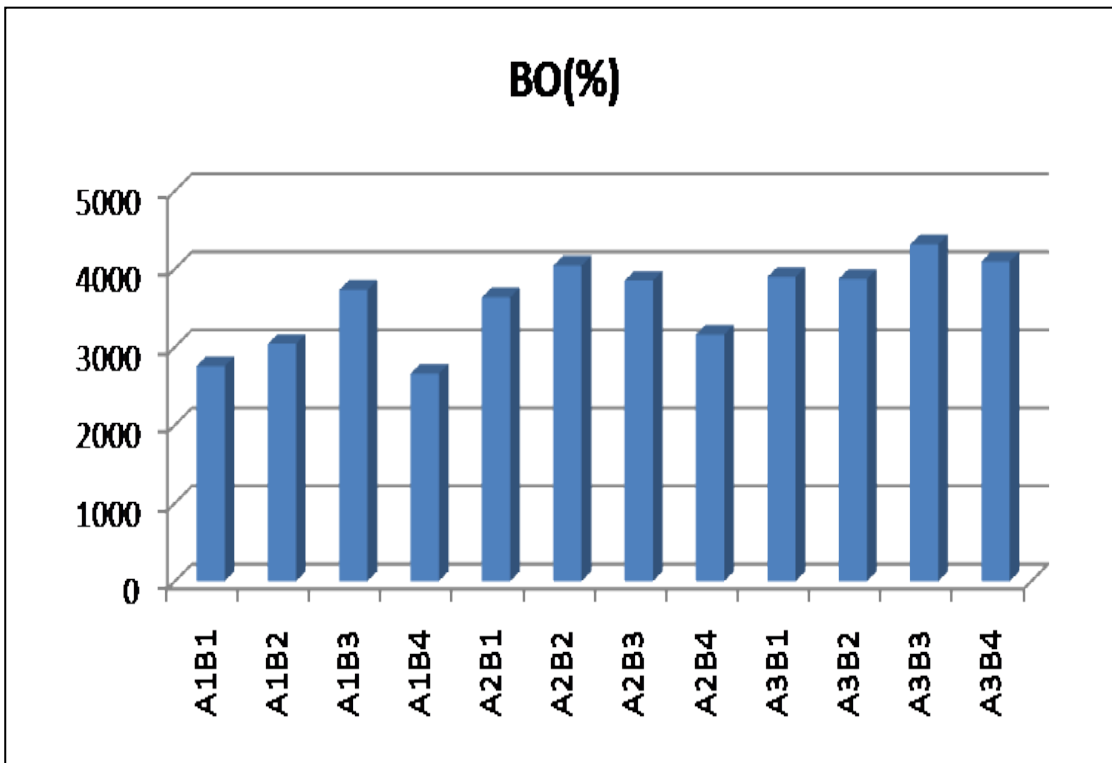
Deneme grupları	YO (%)*	BO (%)	DSSY (adet/ m <sup>3</sup> )	B (g/m <sup>3</sup> )	
A1 (200)	B1 (0)	81,67±9,28 <sup>c</sup>	2765,08±446,78 <sup>ab</sup>	163,30±18,56 <sup>a</sup>	191,17±19,31 <sup>a</sup>
	B2 (40)	80,00±7,64 <sup>dc</sup>	3072,86±304,51 <sup>abc</sup>	160,00±15,28 <sup>a</sup>	207,80±5,90 <sup>a</sup>
	B3 (80)	65,00±7,64 <sup>bcd</sup>	3725,40±93,57 <sup>abcd</sup>	130,00±15,28 <sup>a</sup>	207,67±18,94 <sup>a</sup>
	B4 (150)	61,67±1,67 <sup>abc</sup>	2677,97±282,58 <sup>a</sup>	123,30±3,33 <sup>a</sup>	143,13±16,81 <sup>a</sup>
A2 (400)	B1 (0)	63,33±6,67 <sup>bcd</sup>	3630,16±362,22 <sup>abcd</sup>	253,30±26,67 <sup>bc</sup>	398,93±65,16 <sup>b</sup>
	B2 (40)	69,17±6,01 <sup>cde</sup>	4038,81±385,97 <sup>bcd</sup>	276,70±24,04 <sup>c</sup>	486,83±81,74 <sup>b</sup>
	B3 (80)	65,00±5,00 <sup>bcd</sup>	3839,61±273,54 <sup>bcd</sup>	260,00±20,00 <sup>c</sup>	429,33±26,18 <sup>b</sup>
	B4 (150)	56,25±8,75 <sup>bc</sup>	3201,01±379,09 <sup>abcd</sup>	186,70±28,58 <sup>ab</sup>	242,73±33,82 <sup>a</sup>
A3 (800)	B1 (0)	51,25±1,91 <sup>b</sup>	3914,92±257,12 <sup>bcd</sup>	410,00±15,28 <sup>d</sup>	692,77±59,80 <sup>c</sup>
	B2 (40)	57,92±4,10 <sup>b</sup>	3831,75±311,06 <sup>bcd</sup>	463,30±32,83 <sup>d</sup>	744,77±17,22 <sup>c</sup>
	B3 (80)	50,42±3,63 <sup>b</sup>	4271,66±457,08 <sup>d</sup>	403,30±29,06 <sup>d</sup>	719,0±33,75 <sup>c</sup>
	B4 (150)	37,50±1,44 <sup>a</sup>	4038,78±307,38 <sup>bcd</sup>	300,00±11,55 <sup>c</sup>	513,73±49,16 <sup>b</sup>
<b>İki Yönlü Varyans Analizi</b>					
<b>Stok Yoğunluğu</b>	P< 0,05	P< 0,05	P< 0,05	P< 0,05	
<b>Yem (astaksantin)</b>	P< 0,05	P>0,05	P< 0,05	P< 0,05	
<b>Stok*Yem</b>	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	

YO; yaşama oranı, BO; büyüme oranı, DSSY; deneme sonu stok yoğunluğu, B; biomas

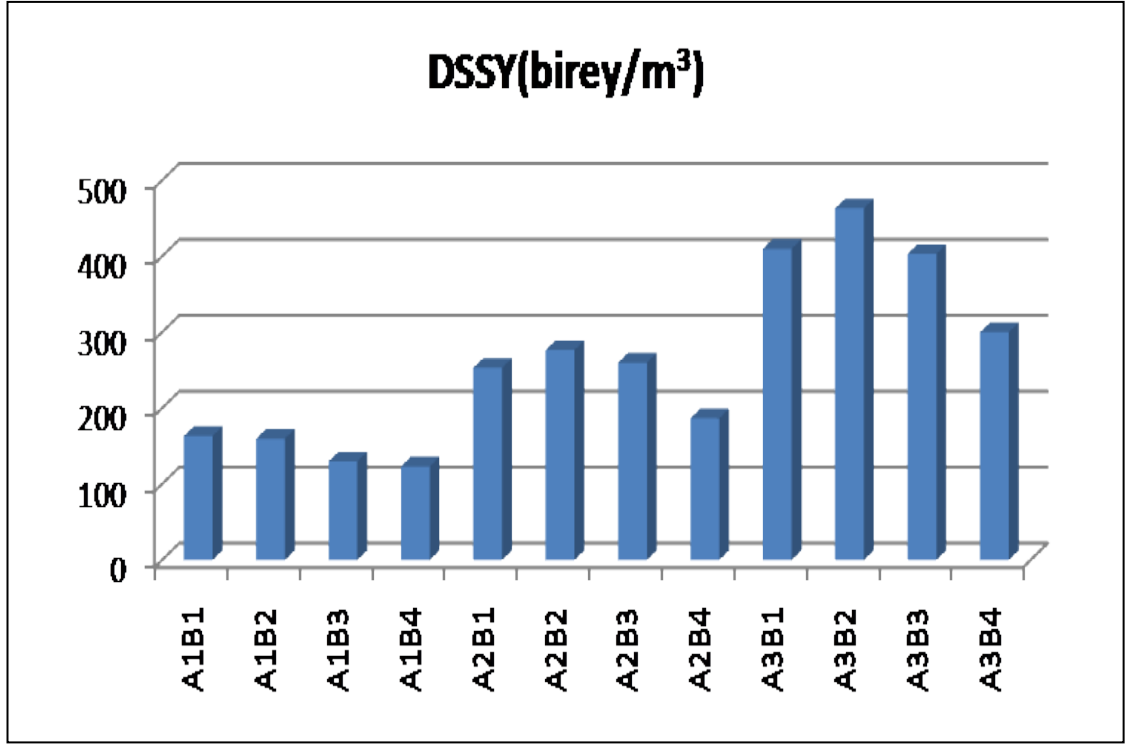
\*\* Yaşama oranı (%) verilerine logaritmik transformasyon uygulanmıştır.



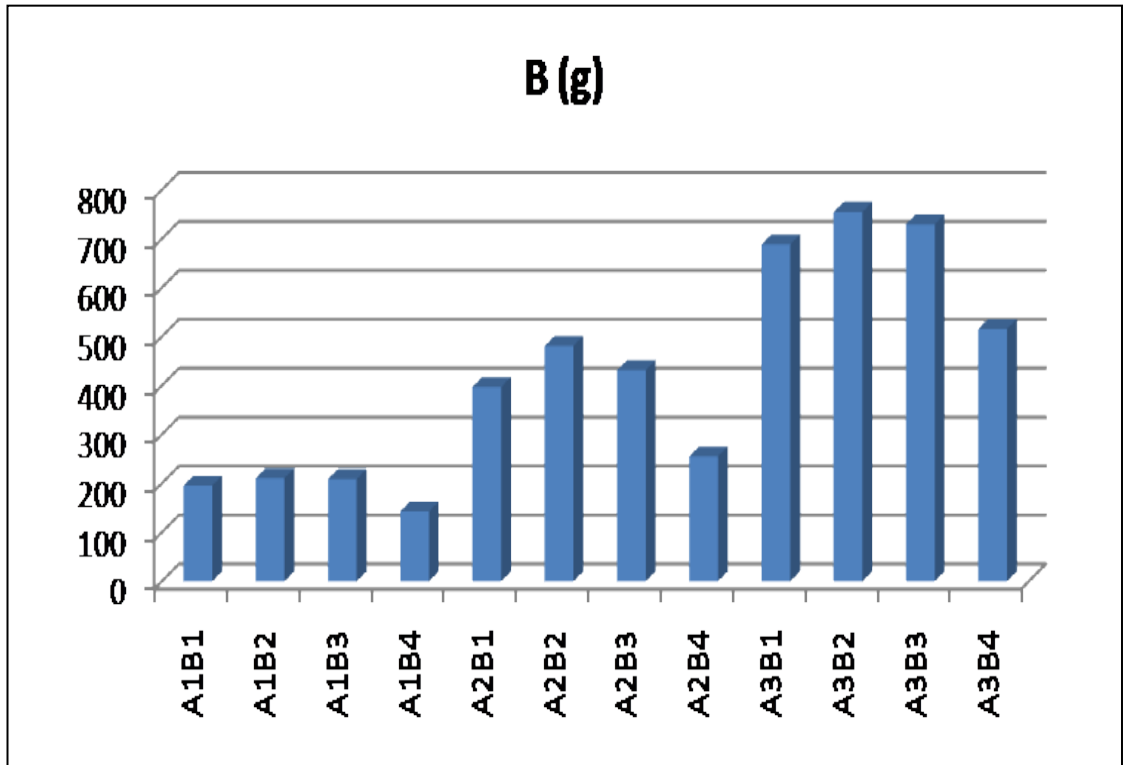
Şekil 4.3. Deneme gruplarında yaşama oranı (YO) değerleri



Şekil 4.4. Deneme gruplarında büyüme oranı (BO) değerleri



Şekil 4.5. Deneme gruplarında deneme sonu stok yoğunluğu (DSSY) değerleri



Şekil 4.6. Deneme gruplarında biomas (B) değerleri

Deneme gruplarında en yüksek canlı ağırlık kazancının (GCAK) değerleri A3B3 ( $0,032\pm 0,004$  g/gün), A3B4 ( $0,030\pm 0,003$  g/gün) ve A2B2 ( $0,030\pm 0,003$  g/gün) gruplarında olduğu görülmüştür. GCAK değerleri bakımından deneme grupları arasında istatistiki açıdan ortaya çıkan farklılığın stok yoğunluğundan kaynaklandığı tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Diğer yandan yemdeki astaksantin ve stok\*yem etkileşiminin GCAK değerlerini etkilemediği belirlenmiştir ( $P>0,05$ ) (Çizelge 4.6, Şekil 4.7).

Ağırlıkça spesifik büyüme oranları (SBO) stok yoğunluğu artışına paralel olarak artış göstermiş ve deneme grupları arasında istatistiki açıdan farklılık ortaya çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Spesifik büyüme oranlarında ortaya çıkan bu farklılığın yemdeki astaksantin seviyesinden kaynaklanmadığı, stok yoğunluğunun etkisi ile gerçekleştiği belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Yemdeki astaksantin oranının SBO üzerine istatistiki açıdan bir etkisi olmamasına rağmen ( $P>0,05$ ); 0, 40, 80 mg/kg astaksantin içeren yemlerle beslenen karideslerde SBO daha yüksek bulunmuştur. En düşük SBO oranları A1B4 ve A2B4 gruplarında tespit edilmişken; A3B4 grubunda ise diğer B4 yemiyle beslenen gruplardan farklı olarak spesifik büyüme oranı bakımından B2 ve B3 yemlerine yakın değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.8).

Deneme gruplarındaki günlük büyüme indeksi (GBİ) değerleri A3B3 ( $\%1,053\pm 0,12$  g/gün), A2B2 ( $\%1,009\pm 0,09$  g/gün), A3B4 ( $\%0,997\pm 0,05$  g/gün) gruplarında diğer gruplara oranla daha yüksek bulunmuştur. En düşük GBİ değerinin A1B4 grubunda olduğu belirlenmiştir. Günlük büyüme indeksi değerleri, gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık göstermiş ( $P<0,05$ ) ve farklılığa yalnızca stok yoğunluğunun etki ettiği tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ) (Çizelge 4.6, Şekil 4.9).

Çizelge 4.6. Deneme sonu gruplarda gözlenen GCAK, SBO, GBİ değerleri (n=3, ortalama± std hata). Her sütunda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir (P<0,05)

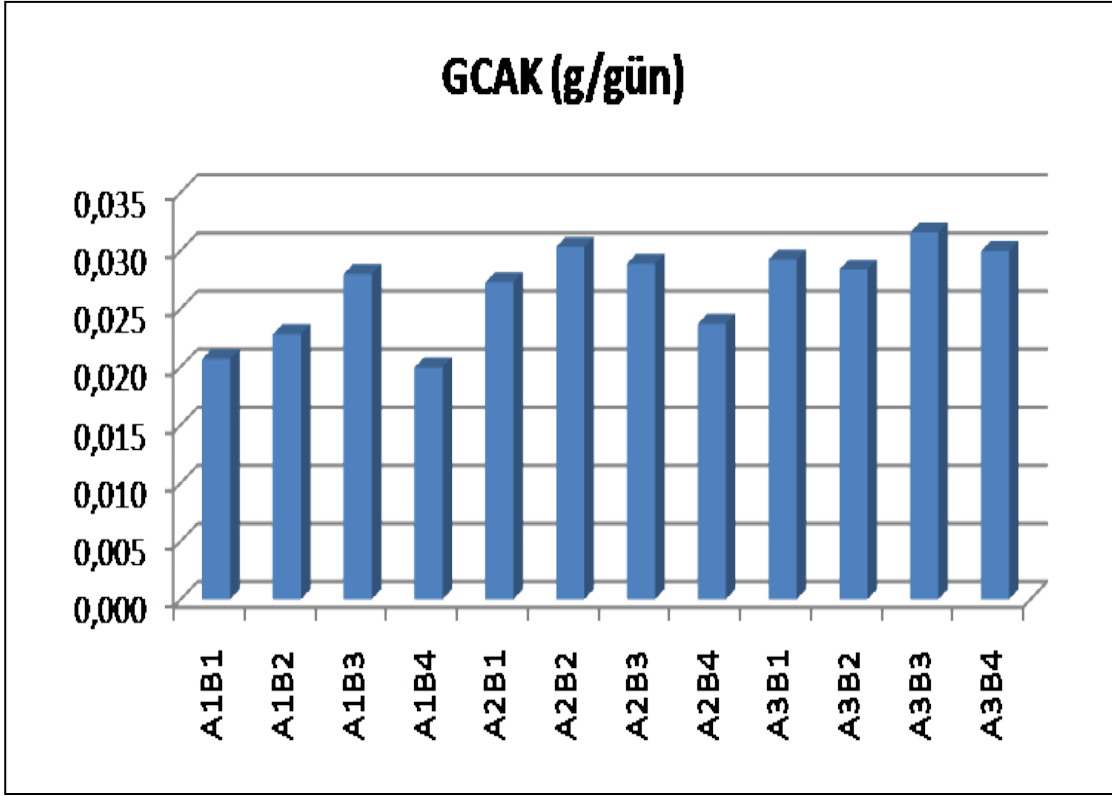
Deneme grupları	GCAK (g/gün)	SBO (% g/gün)	GBİ (% g/gün)	
A1 (200)	B1 (0)	0,021±0,003 <sup>ab</sup>	5,946±0,29 <sup>a</sup>	0,691±0,11 <sup>ab</sup>
	B2 (40)	0,023±0,002 <sup>ab</sup>	6,158±0,16 <sup>ab</sup>	0,761±0,07 <sup>abc</sup>
	B3 (80)	0,028±0,000 <sup>abc</sup>	6,507±0,04 <sup>b</sup>	0,931±0,02 <sup>abcd</sup>
	B4 (150)	0,020±0,002 <sup>a</sup>	5,916±0,19 <sup>a</sup>	0,664±0,07 <sup>a</sup>
A2 (400)	B1 (0)	0,027±0,003 <sup>abc</sup>	6,446±0,17 <sup>ab</sup>	0,908±0,09 <sup>abcd</sup>
	B2 (40)	0,030±0,003 <sup>bc</sup>	6,663±0,16 <sup>b</sup>	1,009±0,09 <sup>cd</sup>
	B3 (80)	0,029±0,002 <sup>bc</sup>	6,576±0,13 <sup>b</sup>	0,965±0,07 <sup>bcd</sup>
	B4 (150)	0,024±0,003 <sup>abc</sup>	6,045±0,23 <sup>ab</sup>	0,722±0,09 <sup>abcd</sup>
A3 (800)	B1 (0)	0,029±0,002 <sup>bc</sup>	6,586±0,12 <sup>b</sup>	0,977±0,05 <sup>bcd</sup>
	B2 (40)	0,028±0,003 <sup>bc</sup>	6,546±0,14 <sup>b</sup>	0,944±0,08 <sup>abcd</sup>
	B3 (80)	0,032±0,004 <sup>c</sup>	6,727±0,18 <sup>b</sup>	1,053±0,12 <sup>d</sup>
	B4 (150)	0,030±0,003 <sup>bc</sup>	6,639±0,13 <sup>b</sup>	0,997±0,10 <sup>cd</sup>
<b>İki Yönlü Varyans Analizi</b>				
<b>Stok Yoğunluğu</b>		P< 0,05	P< 0,05	P< 0,05
<b>Yem (astaksantin)</b>		P>0,05	P>0,05	P>0,05
<b>Stok*Yem</b>		P>0,05	P>0,05	P>0,05

GCAK; günlük canlı ağırlık kazancı

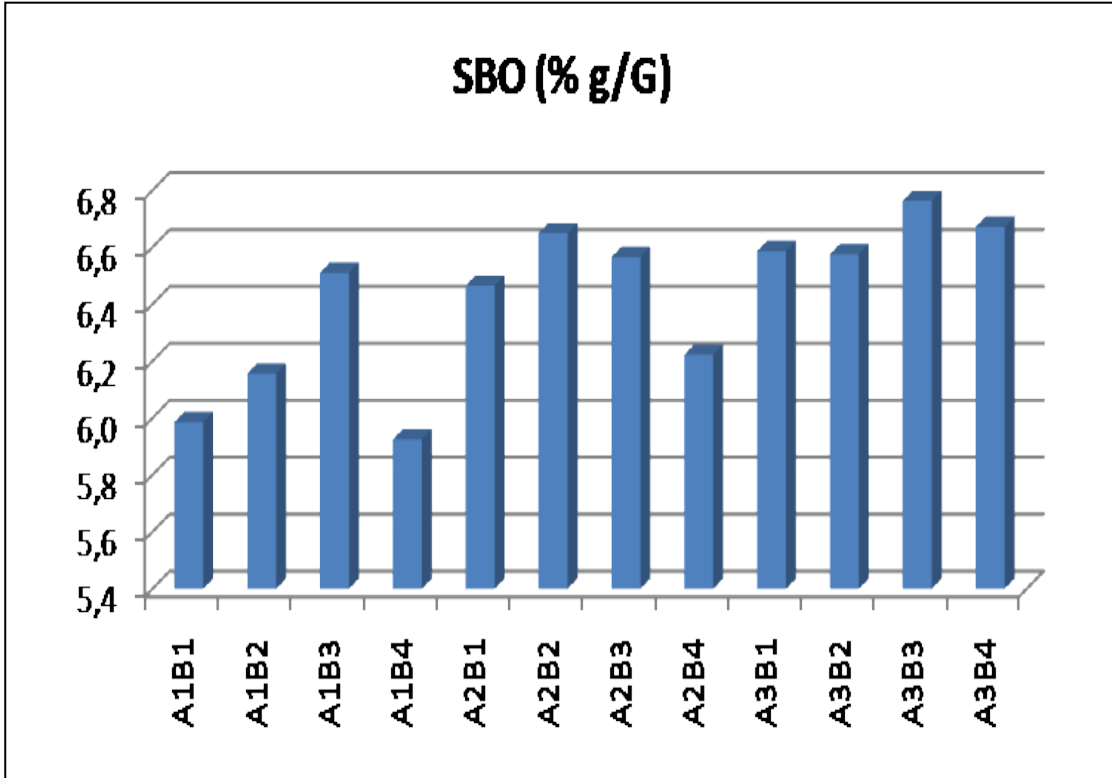
SBO; spesifik büyüme oranı

GBİ; günlük büyüme indeksi

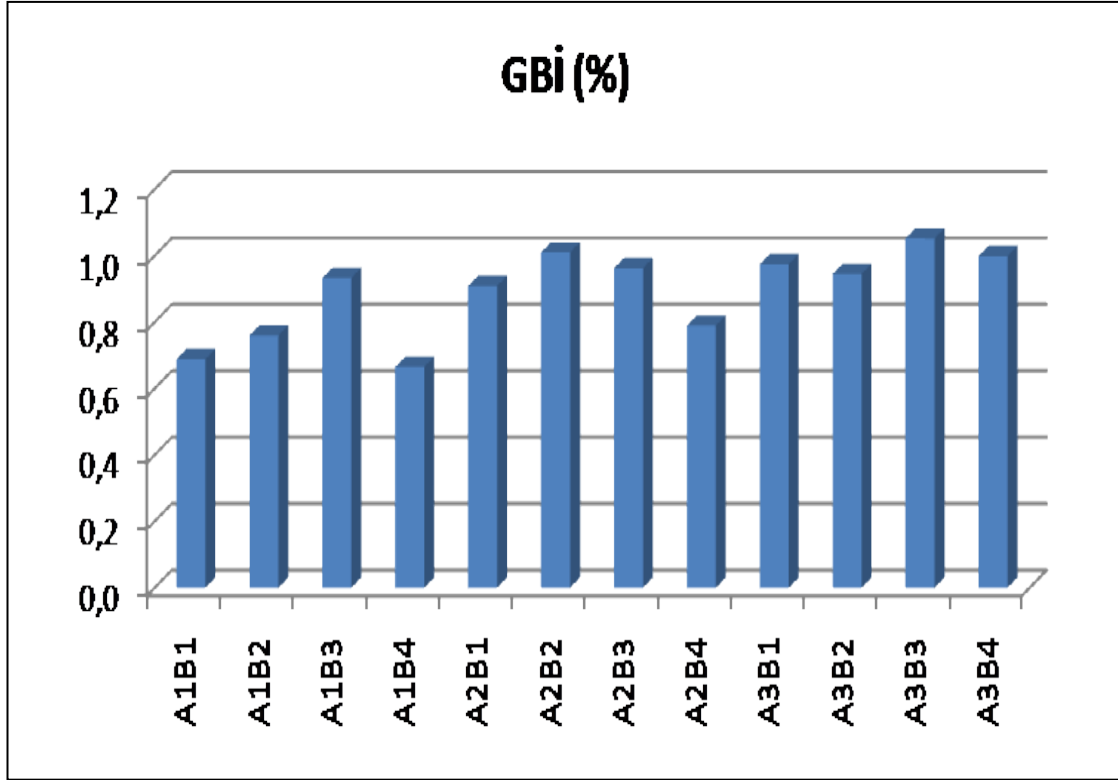




Şekil 4.7. Deneme gruplarında günlük canlı ağırlık kazancı (GCAK) değerleri



Şekil 4.8. Deneme sonu spesifik büyüme oranı (SBO) değerleri



Şekil 4.9. Deneme sonu günlük büyüme indeksi (GBİ) değerleri

#### 4.3. Karides Jüvenillerinde Toplam Antioksidan Kapasitesi ve Metabolitler

Deneme sonunda gruplarda gözlenen TAK (Toplam Antioksidan Kapasitesi) değerlerinin  $2,499 \pm 0,0337$  mg/g (A3B4) ile  $2,627 \pm 0,003$  mg/g (A2B2) arasında değiştiği belirlenmiştir. A2B2 grubundan sonra en yüksek TAK değerlerinin, tüm stoklama oranlarında (A3B3 grubu hariç), B2 ve B3 yemlerinde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. TAK değerleri bakımında gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmuş ve farklılığın hem stok yoğunluğuna hem de yemdeki astaksantin düzeyine bağlı olarak gerçekleştiği gözlenmiştir ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.7, Şekil 4.10).

Deneme grupları, toplam protein miktarları bakımından değerlendirilecek olursa; en yüksek protein miktarına sahip grubun A3B4 ( $2,904 \pm 0,108$  mg/g) olduğu görülmektedir. En düşük toplam protein değerleri ise sırasıyla A1B4 ( $2,396 \pm 0,036$  mg/g), A2B2 ( $2,403 \pm 0,014$  mg/g), A1B3 ( $2,428 \pm 0,016$  mg/g), A2B1 ( $2,447 \pm 0,104$  mg/g) ve A2B4 ( $2,535 \pm 0,066$  mg/g) gruplarında tespit edilmiştir. Gruplarda tespit edilen toplam protein değerleri arasında stok yoğunluğu ve stok\*yem etkileşimine bağlı olarak istatistiki farklılık tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.7, Şekil.11).

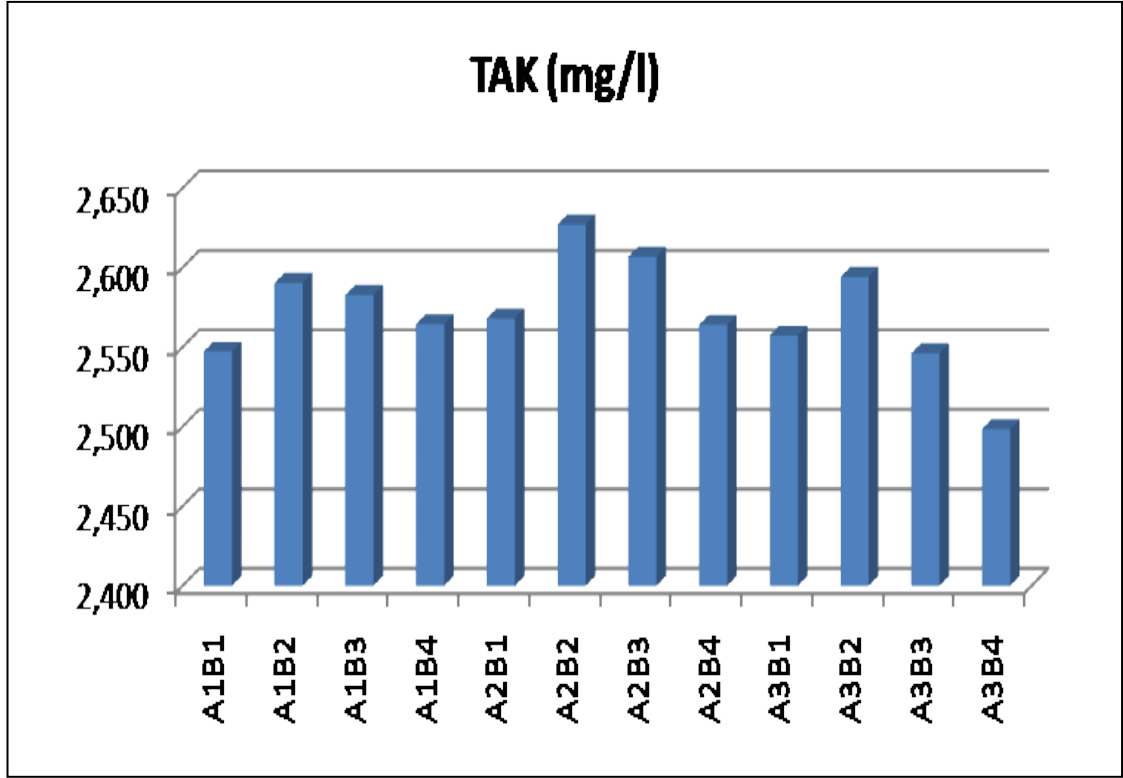
Karideslerin hepatopankreas serbest glikoz değeri en yüksek yine A3B3 ( $0,035 \pm 0,000$  mg/g) grubunda ölçülmüştür. A2B3 ve A3B1 deneme gruplarında serbest glikoz değeri  $0,024 \pm 0,002$  ve  $0,024 \pm 0,001$  mg/g ile eşit ve aynı zamanda da diğer gruplardan düşük bulunmuştur. Yapılan istatistiki değerlendirmelerden elde edilen sonuçlarla, deneme gruplarında ölçülen serbest glikozun gruplara bağlı olarak anlamlı

bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Bu farklılığın yalnızca stok\*yem etkileşiminin kaynaklandığı tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ) (Çizelge 4.7, Şekil 12).

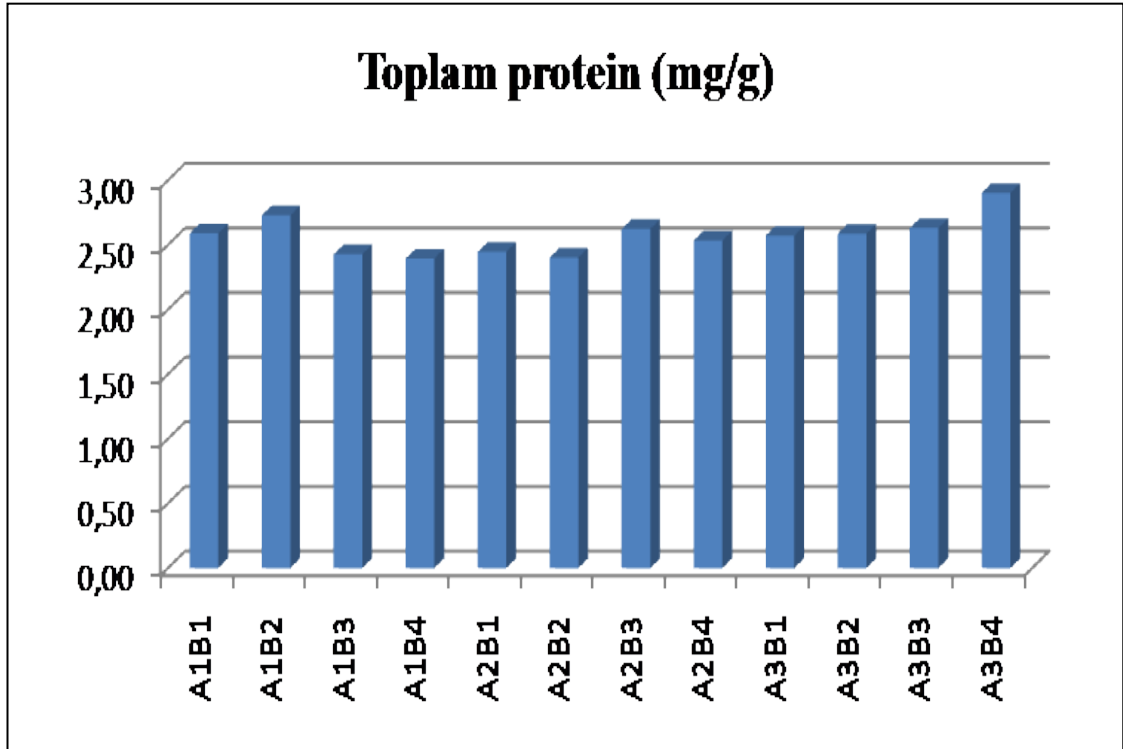
Çizelge 4.7. Deneme sonu gruplarda gözlenen TAK, toplam protein, serbest glikoz değerleri ( $n=3$ , ortalama $\pm$  std hata). Her sütunda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P<0,05$ )

Deneme grupları	TAK (mg/g)	Toplam protein (mg/g)	Serbest glikoz (mg/g)	
<b>A1 (200)</b>	<b>B1 (0)</b>	2,547 $\pm$ 0,013 <sup>ab</sup>	2,590 $\pm$ 0,010 <sup>ab</sup>	0,033 $\pm$ 0,001 <sup>b</sup>
	<b>B2 (40)</b>	2,590 $\pm$ 0,002 <sup>bcd</sup>	2,729 $\pm$ 0,074 <sup>bc</sup>	0,028 $\pm$ 0,005 <sup>ab</sup>
	<b>B3 (80)</b>	2,583 $\pm$ 0,008 <sup>bcd</sup>	2,428 $\pm$ 0,016 <sup>a</sup>	0,034 $\pm$ 0,002 <sup>b</sup>
	<b>B4 (150)</b>	2,565 $\pm$ 0,006 <sup>bc</sup>	2,396 $\pm$ 0,036 <sup>a</sup>	0,033 $\pm$ 0,003 <sup>b</sup>
<b>A2 (400)</b>	<b>B1 (0)</b>	2,268 $\pm$ 0,006 <sup>bc</sup>	2,447 $\pm$ 0,104 <sup>a</sup>	0,031 $\pm$ 0,001 <sup>b</sup>
	<b>B2 (40)</b>	2,627 $\pm$ 0,003 <sup>d</sup>	2,403 $\pm$ 0,014 <sup>a</sup>	0,031 $\pm$ 0,001 <sup>ab</sup>
	<b>B3 (80)</b>	2,607 $\pm$ 0,015 <sup>cd</sup>	2,624 $\pm$ 0,027 <sup>ab</sup>	0,024 $\pm$ 0,002 <sup>a</sup>
	<b>B4 (150)</b>	2,564 $\pm$ 0,040 <sup>bc</sup>	2,535 $\pm$ 0,066 <sup>a</sup>	0,032 $\pm$ 0,000 <sup>b</sup>
<b>A3 (800)</b>	<b>B1 (0)</b>	2,557 $\pm$ 0,021 <sup>bc</sup>	2,573 $\pm$ 0,094 <sup>ab</sup>	0,024 $\pm$ 0,001 <sup>a</sup>
	<b>B2 (40)</b>	2,594 $\pm$ 0,006 <sup>bcd</sup>	2,588 $\pm$ 0,092 <sup>ab</sup>	0,028 $\pm$ 0,002 <sup>ab</sup>
	<b>B3 (80)</b>	2,546 $\pm$ 0,031 <sup>ab</sup>	2,631 $\pm$ 0,145 <sup>ab</sup>	0,035 $\pm$ 0,000 <sup>b</sup>
	<b>B4 (150)</b>	2,499 $\pm$ 0,037 <sup>a</sup>	2,904 $\pm$ 0,108 <sup>c</sup>	0,028 $\pm$ 0,003 <sup>ab</sup>
<b>İki Yönlü Varyans Analizi</b>				
<b>Stok Yoğunluğu</b>	$P< 0,05$	$P< 0,05$	$P>0,05$	
<b>Yem (astaksantin)</b>	$P< 0,05$	$P>0,05$	$P>0,05$	
<b>Stok*Yem</b>	$P>0,05$	$P< 0,05$	$P< 0,05$	

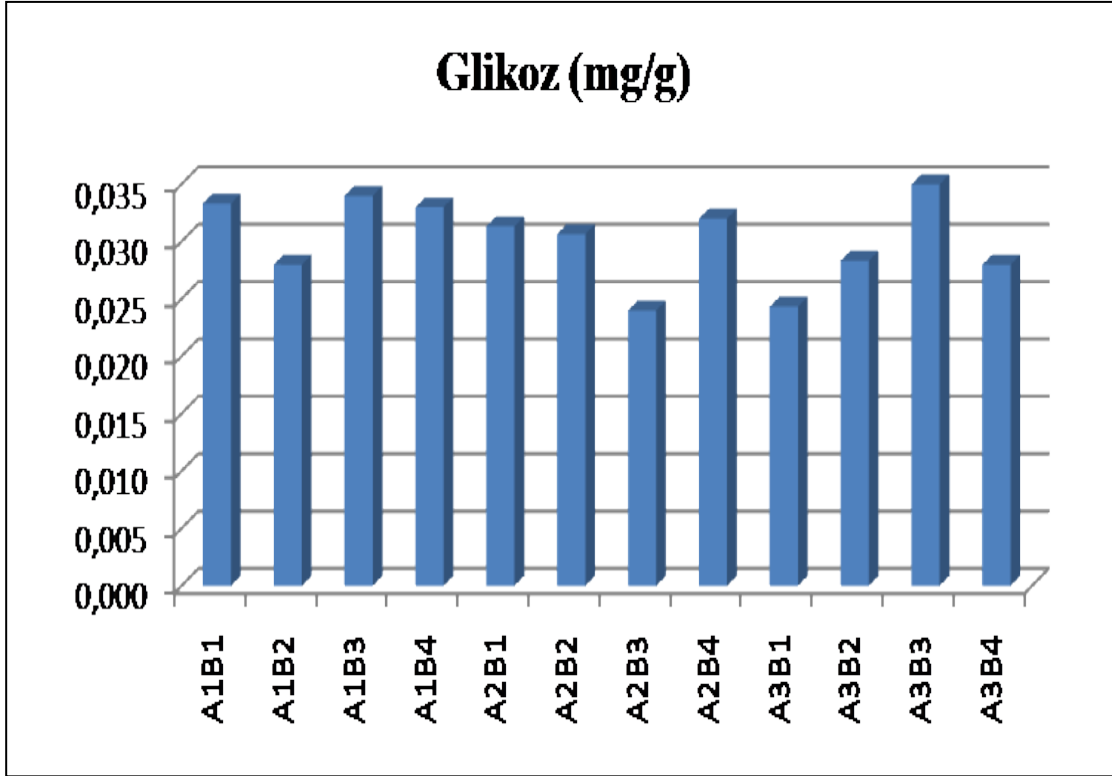
TAK; toplam antioksidan kapasitesi



Şekil 4.10. Deneme gruplarında toplam antioksidan kapasitesi (TAK) değerleri



Şekil 4.11. Deneme gruplarında toplam protein değerleri



Şekil 4.12. Deneme gruplarında serbest glikoz değerleri

#### 4.4. Karides Jüvenillerinde Enzimler

Deneme sonunda stok yoğunluğu, yemin astaksantin düzeyi ve stok\*yem etkileşimine bağlı olarak ALT'nin spesifik aktivitesinin anlamlı şekilde farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Gruplar arasında en düşük ALT aktivite değeri  $0,000\pm 0,000$  U/mg protein ile A3B4'te görülmüştür. Diğer yandan ALT aktivite değeri en yüksek A1 stok gruplarında tespit edilmiştir. Bu değerler sırasıyla  $10,041\pm 0,471$  U/mg protein (A1B1),  $9,284\pm 0,771$  U/mg protein (A1B3),  $7,925\pm 0,940$  U/mg protein (A1B4) ve  $4,519\pm 0,594$  U/mg protein (A1B2) olarak ölçülmüştür. Deneme sonunda ALT spesifik aktivite değerleri bakımından gruplarda gözlenen farklılığın stok yoğunluğu, yemin astaksantin düzeyi ve stok\*yem etkileşimine bağlı olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). (Çizelge 4.8, Şekil 13).

Grupların AST aktivite değerleri incelendiğinde yine A1 stok yoğunluğundaki gruplarda belirgin bir artışın olduğu görülmektedir. Özellikle A1B4 ( $26,082\pm 1,792$  U/mg protein) ve A1B1 ( $22,036\pm 2,168$  U/mg protein) gruplarında AST aktivitesinin diğer gruplara oranla oldukça yüksek bulunmuştur. AST aktivitesinin en düşük olduğu grubun  $1,255\pm 0,012$  U/mg protein değeri ile A3B2 olduğu belirlenmiştir. Deneme stok yoğunluğu, yemin astaksantin düzeyi ve stok\*yem etkileşimine bağlı olarak gruplar arasında ortaya çıkan bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Çizelge 4.8, Şekil 14).

Deneme sonunda SOD'nin spesifik aktivite değeri en düşük A3B4 ( $40,001\pm 1,682$  U/mg protein), en yüksek A2B2 ( $67,469\pm 3,158$  U/mg protein)

gruplarında tespit edilmiştir. SOD spesifik aktivite değerleri stok yoğunluğuna bağlı olarak değerlendirildiğinde; en yüksek SOD değeri A1 stok grupları ile A2B2 grubunda hesaplanmıştır. A3 gruplarında ise SOD aktivite değeri B1 yeminde daha yüksek bulunmuştur. Deneme grupları arasında gözlenen bu farklılığa stok yoğunluğu, yem ve stok\*yem etkileşiminin neden olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ) (Çizelge 4.8, Şekil 4.5).

Çizelge 4.8. Deneme sonu gruplarda gözlenen ALT, AST, SOD değerleri ( $n=3$ , ortalama $\pm$  std hata). Her sütunda ortalamalarda gösterilen farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P<0,05$ )

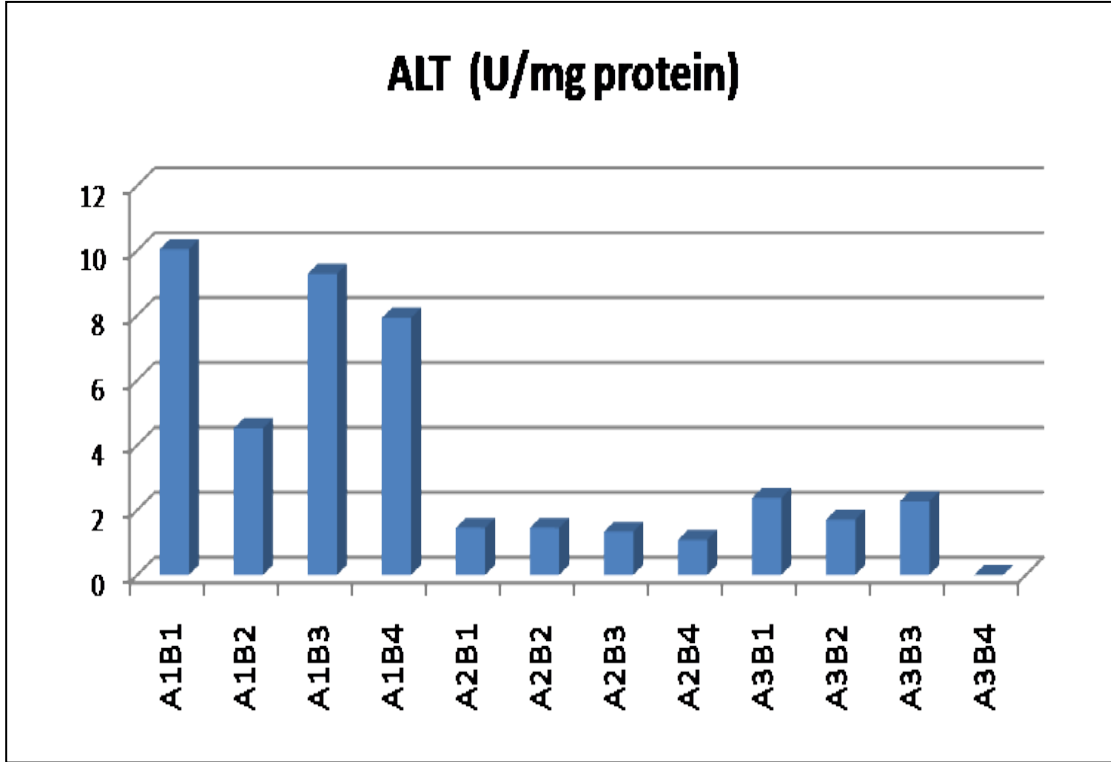
Deneme grupları		ALT (U/mg protein)	AST (U/mg protein)	SOD (U/mg protein)
A1 (200)	B1 (0)	10,041 $\pm$ 0,471 <sup>e</sup>	22,036 $\pm$ 2,168 <sup>fg</sup>	58,388 $\pm$ 3,275 <sup>cde</sup>
	B2 (40)	4,519 $\pm$ 0,594 <sup>c</sup>	6,591 $\pm$ 0,812 <sup>d</sup>	66,824 $\pm$ 8,116 <sup>e</sup>
	B3 (80)	9,284 $\pm$ 0,771 <sup>de</sup>	18,320 $\pm$ 0,740 <sup>f</sup>	59,624 $\pm$ 2,713 <sup>cde</sup>
	B4 (150)	7,925 $\pm$ 0,940 <sup>d</sup>	26,082 $\pm$ 1,792 <sup>g</sup>	63,358 $\pm$ 1,225 <sup>e</sup>
A2 (400)	B1 (0)	1,455 $\pm$ 0,297 <sup>ab</sup>	7,312 $\pm$ 0,716 <sup>d</sup>	50,675 $\pm$ 0,884 <sup>bc</sup>
	B2 (40)	1,455 $\pm$ 0,185 <sup>ab</sup>	10,407 $\pm$ 0,640 <sup>e</sup>	67,469 $\pm$ 3,158 <sup>e</sup>
	B3 (80)	1,334 $\pm$ 0,004 <sup>ab</sup>	5,721 $\pm$ 0,678 <sup>d</sup>	50,175 $\pm$ 2,583 <sup>bc</sup>
	B4 (150)	1,083 $\pm$ 0,030 <sup>ab</sup>	2,844 $\pm$ 0,329 <sup>bc</sup>	62,210 $\pm$ 2,439 <sup>de</sup>
A3 (800)	B1 (0)	2,373 $\pm$ 0,756 <sup>b</sup>	3,271 $\pm$ 0,442 <sup>c</sup>	61,961 $\pm$ 1,895 <sup>de</sup>
	B2 (40)	1,712 $\pm$ 0,387 <sup>ab</sup>	1,255 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>	47,591 $\pm$ 1,632 <sup>ab</sup>
	B3 (80)	2,274 $\pm$ 0,837 <sup>b</sup>	10,925 $\pm$ 1,828 <sup>e</sup>	52,009 $\pm$ 3,225 <sup>bcd</sup>
	B4 (150)	0,000 $\pm$ 0,000 <sup>a</sup>	2,189 $\pm$ 0,283 <sup>b</sup>	40,001 $\pm$ 1,682 <sup>a</sup>
<b>İki Yönlü Varyans Analizi</b>				
<b>Stok Yoğunluğu</b>		P< 0,05	P< 0,05	P< 0,05
<b>Yem (astaksantin)</b>		P< 0,05	P<0,05	P<0,05
<b>Stok*Yem</b>		P< 0,05	P< 0,05	P< 0,05

\*\* AST ve SOD verilerine logaritmik transformasyon uygulanmıştır.

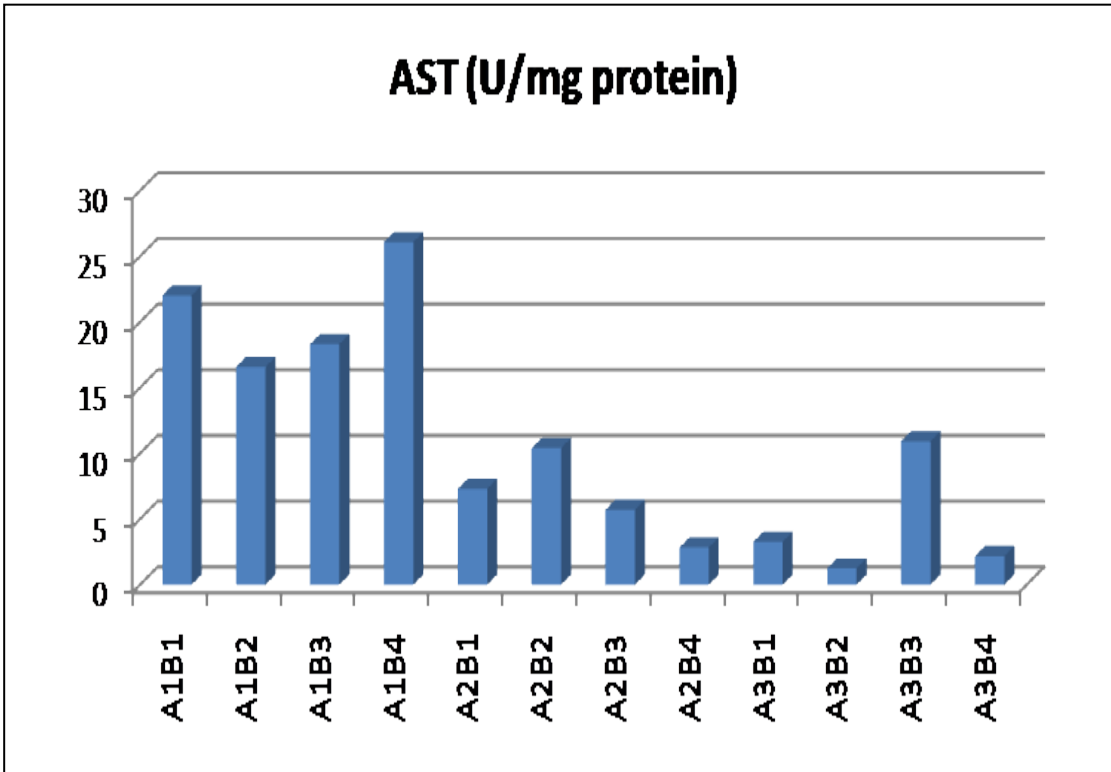
AST; aspartat aminotransferaz

ALT; alanin aminotransferaz

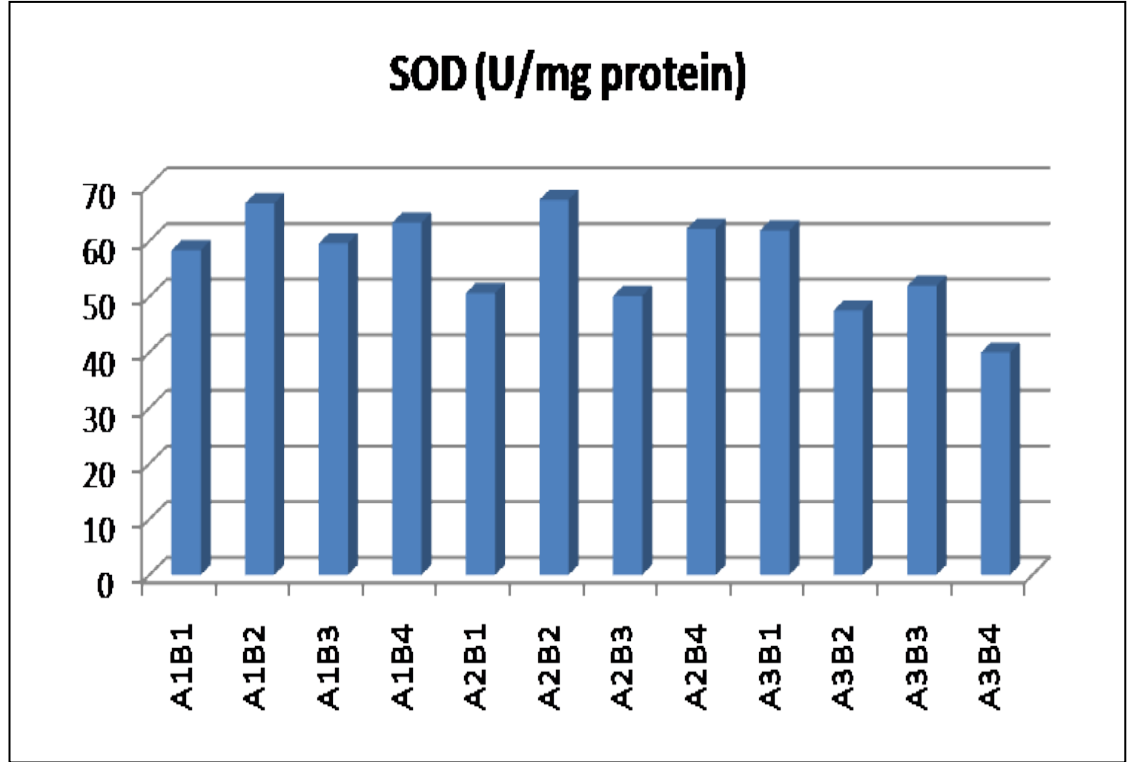
SOD; süperoksit dismutaz



Şekil 4.13. Deneme gruplarında alanin aminotrasferaz (ALT) değerleri



Şekil 4.14. Deneme gruplarında aspartat aminotransferaz (AST) değerleri



Şekil 4.15. Deneme gruplarında süperoksit dismutaz (SOD) değerleri



## 5. TARTIŞMA

Araştırmamızda, farklı stoklama yoğunluklarında yetiştirilen beyaz karides juvenillerinin yaşama oranı, büyüme performansı ve bazı stres faktörleri üzerine astaksantin ilaveli yemlerin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Denememiz, 3 farklı stoklama yoğunluğunda (200, 400, 800 birey/m<sup>3</sup>) gerçekleşmiştir. Karideslerin ön semirtme döneminde farklı stoklama yoğunlukları kullanılarak yapılan çalışmalarda, genellikle stoklama yoğunluğunun karideslerin yaşama oranı, bazı büyüme parametreleri vb. üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar, karides türüne ve deneme koşullarına bağlı olarak birbirinden epey farklı stoklama oranlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar tarafından tercih edilen stoklama oranları 100-100000 adet/m<sup>3</sup>(Boonyaratpalin vd 2001, Appelbaum vd 2002, Sellars vd 2004, Coman vd 2004, Nga vd 2005, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Arnold vd 2006b, Mishra vd 2008, Arnold vd 2009, Gopikrishna vd 2011) veya 17-1556 adet/m<sup>2</sup>(Moss ve Moss 2004, Coman vd 2004, Yusufzai ve Singh 2005, Neal vd 2010, Zhang vd 2010, Sookying vd 2011) gibi çok çeşitli olsa da, temelde yetiştiricilik koşullarında maksimum ürünün alınması hedeflenmektedir. Araştırmamızda belirlenen stoklama oranları, denemenin mikroalg ve yapay substrat olmayan tank ortamında sürdürüleceği göz önüne alınarak oluşturulmuştur.

Özellikle son yıllarda, karides yetiştiriciliğinin farklı dönemlerinde, farklı karotenoid türleri ve oranlarıyla yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Doğal ortamlarından uzak koşullarda üretilen karideslerin, sağlıklı yetiştiricilik sürecinden geçmelerinin sağlanmasında astaksantin ve/veya diğer karotenoidlerin etkisinin belirlenmesi yönelik yapılan çalışmalarda genellikle yemlere 25 ile 400 mg/kg arasında değişen oranlarda karotenoid ilave edilmiştir (Liao vd 1993, Pan vd 2001, Supamattaya vd 2005, Flores vd 2007, Flores vd 2008, Niu vd 2009, Ju vd 2011). Araştırmamızda, deneme grupları oluşturulurken farklı stoklama oranları ile beraber yemin astaksantin içeriği de dikkate alınmıştır. Karideslerin beslenmesi amacıyla kullanılan yem 4 farklı oranda (0, 40, 80, 150 mg/kg) astaksantin içermektedir. Böylece hem stoklama oranları hem de yemde bulunan astaksantin düzeyine bağlı olarak karides juvenillerinin bazı büyüme parametreleri, yaşama oranları, stres faktörleri üzerine etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Denememiz süresince gruplarda ölçülen ortalama su parametre değerleri optimum düzeyde tutulmaya çalışılmıştır. Deneme gruplarında pH 7.91-8.01, sıcaklık 25.0-26.5 °C, çözülmüş O<sub>2</sub> 4.78-5.60 mg/l arasında ölçülmüştür. Yapılan diğer bazı çalışmalarda su parametre değerleri, 25-29,8°C su sıcaklığı, 4,42-5,1 mg/l çözülmüş O<sub>2</sub>, 7,8-8,0 pH olarak ölçüldüğü bildirilmektedir (Appelbaum vd 2002, Moss ve Moss 2004, Arnold vd 2006a).

Araştırmamızda amonyum azotu ve nitrit-nitrat azotu değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla deneme süresince 4 farklı dönemde tank suyu örnekleri alınmış ve analiz edilmiştir. Yapılan bu analizler sonucunda deneme gruplarına ve dönemlere bağlı olarak herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Nga vd (2005) ise yaptıkları çalışmada azotlu bileşiklerin zamana bağlı olarak arttığını söylemektedirler. Araştırmacılar, amonyumun ilk 2 hafta yüksek seyrettiğini ve yine bu dönem içerisinde ile

8,5 mg/lit en yüksek konsantrasyona ulaştığını belirlemişlerdir. Nitritin 2. haftadan sonra (1,7 mg/lit); nitratın ise 4. haftadan sonra (2,1 mg/lit) yükseldiğini belirlemişlerdir. Arnold vd (2006b)'nin yaptıkları çalışmada da azotlu bileşiklerin zamana bağlı olarak artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Araştırmamızda, ölçülen amonyum ve nitrit-nitrat değerlerinin gruplarda ve farklı örnekleme dönemlerinde benzer ve toksik etki düzeyinin altında olmasında, deneme tanklarındaki günlük su değişiminin yeterli olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Deneme sonunda final ağırlığı (FA) değerlerinin, gruplara bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek FA değeri A3B3 grubunda, en düşük FA değeri ise A1B4 grubunda tespit edilmiştir. Genel olarak deneme grupları stok yoğunluğu açısından değerlendirildiğinde stok yoğunluğu yüksek olan gruplarda (A2, A3) (A2B4 grubu hariç) FA değerleri yüksek bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarla karşılaştırıldığında farklılık göstermektedir. Farklı karides türleri ile yapılan bu çalışmalarda genel olarak stok yoğunluğunun artmasıyla beraber karideslerin ortalama ağırlıklarında düşüş gerçekleştiği bildirilmektedir (Appelbaum vd 2002, Moss ve Moss 2004, Arnold vd 2006a, Arnold vd 2006b, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Neal vd 2010, Sookying vd 2011, Gopikrishna vd 2011). Araştırmamızda elde edilen sonuçlara bağlı olarak, denemedeki yüksek stoklama oranlarının karides büyümesini sınırlandıracak düzeyde olmadığı düşüncesini taşımaktayız. Bunun yanı sıra yüksek stoklama oranı bulunan gruplarda, bireyler arasında ortaya çıkan beslenme rekabetinin, bu gruplardaki karideslerin yem alımlarını arttırmış olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda karideslerin beslenmesi amacıyla uygulanan "serbest yemleme" yönteminin de stok yoğunluğu yüksek gruplarda ortalama ağırlıkların yüksek bulunmasını etkilemiş olması ihtimalini ortaya çıkarmaktadır.

Yemdeki astaksantin düzeyine göre FA değerlerinin değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, en iyi ağırlıkça büyüme B3 yem grubunda olduğu belirlenmiştir. Yem grupları arasında en düşük FA değerleri ise B4 yem grubunda (150 mg/kg) bulunmuştur. Araştırma sonuçları, yemdeki astaksantin oranının FA değerlerini etkilemediğini göstermiş olsa da, yemin astaksantin düzeyinin, artmasının ağırlıkça büyümeyi negatif yönde etkileyebileceğini ortaya çıkartmaktadır. Çalışmamızla benzer olarak Boonyaratpalin vd (2001) *P. monodon*'nun deneme sonu ağırlık artışında karotenoidlerin etkisinin olmadığını bildirmektedirler. Göçer vd (2006) yemdeki karotenoid kaynaklarına bağlı olarak karideslerin final ağırlıklarının değişmediğini belirlemişlerdir. Diğer yandan Kumar vd (2009), *Macrobrachium rosenbergii*'nin ağırlık artışında 200 mg/kg astaksantin etkili olduğunu söylemektedirler. Niu vd (2011) ise *P. monodon* için ağırlık bakımından en iyi büyümenin %0,1 astaksantin+ %1 kolesterol içeren yemle beslenen gruplarda gözlendiğini bildirmektedirler.

Genellikle büyüme ağırlık artışıyla beraber ilişkilendirilse de deneme sonunda boyca büyümenin tespit edilerek gruplara göre farklılık ortaya konmaya çalışılmıştır. Deneme final boy (FB) değerleri de stok yoğunluğu artışından pozitif yönde etkilenmiştir. En yüksek ortalama boy değerleri A3B3 grubunda tespit edilmekle beraber deneme yemi astaksantin düzeyinin FB değerleri üzerine istatistiki açıdan bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Araştırma sonunda, deneme gruplarındaki yaşama oranlarının stok yoğunluğundaki artışla ters orantılı olarak azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Yaşama oranı değerleri, stoklama yoğunluğu en düşük grup olan A1B1 grubunda (%81,67±16,07) yüksek bulunmuştur. En düşük yaşama oranı ise A3B4 (%37,50±2,50) grubunda tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar, daha önce *L. vannamei*, *P. monodon*, *P. japonicus* türleri ile yapılan çalışmalara benzerlik göstermektedir (Appelbaum vd 2002, Coman vd 2004, Yusufzai ve Singh 2005, Nga vd 2005, Neal vd 2010, Gopikrishna vd 2011). *L. vannamei*, *P. monodon*, *P. esculentus*, *P. semisulcatus* türleri ile yapılan diğer bazı çalışmalarda ise stoklama oranının yaşama oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle yapay substrat kullanılan çalışmalarda stoklama yoğunluğunun karideslerin yaşama oranını etkilemediği sonucuna varmışlardır (Moss ve Moss 2004, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Arnold vd 2006a, Arnold vd 2006b, Arnold vd 2009, Sookying vd 2011). Diğer yandan yetiştiricilik ortamında stok yoğunluğu ve yetiştiricilik sürelerindeki artışının karideslerde morfolojik hasarları arttırdığı bildirilmektedir (Sellars vd 2004).

Deneme gruplarındaki yaşama oranları, yemin astaksantin içeriğine bağlı olarak değerlendirildiğinde, astaksantin düzeyi 40 mg/kg olan yemlerle beslenen grupların yaşama oranlarını arttırdığı belirlenmiştir. Diğer yandan, 0 ve 80 mg astaksantin içeren yem gruplarının yaşama oranı değerlerinin 40 mg/kg astaksantin içeren yem gruba benzer olduğu; 150mg/kg astaksantin içeren yem gruplarında ise yaşama oranının diğer gruplardan düşük olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarımıza benzer olarak, karideslerin ön semirtme dönemlerinde karatenoidlerin (doğal veya sentetik astaksantin) ya da çeşitli karotenoid kaynaklarının (*dunaliella* ekstraktı ile *Nannochloropsis sp.*) yaşama oranı üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirilmektedir (Chien vd 2003, Supamattaya vd 2005, Göçer vd 2006, Ju vd 2009). Yine değişik karides türleri ile yapılan çalışmalarda yeme ilave edilen astaksantin karideslerin yaşama oranı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Pan vd 2001, Boonyaratpalin vd 2001, Pan vd 2003b, Chien ve Shiau 2005, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Flores vd 2007, Kumar vd 2009, Ju vd 2011). Denememizden elde edilen sonuçlardan farklı olarak Niu vd (2009) 200 mg/kg astaksantin *L. vannamei* juvenillerinde yaşama oranını yükselttiğini bildirmektedirler. Araştırmamız, yeme ilave edilen astaksantin 80 mg/kg düzeyine kadar karideslerin yaşama oranını iyileştirdiği, yemde bulunan astaksantin düzeyinin 80 mg/kg'ın üzerine çıkartılmasının ise yaşama oranını pozitif yönde etkilemediğini göstermektedir.

Deneme sonunda büyüme oranı (%) değerlerinin stok yoğunluğundaki artışla beraber artma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmamızda en yüksek büyüme oranı (%) 4271,66±457,08 ile A3B3 grubunda tespit edilmiş ve gruplar arasında istatistiki olarak farklılık bulunmuştur. Diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda ise karideslerin stok yoğunluğundaki artışın büyüme oranlarını düşürdüğü belirtilmektedir (Appelbaum vd 2002, Coman 2004, Nga vd 2005, Yusufzai ve Singh 2005, Arnold vd 2006a, Arnold vd 2006b, Sookying vd 2011, Gopikrishna vd 2011). Genel olarak, stoklama yoğunluğundaki artışla beraber birey başına düşen alanın azalması ve bu durumun karidesler üzerinde yaratabileceği stres faktörlerinin büyüme oranlarını düşürmesi beklenmektedir. Ancak Arnold vd (2009), *P. monodon* türü karideste gerçekleşen büyüme oranına stok yoğunluğunun herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmektedirler. Moss ve Moss (2004) stok yoğunluğu ve karides büyümesi arasındaki

negatif ilişkinin, karides davranışları, tank tabanı, su kalitesi, yem alımı vb. nedenlerden kaynaklanabileceğini belirtmektedirler. Yem alımı, su ve tank koşulları optimize edilirse stok yoğunluğunun artışı ile beraber büyümenin yavaşlaması arasındaki negatif ilişkinin engellenebileceği sonucuna varmışlardır. Dolayısıyla yetiştiricilik periyodu süresince ortam koşullarının optimum değerlerde tutulmasıyla, yüksek stoklama oranlarında büyüme artışı ve beraberinde de birim alandan elde edilen ürün miktarında da artış sağlanabilecektir. Araştırmamızda, yüksek stoklama oranına sahip gruplarda tespit edilen yüksek büyüme oranı, karideslerin optimum yada optimuma yakın fiziksel koşullarda tutulduğunu göstermektedir. Diğer yandan A3 stoklama oranında tercih edilen stok yoğunluğunun karides büyümesini baskılamadığı ve bireyler arasındaki beslenme rekabetine bağlı etkileşime neden olduğunu düşünmekteyiz.

Deneme gruplarındaki büyüme oranı (%) değerleri arasında yeme bağlı olarak istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır. İstatistiki olarak deneme grupları arasında bir farklılık bulunmamasına rağmen, yemdeki astaksantin düzeyinin artmasıyla (150 mg/kg haricinde), büyüme oranlarında da artış tespit edilmiş ve en iyi büyüme oranı B3 yem grubunda bulunmuştur. Ju vd (2011), *Litopenaeus vannamei*; Göçer vd (2006) *P. semisulcatus*; Pan vd (2001), Boonyaratpalin vd (2001) *P. monodon* ile yaptıkları çalışmalarda, araştırmamızda elde edilen sonuçlara benzer şekilde astaksantin büyüme etkilemediğini belirlemişlerdir. Ancak bazı araştırmacılar, astaksantin karides büyümesi üzerine olumlu etkilerinin olduğunu belirtmektedirler (Supamattaya vd 2005). Chien vd (2003), *P. monodon*; Flores vd (2007), *Litopenaeus vannamei* yemlerine ilave edilen 80 mg/kg astaksantin ile en yüksek büyüme oranına ulaşıldığını tespit etmişlerdir. Niu vd (2009) ise, 100-200 mg/kg astaksantin büyüme olumlu yönde düzenlediğini bildirmektedirler. Araştırmalarda, yemdeki astaksantin düzeyinin büyüme oranları üzerindeki etkisiyle ilgili ortaya çıkan bu farklılıkların, çalışmalardaki diğer faktörlerden kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Deneme grupları, DSSY değerleri bakımından karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir. Her ne kadar stok yoğunluğu yüksek olan gruplarda yaşama oranı düşük bulunsada, stoklama oranları arttıkça m<sup>3</sup>'ten elde edilen birey sayısının yükseldiği görülmüştür. Dolayısıyla en yüksek DSSY değerinin A3B2 grubunda olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan A3B4 (300,00±20,00 adet/m<sup>3</sup>) grubunda DSSY değeri ise A2 gruplarıyla benzerlik göstermiştir. Deneme yeminin astaksantin içeriği de DSSY değerleri üzerine etkili olmuştur. Deneme sonu stok yoğunluğu değerleri 0, 40 ve 80 mg/kg astaksantin içeren yemle beslenen gruplarda benzer bulunmuştur. Astaksantin içeriği 150 mg/kg olan yem gruplarının ise DSSY bakımından diğer gruplardan düşük performans gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmamız sonunda DSSY değerleri, bu konuda yapılan diğer bazı çalışmalarla da benzerlikler göstermektedir. Yapılan bu çalışmalarda genel olarak, stoklama yoğunluğu artışı ile beraber hasatta elde edilen birey sayısının da arttığı belirlenmiştir (Moss ve Moss 2004, Al-Ameeri ve Cruz 2006, Arnold vd 2006b, Arnold vd 2009, Neal vd 2010, Sookying vd 2011). Arnold vd (2006a) ise farklı stoklama oranlarının deneme sonu birey sayıları üzerinde etkili olmadığını söylemektedirler.

Araştırmamızda deneme gruplarının biomas değerleri istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Deneme gruplarındaki biomas değerlerinin genel olarak stok yoğunluğundaki artışla beraber arttığı gözlemlenmiştir. FA ve DSSY değerlerinin stok

yoğunluğu artışıyla artması, biomas değerlerini de benzer şekilde etkilemiştir. Biomas değerleri yemin astaksantin içeriğine bağlı olarak değerlendirildiğinde, 0, 40 ve 80 mg/kg astaksantin içeren yemle beslenen grupların biomas değerleri birbirine benzer bulunmuştur. Diğer yandan A2B4 grubu biomas değerleri A1 stoklama gruplarına, A3B4 ise A2 stoklama gruplarına benzer sonuçlar vermiştir. Bu durumun B4 yeminden kaynaklandığını ve genel olarak tüm gruplarda B4 yeminin biyomas değerlerini olumsuz etkilediğini söyleyebiliriz. Araştırmamızda bulduğumuz sonuçlara benzer olarak *P. monodon* türü karideste stok yoğunluğu artışıyla beraber biomas değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir (Arnold vd 2006b, Arnold vd 2009, Sookying vd 2011). Arnold vd (2006a) ise deneme sonunda elde ettikleri biomas değerlerinin, düşük stok yoğunluğu bulunan gruplarda (2.52 kg/m<sup>3</sup>) yüksek stok yoğunluğu bulunan gruplara (2.49 kg/m<sup>3</sup>) oranla yüksek bulunduğunu bildirmektedirler. Ancak araştırmacılar, tespit ettikleri bu biomas değerleri bakımından grupların birbirine benzerlikler gösterdiğini belirlemişlerdir.

Çalışmamızda, ağırlıkça spesifik büyüme oranı (%SBO) değerlerinin stok yoğunluğundaki artışla birlikte artma eğilimi gösterdiği ve gruplar arasında istatistiki farklılık bulunduğu tespit edilmiştir. Farklı stoklama oranlarında karides juvenilleriyle yapılan çalışmalarda spesifik büyüme oranının düşük stoklama yoğunluğunda daha yüksek olduğu bildirilmektedir. (Appelbaum vd 2002, Yusufzai ve Singh, 2005). Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında ağırlıkça spesifik büyüme oranı bakımında ortaya çıkan bu farklılığa yine karideslerin beslenme davranışlarının yol açmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Yemdeki astaksantin oranının SBO üzerine istatistiki açıdan bir etkisi olmamasına rağmen; her üç stoklama oranında da 0, 40 ve 80 mg/kg astaksantin içeren yem daha etkili olmuştur. Diğer yandan A3 stoklama oranında 150 mg/kg astaksantin içeren yemin de karideslerin spesifik büyüme oranını arttırdığı belirlenmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde; Niu vd (2009), SBO değerlerini kontrol grubu (0 mg/kg astaksantin) dışındaki tüm gruplarda (100, 200, 400 mg/kg astaksantin) daha yüksek bulmuşlardır. Göçer vd (2006) ise farklı karotenoid kaynaklarının SBO üzerinde etkisi olmadığını belirlemişlerdir.

Deneme gruplarında en yüksek günlük canlı ağırlık kazancı (GCAK g/gün) değerleri yine stok yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Gruplar arasında stok yoğunluğu arttıkça GCAK değerleri de artmıştır. Deneme yemi astaksantin düzeyinin GCAK üzerine istatistiki olarak herhangi bir etkisinin bulunmamasına karşın, her üç stoklama yoğunluğunda da B3 grubu yem ile beslenen karideslerin GCAK değerlerinin diğer gruplardan yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler, 150 mg/kg astaksantin içeren yemin GCAK değerleri bakımından diğer yem gruplarından düşük performans gösterdiği tespit edilmiştir. Appelbaum vd (2002), *Litopenaeus vannamei* larvalarının acı suda farklı stoklama yoğunluklarında yetiştiriciliği ile ilgili yaptıkları araştırmada, GCAK değerlerini, 2000 birey/m<sup>3</sup> stokladıkları grupta 0.57 g (g/hafta), 5000 birey/m<sup>3</sup> stokladıkları grupta ise 0.404g (g/hafta) bulduklarını bildirmektedirler.

Gruplarda gözlemlenen günlük büyüme indeksi (GBİ), değerlerinin stok yoğunluğunun etkisiyle ortaya çıktığı tespit edilmiştir. GBİ değerleri B3 grubu yemlerle

beslenen karideslerde en yüksek değere ulaşmasına rağmen B1 ve B3 yem gruplarına benzer bulunmuştur. Büyüme ile ilgili hesaplanan diğer büyüme parametrelerinde olduğu gibi; GBİ değerlerinin yüksek stoklama oranında (A3) daha yüksek ancak A2 grubuyla benzer olduğu belirlenmiştir.

Toplam antioksidan kapasitesi temel olarak enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanların toplamıdır. Organizmada TAK değerinin artması, oksidatif stresin baskılanması yönünde önemli bir göstergedir (Pan vd 2003a, Pan vd 2003b, Sırmatel vd 2006). Araştırmamızda, karides hepatopankreaslarında ölçülen TAK değerlerinin gruplara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Deneme sonunda en yüksek TAK değeri  $2,627 \pm 0,003$  mg/g ile A2B2 grubunda, en düşük TAK değeri ise  $2,499 \pm 0,037$  mg/g ile A3B4 grubunda tespit edilmiştir. Deneme gruplarında stok yoğunlukları dikkate alındığında, TAK değeri, A2 stoklama yoğunluğunda en yüksek değere ulaşmıştır. A1 stok yoğunluğunda ise hem A2'ye hemde A3'e benzer sonuçlar elde edilmekle birlikte; en düşük TAK değerinin A3 stoklama gruplarında olduğu tespit edilmiştir. TAK değeri sonuçları, en düşük ve en yüksek karides stoklanan gruplarda (A1 ve A3) ilk bakışta oksidatif stresin daha düşük olduğunu göstermektedir. A3 stoklama grubunda, stoklama oranının diğer gruplardan fazla olduğu göz önüne alındığında oksidatif stresin yüksek olması beklenmektedir. TAK verilerine göre stresin A3 stok gruplarında düşük, büyüme performansı değerlerinin yüksek olması; beslenme rekabetinin pozitif etkisiyle düzenli ve yeterli yem alınının sağlanmasıyla da antioksidan savunma sisteminin ekzojen kaynaklı düzenlendiğini düşünmekteyiz. Stoklama oranı yüksek olan A3 grubunda, ekzojen TAK bileşenlerinin oksidatif stresin baskılanmasında görev aldığı ve bu nedenle TAK değerinin bu gruplarda düşme eğiliminde olduğu kanısına varılmıştır. Can vd (2012), TAK değerinin azalmasının oksidantlarla mücadeleden kaynaklı olabileceğini bildirmektedir. Yine karideslerin büyüme parametreleri ışığında, A1 stoklama grubunda bulunan karideslerin beslenme davranışlarının, TAK değerlerini negatif yönde etkilediği; ekzojen antioksidan savunmanın yetersiz kalması nedeniyle de TAK değerlerinin düşük bulunduğunu düşünülmektedir. Diğer yandan A2 gruplarında ise A3 stoklama oranında yetiştirilen karideslere oranla, oksidatif stresin daha yüksek olduğu söylenebilir.

TAK değerleri yem grupları bakımından değerlendirildiğinde; en yüksek değerin, B2 grubunda olduğu ve B3 grubu TAK değerleri ile de benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Araştırmamızda, stres koşullarındaki karideslerde TAK değerlerinin, en iyi 40-80 mg/kg astaksantin seviyesinde düzenlendiği belirlenmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Pan vd (2003b) amonyak baskısıyla strese maruz kalan *P. monodon* juvenillerinin TAK değerlerinde, astaksantin etkili olduğunu söylemektedirler. Dolayısıyla astaksantin ilaveli yemin metabolik stresin minimize edilmesine yardımcı olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Chien vd (2003), yeme ilave edilen astaksantin karides hemolenfinde TAK değerlerini düzenlediğini bildirmektedirler. Diğer bir çalışmada %0,1 astaksantin+%1 kolesterol içeren yemle beslenen karideslerin TAK değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Niu vd 2011). Deneme sonu final ağırlığı sonuçları, A2 ve A3 stok gruplarında büyümenin yüksek olduğunu göstermektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi; A3 stoklama grubunda TAK değerinin düşük bulunması; A2 stoklama grubunda elde edilen TAK değerinin, oksidatif stres varlığını işaret etmesine rağmen büyüme performansının yüksek olması, özellikle B2 ve B3 yemlerindeki astaksantin

düzeyinin, A2 ve A3 stoklama yoğunluğunda yetiştirilen karideslerde stresi baskıladığını düşündürmektedir. B1 yem grubuyla beslenen grupların TAK değeri sonuçları B3 yemi ile benzerlik göstermektedir. Diğer yandan en yüksek astaksantin oranına sahip B4 yemi, tüm stoklama gruplarında TAK değerlerini negatif yönde etkilemiştir.

Denemeden elde edilen sonuçlar, hepatopankreas toplam protein değerleri açısından gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu ortaya çıkartmıştır. En yüksek toplam protein değeri A3B4 ( $2,904 \pm 0,108$  mg/g) grubunda tespit edilmiştir. Toplam protein değerlerindeki değişimin stok yoğunluğu ve stok\*yem etkileşimine bağlı olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. A3 stoklama oranında yetiştirilen karideslerin toplam protein oranları diğer iki gruba göre daha yüksek bulunmuştur. Mercier vd (2006), strese maruz bırakılan karideslerin hepatopankreas toplam protein miktarlarının azaldığını belirlemiştir. Fouzi vd (2012), amonyak baskısına maruz bırakılan karideslerde, ortamdaki amonyak düzeyinin artışıyla beraber, hemolenf toplam protein düzeylerinde düşüş tespit etmişlerdir. Bu çalışmalardan çıkan sonuçlara göre, metabolizmada stresin artmasıyla beraber karideslerin toplam protein seviyelerinde azalmalar meydana gelmektedir. Stres koşullarında toplam protein seviyelerinde meydana gelen azalma stresle mücadele eden organizmaların enerji gereksinimlerini karşılamada proteinlerden de yararlandığını göstermektedir. Araştırmamızda elde edilen veriler A3 stoklama grubunda toplam protein değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu stoklama oranında toplam protein değerinin yüksek çıkması, TAK değeri sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Sanchez-Paz vd (2007), kısa süreli açlık baskısının karideslerin toplam protein değerlerini değiştirmediği ve enerji gereksinimleri için öncelikle olarak proteinlerden yararlanılmadığını bildirmektedirler. Diğer yandan, çalışmamızda toplam protein değerlerinin tüm yem gruplarında benzer olduğu ortaya çıkartılmıştır.

Benzer şekilde glikozun organizmalarda ortaya çıkan oksidatif stresin ikincil göstergesi olduğu söylenmektedir (Mercier vd 2009). Glikoz seviyesi ve stres ilişkisi organizmalarda iki şekilde değerlendirilmektedir. Özellikle beslenmeye bağlı kan glikoz seviyesinin artışının oksidatif strese neden olabileceği belirlenmiştir (Wassmann vd 2004). Diğer yandan oksidatif stresin artmasıyla beraber organizmaların enerji ihtiyaçlarının artacağı; buna bağlı olarak kan/hemolenf glikoz düzeyinin artacağı tespit edilmiştir (Fouzi vd 2012). Denememizde hepatopankreas serbest glikoz değerleri, gruplar arasında farklılık göstermiştir. En yüksek glikoz değeri A3B3 ( $0,035 \pm 0,000$ mg/g) grubunda tespit edilmiştir. Serbest glikoz değerleri gruplardaki stok yoğunluğu ve yemdeki astaksantin farkından etkilenmemiştir. Dolayısıyla stoklama oranı ve yemin astaksantin düzeyine bağlı olarak hepatopankreas glikoz değerleri benzer bulunmuştur. Gruplarda görülen bu farklılığa stok\*yem etkileşiminin neden olduğu belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ). Fouzi vd (2012) amonyak baskısının yarattığı stres koşullarında, ortamdaki amonyak miktarının atışına bağlı olarak hemolenf glikoz değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Mathew vd (2007b) WSSV bulaştırılan karideslerde hemolenf glikoz seviyelerinin zamana bağlı olarak azaldığını belirlemiştir. Bu durumun stres koşullarında karideslerin enerji ihtiyaçlarının artmasından kaynaklanmış olabileceğini söylemektedirler. Benzer şekilde, hepatopankreas serbest glikoz değerlerinin artması organizmanın enerji ihtiyacının artmasıyla ilişkilidir. Dolayısıyla strese maruz kalan organizmaların hepatopankreas ya

da karaciğerinde depo haldeki glikojen serbest glikoza dönmektedir. Diğer yandan Galvan-Alvarez vd (2012) IHHNV baskısı altındaki karidesler ile kontrol grubu karidesleri arasında hepatopankreas glikoz seviyeleri bakımından bir farklılığın olmadığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar IHHNV baskısına maruz kalma sürelerinin artmasının da, hastalıklı karidesler ile kontrol grubu karideslerinde glikoz seviyelerini farklılaştrmadığını ortaya koymuşlardır. Araştırmamızda serbest glikozun yüksek olduğu A3B3 grubunu sırasıyla A1B3, A1B1, A1B4, A2B4, A2B1 grupları takip etmektedir. Serbest glikoz değerlerinin stoklama oranları ve yem astaksantin düzeyinin farklılığına bağlı olarak değişkenlik göstermemesi, karideslerin stoklama oranı baskısına uzun süreli maruz kalmaları (56 gün) ve bu duruma adaptasyon sağlamış olabileceklerini düşündürmektedir. Mercier vd (2006)'nin yaptıkları çalışmanın sonucu ile araştırmamızdan elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar, kısa süreli oksidatif stresin, glikoz değerleri üzerinde daha fazla etkili olduğunu söylemektedirler. Uzun süre devam eden stres koşullarında, glikoz seviyelerinde değişkenlikler görülmesine; oksidatif stres ve antioksidan savunmanın doğru bir şekilde değerlendirilememesinin neden olabileceğini bildirmektedirler.

Transaminaz enzimler, genel olarak kendileri için spesifik olan aminoasitlerin taşınmasında görev almaktadırlar. Yani bu enzimler aminoasitlerin amino gruplarının bir karbon iskeletinden diğerine aktarımını katalizlemektedirler (Ersoy 2012). Transaminaz enzimlerden ALT alanin, AST ise aspartat aminoasitinin taşınmasında görev almaktadır. Diğer hayvansal organizmalarda olduğu gibi, krustaselerde de, ALT ve AST, aminoasitlerin birbirine ve diğer metabolitlere dönüşümde anahtar rol oynamaktadır (Pan 2003a, Pan 2003b). ALT ve AST aynı zamanda karaciğer fonksiyonları ve hasarının belirlenmesinde önemlidir. Organizmada ALT ve AST seviyesinin yüksek olması, oksidatif stresin yüksek olmasının sonucudur (Chien vd 2003, Pan vd 2003b, Ersoy 2012).

Araştırmamızda, hepatopankreas ALT ve AST spesifik aktivite değerleri gruplara göre farklılık göstermiştir. En yüksek ve en düşük ALT ve AST spesifikaktivite değerleri sırasıyla  $10,041 \pm 0,471$  U/mg protein (A1B1) ve  $0,000 \pm 0,000$  U/mg protein (A3B4);  $26,036 \pm 1,792$  U/mg protein (A1B4),  $1,255 \pm 0,012$  U/mg protein (A3B2) olarak tespit edilmiştir. Stoklama oranları göz önüne alındığında ise, en yüksek ALT ve AST değeri A1 stoklama düzeyinde bulunmuştur. ALT ve AST spesifik aktivite değerleri, A1 stoklama düzeyindeki karideslerde, stresin diğer gruplardan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yem gruplarına dikkate alındığında en yüksek ALT ve AST değerlerinin B1 yemlerinde olduğu belirlenmiştir. Pan vd (2003a), astaksantinle besledikleri karidesleri 72 saat süresince değişik oranlardaki amonyak konsantrasyonuna tabi tutmuşlardır. Astaksantinle beslenen karideslerde ALT aktivitesinin ortamdaki amonyak artışına bağlı olarak düştüğünü veya kontrol grubu bireyleri ile aynı olduğunu, AST seviyesinin tam tersi yükseldiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar astaksantin hepatopankreas fonksiyonlarını düzenlediği sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmamızda da benzer şekilde astaksantin içeren yem gruplarında ALT ve AST değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Pan vd (2003b), yaptıkları diğer bir çalışmada hastalık baskısındaki karideslerin ALT seviyesinin arttığını tespit etmişlerdir. AST ise kontrol grubu ile kıyaslandığında herhangi bir farklılık göstermediğini ortaya koymuşlardır. Astaksantin ilaveli yemlerin, stres koşullarında karides hepatopankreas fonksiyonlarını düzenlediğine dair yapılan diğer bazı



çalışmalarda da ALT ve AST aktivite düzeylerine bakılmıştır. Bu çalışmalarda, stres baskısı altındaki karideslerde ALT ve AST aktivitesinin düzenlenmesine, astaksantin yardımcı olduğu tespit edilmiştir (Chien vd 2003, Niu vd 2011). Fouzi vd (2012) amonyak+WSSV baskısının karides hemolenfinde ALT değerlerini yükselttiğini belirlemişlerdir.

Organizmada yer alan antioksidan enzimlerden biri olan SOD, süperoksit anyonlarını ( $O_2^-$ ) hücre zarlarından kolaylıkla geçebilen hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) dönüştürmektedir. Hücre içine geçen hidrojen peroksit yine antioksidan enzimler (katalaz, glutathion peroksidaz) yardımıyla  $O_2$  ve  $H_2O$ 'ya parçalanmaktadır. Dolayısıyla reaktif oksijen türleri detoksik hale getirilmektedir (Harris 1992, Pan vd 2003b, Mohankumar ve Ramasamy 2006, Gök vd 2006, Valko vd 2007, Aydın 2008, Çaylak 2011, Keleştemur ve Özdemir 2011, Pallavi vd 2012). Organizmalarda SOD seviyesinde artış görülmesi genellikle reaktif oksijen türlerinin arttığının bir göstergesidir. Başka bir deyişle, metabolizmada reaktif oksijen türlerinin çoğalmasıyla beraber antioksidan savunma mekanizması harekete geçmekte; serbest radikallerin inaktif hale getirilmesi amacıyla SOD üretimi artmaktadır. Denememizde, en yüksek SOD spesifik aktivite değeri A2B2, en düşük SOD spesifik aktivite değeri A3B4 gruplarında tespit edilmiştir. Stoklama oranlarına göre SOD spesifik aktivite değerleri A3 gruplarında düşük iken, A2 ve A1 gruplarında yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkarak, A3 stok gruplarında oksidatif stresin düşük olduğunu ya da yem ile sağlanan antioksidanların oksidatif stresin baskılanmasında yeterli olduğunu söyleyebiliriz. A2 stoklama gruplarında ise oksidatif stresle mücadelenin, SOD seviyesindeki artış dikkate alındığında endojen antioksidan savunma ile düzenlendiği sonucuna varabiliriz. A2 ve A3 stoklama gruplarında oksidatif stresin düşük olması ya da antioksidan savunma sistemi ile düzenlenmesi ve bu gruplarda büyümenin (FA, %BO, GBİ, GCAK, SBO), yüksek bulunması birbirini destekleyen sonuçlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Denememizde, grupların SOD değerlerinin deneme yeminden etkilendiği tespit edilmiştir. 40 mg/kg astaksantin düzeyine sahip olan yem ile beslenen grupların SOD değerleri diğer gruplardan yüksek olmasına rağmen, B1 ve B4 yemi ile benzer bulunmuştur. Diğer yandan, B1 ve B4 yem grupları SOD aktivite seviyesi düşük olan B3 grubu ile de benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla astaksantin içeriği 80 mg/kg olan B3 yem grubunun oksidatif stresin azaltılmasında daha etkili olduğu sonucuna varmaktayız. Organizmalar için besin yoluyla antioksidanların yetersiz kalması, stres koşullarında SOD seviyelerini yükseltmekte; oksidatif stresin devam etmesi halinde de giderek düşürmektedir. Niu vd (2011) astaksantin içeren yemlerle beslenen gruplarda SOD aktivitesinin düşük olduğunu söylemektedir. Farklı şekillerde çevresel strese maruz kalan karideslerin SOD değerlerinin, yeme ilave edilen astaksantinle düzenlendiği belirlenmiştir (Pan vd 2003a, Chien vd 2003). Liu vd (2007), yemlerine eklenen E vitamininin karideslerin SOD aktivitelerini attırdığını belirlemişlerdir. Böylece tuzluluk baskısıyla stres altındaki karideslerin antioksidan savunma mekanizmalarının güçlendiği ortaya konmuştur. Dandapat vd (2000) ise yemlere E vitamini ilavesinin tatlı su karidesinin SOD düzeyini düşürdüğünü söylemektedirler. Karideslerde bağışıklık sisteminin durumu ile ilgili yapılan çalışmalarda, hastalıkla mücadele eden karideslerde SOD seviyelerinin zamana bağlı olarak azaldığı ortaya çıkmıştır (Mohankumar ve Ramasay 2006, Mathew vd 2007a, Pacheco vd 2011). Pallavi vd (2012) ise azalan tuzlulukla beraber *P. monodon*'un SOD seviyesinde artış

tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun, düşük tuzlulukta karideslerin oksijen tüketiminde meydana gelen azalmadan kaynaklandığını söylemektedirler.

Karideslerin stoklama baskısı altında gösterdikleri metabolik tepkiler, yapılan bazı enzim ve metabolit analizi verileriyle ortaya konmaya çalışılmış ve yukarıda ayrı ayrı tartışılmıştır. Ancak elde edilen enzim ve metabolit analizi sonuçlarının birlikte ele alınması gerektiği, böylece çalışma sonuçlarının daha doğru değerlendirileceği kanısındayız. Dolayısıyla, denemede elde edilen SOD, ALT, AST, TAK, toplam protein ve serbest glikoz analiz sonuçları, gruplarda artan stoklama yoğunluğuna bağlı olarak ortaya çıkan stresin daha çok enzimatik olmayan antioksidan savunma sistemi tarafından baskılandığını göstermektedir. Bu durumun stoklama oranı arttıkça besin rekabetinin pozitif yönde artması ile açıklanabileceğini düşünmekteyiz. Stok yoğunluğu düşük gruplarda, enzimatik olmayan savunma sisteminin karideslerde oluşan stresin baskılanmasında etkili olamadığı ve bu gruplardaki karideslerin besin alımlarının yetersiz olduğunu bir kez daha ortaya çıkartmaktadır. Bir başka deyişle stoklama yoğunluğu düşük gruplardaki karideslerde, besin rekabetinin oluşmadığı; buna bağlı olarak yerince beslenmedikleri ve metabolik faaliyetlerini asgari düzeyde sürdürebildikleri sonucuna varılmıştır. Bu duruma, karideslerin büyümesi ile ilgili sonuçlarda da belirlendiği üzere, beslenme davranışı ve/veya besin rekabetinin sebebiyet verdiğini düşünmekteyiz. Diğer yandan, stoklama oranı en düşük deneme gruplarında, SOD, ALT ve AST aktivite değerlerinin daha yüksek bulunması; ekzojen antioksidanların yetersiz kaldığını; enzimatik antioksidan savunma sisteminin de karideslerde ortaya çıkan stresi düzenleyemediğini düşündürmektedir. Yem gruplarına göre yapılan değerlendirmede ise; astaskantin içeren yemlerin genel olarak oksidatif stresin baskılanmasında görev adığı; özellikle B2 ve B3 yemlerinin en iyi sonuçları verdiği kanısına varılmıştır.

## 6. SONUÇ

Ülkemizde karides tüketimi avcılık veya ithalat yoluyla elde edilen ürünlerle gerçekleştirilmektedir. Uygun yetiştiricilik olanaklarının sağlanmasıyla beraber karides üretiminin yapılabilir hale gelmesi ve sürekliliğinin sağlanması doğal stoklar üzerindeki baskıyı azaltabilecek ve aynı zamanda ithalat oranını düşürecektir.

Yarı tropik iklime sahip ülkemiz koşullarında karides yetiştiriciliğinin yapılabilir ve sürdürülebilir olması için üretimin tüm yıla yayılması önemlidir. Özellikle kış aylarında su sıcaklığındaki düşümlere bağlı olarak karides büyümesinin yavaşlaması, yüksek mortalite oranlarının oluşabilme ihtimali, ülkemiz koşullarında karides yetiştiriciliğinin gelişmemesinin en temel nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemde yetiştiriciliğin devamı beraberinde yüksek enerji maliyetlerini, yemden yararlanma oranının düşmesini, hasat süresinin uzamasını vb. sonuçları da ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizde karides yetiştiriciliğinin yapılabilirliğinin sağlanması amacıyla, ülkemiz koşullarına uygun yetiştiricilik sistemlerinin geliştirilmesi; farklı karides türlerinin yetiştiriciliği ile ilgili daha fazla çalışma yapılması; karideslerde daha hızlı büyüme ve gelişme sağlayabilecek ve çevresel parametrelerden kaynaklı olumsuzlukları ortadan kaldıracak yemlerin geliştirilmesi gibi çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Araştırmamız, farklı stoklama yoğunluklarında yetiştirilen beyaz karides (*L. vannamei*) juvenillerinin yaşama oranı, büyüme performansı ve bazı stres faktörleri üzerine astaksantin ilaveli yemlerin etkisinin belirlenmesine yönelik olarak planlanmıştır. Deneme sonunda karideslerde belirlenen büyümesi ve yaşama oranları; stok yoğunluğundan kaynaklanabilecek stres ve yemin antioksidan özelliklerinin ortaya konmasında yararlanan parametrelerden ikisini oluşturmaktadır. Aynı zamanda, metabolizmada oksidatif stresin göstergesi olan bazı enzim ve metabolitlerden de yararlanılarak, karidesler üzerinde stok baskısının etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Stoklama baskısıyla metabolizmada oluşabilecek oksidan maddelerin, yok edilmesine yönelik, antioksidan savunma mekanizmasına yemde bulunan astaksantin katkısı belirlenmeye çalışılmıştır.

Elde edilen veriler neticesinde, karideslerin yaşama oranı, deneme sonu stok yoğunluğu ve biomas değerleri, hem stok yoğunluğu hem de yemdeki astaksantin düzeyinden etkilenmiştir. Diğer yandan karideslerde gözlemlenen büyüme performansı değerleri üzerinde, yalnızca stoklama oranının etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, bu etki stoklama oranının artışına bağlı olarak büyümenin de artması yönünde gerçekleşmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda, stoklama oranının büyümeyi geriletmediği bildirilmektedir. Araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar, stoklama oranlarının karidesler için büyüme baskısı oluşturacak düzeyde olmadığını düşündürmektedir. Aksine, denemede stok yoğunluğundaki artışla beraber yüksek stoklama yapılan gruplarda büyümenin artmasının, beslenme rekabetine bağlı olabileceği kanısındayız. Başka bir deyişle, serbest yemleme yöntemiyle beslenen, yüksek stok gruplarındaki bireylerin yem alımı konusunda birbirleriyle pozitif yönde etkileşim içinde olduklarını düşünmekteyiz. Karideslerin beslenmesi amacıyla tercih edilen yöntem (serbest yemleme), tank ortamında fizyokimyasal koşulların optimum ve/veya optimuma yakın düzeyde devam etmesi vb. nedenlere bağlı olarakta büyümenin düzenlendiği sonucuna

varmaktayız. Yem gruplarına göre yapılan değerlendirmede;150 mg/kg astaksantin içeren deneme yemiyle beslenen gruplarda büyüme ve yaşama oranını olumsuz etkilediğini söyleyebiliriz. Araştırmanın TAK, toplam protein ve serbest glikoz değeri sonuçları, stoklama oranındaki artışa bağlı olarak pozitif yönde besin rekabetinin oluşmasıyla, karideslerin antioksidan savunma sistemlerinde enzimsel olmayan antioksidan bileşenlerin daha etkili olduğu göstermiştir. Yapılan enzim analizleri de bu durumu desteklemiş ve genel olarak A3 stoklama gruplarında stresi enzimsel olmayan antioksidan savunma belirlemiştir. Yem gruplarına göre ise; ALT ve AST enzim aktivite sonuçları, B2 yem grubu ile beslenen karideslerin hepatopankreaslarında strese bağlı hasarın daha az olduğunu göstermiştir. Diğer enzimsel ve metabolit verileri, B2 ve B3 yeminin karideslerde stresi dengelediğini ortaya çıkartmıştır.

Çalışmamız, karides yetiştiriciliğinde verimli üretim metodları geliştirilirken, hayvanların besinsel gereksinimlerin karşılanması ve optimum ortam koşullarının oluşturulmasının yanı sıra, birbirleriyle olan etkileşimlerinin belirlenmesinin de oldukça önemli olduğunu göstermiştir. Kültür koşullarında karideslerin davranışsal özellikleri ile ilgili yapılacak çalışmaların artması, üretim periyodunun en etkili şekilde değerlendirilmesine yardımcı olacaktır.

Ülkemizde su ürünleri sektörüne yatırım yapacak kişilerin karides yetiştiriciliğine yönelmesi, ancak, bu konuda dünya pazarıyla rekabet edilebilir hale gelindiğinde gerçekleşebilecektir. Karides yetiştiriciliği açısından ülkemiz koşullarının iyi değerlendirilip, üretimin artırılması gerekmektedir. Bu amaçla, karides kültürünün tüm aşamaları için maksimum stoklama oranlarının belirlenmesi, uygun yem bileşenlerinin seçilmesi ve yeni teknolojilerin geliştirilmesiyle kısa sürede birim alandan daha fazla ürün alınması sağlanabilecektir. Dahası, iklimsel nedenlerle ancak yılda bir defa ürün alma potansiyeline sahip olan ülkemizde üretimin artması da sağlanabilecektir. Araştırmamızdan elde edilen sonuçların bu konuda yapılacak çalışmalara katkı yapabileceğini düşünmekteyiz.

**7. KAYNAKLAR**

- ACAR, J. 1998. Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri, In: İ. Saldamlı (Editors) Gıda Kimyası, ss, 435-452, Ankara.
- AKTAŞ, M., 2006. Türkiye'nin Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesinde Yeşil Kaplan Karidesi *Penaeus semisulcatus* Yetiştiriciliği. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23:179-182.
- AL-AMEERI, A.A. and CRUZ, E.M. 2006. Production and Yield of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) Cultured at Different Densities. *Aquaculture Resesarch*, 37: 1499-1506.
- AL-AMEERI, A.A., CRUZ, E.M. and AL-SHARRAH, T. 2006. Growth and Performance of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) Fed with Two Commercial Shrimp Feeds. *Aquaculture Research*, 37: 1507-1515.
- ALPINAR, A., TORUN, E., OZKAYA, E., UZUNER, S., ERENBERK, U. 2012. Anne Sütü ve Mama ile Beslenen Süt Çocuklarında Toplam Antioksidan Düzeylerinin Karşılaştırılması. *Türk Pediatri Arşivi Dergisi*, 47:95-98.
- ALTAN, N., DİNÇEL, A.S. ve KOCA, C. 2006. Diabetes Mellitus ve Oksidatif Stres. *Turkish Journal of Biochemistry -Turk J Biochem*, 31 (2): 51-56.
- ALMEIDA, E.A., PETERSEN, R.L., ANDREATTA, E.R. and BAINY, A.C.D. 2004. Effects of Captivity and Eyestalk Ablation on Antioxidant Status of Shrimps (*Farfantepenaeus paulensis*). *Aquaculture*, 238:523-528.
- ANGELES, I.P., CHIEN, Y-H. and TAYAMEN, M.M. 2009. Effects of Different Dosages of Astaxanthin on Giant Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) Challenged with *Lactococcus garvieae*. *Aquaculture Research*, 41: 70-77.
- ANTMEN, Ş.E. 2005. Beta Talasemide Oksidatif Stres. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 83 s.
- APHA, 2000. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA/AWWA/WEF, Washington DC, USA.
- APPBELBAUM, S., GARADA, J. and MISHRA, J.K. 2002. Growth and Survival of the White Leg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Reared Intensively in the Brackish Water of The Israeli Negev Desert. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 54(1): 41-48.
- ARNOLD, S.J., SELLARS, M.J., CROCOS, P.J. and COMAN, G.J. 2005. Response of Juvenile Brown Tiger Shrimp (*Penaeus esculentus*) to Intensive Culture Conditions in a Flow Through Tank System with Three-dimensional Artificial Substrate. *Aquaculture*, 246: 231–238.

- ARNOLD, S.J., SELLARS, M.J., CROCOS, P.J. and COMAN, G.J. 2006a. An Evaluation of Stocking Density on the Intensive Production of Juvenile Brown Tiger Shrimp (*Penaeus esculentus*). *Aquaculture*, 256: 174-179.
- ARNOLD, S.J., SELLARS, M.J., CROCOS, P.J. and COMAN, G.J. 2006b. Intensive Production of Juvenile Tiger Shrimp *Penaeus monodon*: An Evaluation of Stocking Density and Artificial Substrates. *Aquaculture*, 261: 890-896.
- ARNOLD, S.J., COMAN, F.E., JACKSON, C.J. and GROVES, S.A. 2009. High-Intensity, Zero Water-Exchange Production of Juvenile Tiger Shrimp, *Penaeus monodon*: An Evaluation of Artificial Substrates and Stocking Density. *Aquaculture*, 293: 42-48.
- AYDIN, H. 2008. Kırım Kongo Kanamalı Ateş Hastalarında Malondialdehit, E Vitamini Düzeyi, Antioksidan Enzimleri ve Miyeloperoksidaz Aktivite Ölçümleri. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, 72 s.
- BARROS, M.P., POPPE, S.C. and SOUZA-JUNIOR, T.P. 2011. Putative Benefits of Microalgal Astaxanthin on Exercise and Human Health. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 21(2): 283-289.
- BINSAN, W., BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., ROYTRAKUL, S., TANAKA, M. and KISHIMURA, H. 2008. Antioxidative Activity of Mungoong, an Extract Paste, from the Cephalothorax of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Food Chemistry*, 106: 185-193.
- BRITTON, G., LIAAEN-JENSEN, S. and PFANDER, H. 2008. Carotenoids, Handbook, Germany.
- BJERKENG, B. 2008. Carotenoids in Aquaculture: Fish and Crustaceans. In: G. Britton, S. Liaaen-Jensen, H. Pfander (Editors), Carotenoids, Vol:4 Natural Fonctions, pp. 237-250, Switzerland.
- BOONYARATPALINI, M., THNOGROD, S., SUPAMATTAYA, K., BRITTON, G. and SCHLIPALIUS, L.E. 2001. Effects of B-Carotene Source, *Dunaliella salina*, and Astaxanthin on Pigmentation, Growth, Survival and Health of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, 32: 182-190.
- BREITHAUPT, D.E. 2007. Modern Application of Xanthophylls in Animal Feding a Review. *Trends in Food Science & Technology*, 18: 501-506.
- BRIGGS, M., FUNGE-SMITH, S., SUBASINGHE, R. and PHILLIPS, M. 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. FAO, RAP Publication, 10, 40 p.
- CAN, E., KURTOĞLU, İ.Z., BENZER, F., ERİŞİR, M., KOCABAŞ, M., KIZAK, V., KAYIM, M. ve ÇELİK, H.T. 2012. The Effects of Different Dosage of Kefir

- with Different Durations on Growth Performances and Antioxidant System in the Blood and Liver Tissues of Çoruh Trout (*Salmo coruhensis*) *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 277-283.
- CHIEN, Y.H., PAN, C.H. and HUNTER, B. 2003. The Resistance to Physical Stresses by *Penaeus monodon* Juveniles Fed Diets Supplemented with Astaxanthin. *Aquaculture*, 216: 177-191.
- CHIEN, Y.H. and SHIAU, W-C. 2005. The Effects Of Dietary Supplementation of Algae and Synthetic Astaxanthin on Body Astaxanthin, Survival, Growth, and Low Dissolved Oxygen Stress Resistance of Kuruma Prawn, *Marsupenaeus japonicus* Bate. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 318:201-211.
- CHOUBERT, G. 2001. Carotenoids and Pigmentation. In:Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P. ve Metaller, R. (Editors), *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans*, Springer, pp. 183-196, UK.
- COMAN, G.J., CROCOS, P.J., PRESTON, N.P., FIELDER, D. 2004. The Effects of Density on the Growth and Survival of Different Families of Juvenile *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture*, 229: 215–223.
- ÇAYLAK, E. 2011. Hayvan ve Bitkilerde Oksidatif Stres ile Antioksidanlar. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 9 (1): 73-83.
- DANDAPAT, J., CHANIY, G.B.N. and RAO, K.J. 2000. Dietary Vitamin-E Modulates Antioxidant Defence System In Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C, 127: 101–115.
- DELİBAŞ, N. ve ÖZCANKAYA, R. 1995. Serbest Radikaller. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 2(3):11-17.
- DEVAL, M.C., KAYA, Y., GÜVEN, O., GÖKOĞLU, M. and FROGLIA, C. 2010. An Unexpected Finding of the Western Atlantic Shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) (Decapoda, Penaeidae) In Antalya Bay, Eastern Mediterranean Sea, *Crustaceana*, 83 (12): 1531-1537.
- EKİCİ, L. ve SAĞDIÇ, O. 2008. Serbest Radikaller ve Gıdalarla İnhibisyonu. *Gıda*, 33 (5): 251-260.
- ERSOY, O. 2012. Karaciğer Enzim Yüksekliğinin Değerlendirilmesi. *Ankara Medical Journal*, 12(3):129-135.
- FAO 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp: A Training Manual. 2. Nutrient Sources and Composition, by A.G.J. Tacon. GCP/RLA/075/ITA Field Document, 2/E. Brasilia, 137 p.

- FAO 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, ITALY, ISSN: 1020-5489.
- FAO 2010. World Aquaculture 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 500/1.
- FAO 2012. Aquaculture Production, Quantities and Values. [www.fao.org/fishery/statistics/](http://www.fao.org/fishery/statistics/)
- FLORES, M., DIAZ, F., MEDINA, R., RE, A.D. and LICEA, A. 2007. Physiological, Metabolic and Haematological Responses in White Shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) Juveniles Fed Diets Supplemented with Astaxanthin Acclimated to Low-Salinity Water. *Aquaculture Research*, 38: 740-747.
- FLORES, M., DIAZ, F., MEDINA, R., RE, A.D. and LICEA, A. 2008. The Effect of Dietary Astaxanthin on Physiological Responses of Juvenile White Shrimp *Litopenaeus vannamei* Acclimated to Low-Salinity Water. *Journal of Fisheries International*, 3 (3): 75-82.
- FOUZI, M.N.M., SHARIFF, M. and YUSOFF, F.Md. 2012. Stress Quantification in *Penaeus monodon* Exposed to Different Levels of Ammonia and Subsequent Infection to WSSV. *Research Journal of Veterinary Science*, 5 (1): 13-24.
- GALVAN-ALVAREZ, D., MENDOZA-CANO, F., HERNANDEZ-LOPEZ, J. and SANCHEZ-PAZ, A. 2012. Experimental Evidence of Metabolic Disturbance in the White Shrimp *Penaeus vannamei* Induced by the Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV). *Journal of Invertebrate Pathology*, 111: 60-67.
- GARZA DE YTA, A., ROUSE, D.B., DAVIS and D.A. 2004. Influence of Nursery Period on the Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Under Pond Production Conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35: 357-365.
- GOPIKRISHNA, G., GOPAL, C., KRISHNA, G., JAHAGEERDAR, S., RYE, M., LOZANO, C., GITTERLE, T., VENUGOPAL, G., PAULPANDI, S., RAVICHANDRAN, P., PILLAI, S.M., PONNIAH, A.G. and HAYES, B. 2011. Effect of Stocking Density, Water Exchange Rate and Tank Substrate on Growth and Survival of Post-Larvae of *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798). *Indian J. Fish.*, 58(3): 57-61.
- GÖÇER, M., YANAR, M., KUMLU, M. and YANAR, Y. 2006. The Effects of Red Pepper, Marigold Flower, and Synthetic Astaxanthin on Pigmentation, Growth, and Proximate Composition of *Penaeus semisulcatus*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 30: 359-365.
- GÖK, V., KAYACIER, A. ve TELLİ, R. 2006. Hayvansal ve Mikrobiyal Kaynaklı Doğal Antioksidanlar. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 35-40.



- HARRIS, E.D. 1992. Regulation of Antioxidant Enzymes. The Federation of American Societies for Experimental Biology, 6(9): 2675-2683.
- HONG, M., CHEN, L., SUN, X., GU, S., ZHANG, L. and CHEN, Y. 2007. Metabolic and Immune Responses in Chinese Mitten-Handedcrab (*Eriocheir sinensis*) Juveniles Exposed to elevated Ambient Ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C 145: 363-369.
- JU, Z.Y., FORSTER, I.P. and DOMINY, W.G. 2009. Effects of Supplementing Two Species of Marine Algae or Their Fractions to a Formulated Diet on Growth, Survival and Composition of Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 292: 239-243.
- JU, Z. Y., DENG, D., DOMINY, W.G. and FORSTER, I.P. 2011. Pigmentation of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, by Dietary Astaxanthin Extracted from *Haematococcus pluvialis*. *Journal of Aquatic Society*, 42(5): 633-644.
- KELEŞTEMUR, G.T. ve ÖZDEMİR, Y. 2011. Balıklarda Antioksidan Savunma ve Oksidatif Stres. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(1): 69-73.
- KIR, M. and KUMLU, M. 2008. Critical Thermal Minima of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae) Acclimated to Four Temperature Levels. *Journal of The World Aquaculture Society*, 39: 535-540.
- KIR, M., KUMLU, M. and EROLDOĞAN, O.T. 2004. Effect of Temperature on Acute Toxicity of Ammonia to *Penaeus semisulcatus* Juveniles. *Aquaculture*, 241: 479-489.
- KOCA, N. 2006. Havuçlarda (*Daucus carota* L.) Karotenoidler ve Antioksidan Aktivite. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 81 s.
- KUMAR, V., PILLAI, B.R., SAHOO, P.K., MOHANTY, J. and MOHANTY, S. 2009. Effect of Dietary Astaxanthin on Growth and Immune Response of Giant Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de man). *Asian Fisheries Science*, 22: 61-69.
- KUMLU, M. and EROLDOĞAN, O.T. 2000. Effect of Temperature and Substrate on Growth and Survival of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda, Penaeidae) Postlarvae. *Turk. J. Zool.*, 24: 337-341.
- KUMLU, M. 2001. Karides, Istakoz ve Midye Yetiştiriciliği. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Kitapları, No:6, 305 s.
- KUMLU, M., AKTAŞ, M. and EROLDOĞAN, O.T. 2003. Pond Culture of *Penaeus semisulcatus* (De Hann, 1884) in Sub-Tropical Conditions of Türkiye. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 20, Sayı (3-4):367-372.

- KUMLU, M. and KIR, M. 2005. Food Consumption, Moulting and Survival of *Penaeus semisulcatus* During Over-Wintering. *Aquaculture Research*, 36: 137-143.
- LIAO, W-L., NUR-E-BORHAN, S.A., OKADA, S., MATSIU, T. and YAMAGUCHI, K. 1993. Pigmentation of Cultured Black Tiger Prawn by Feeding with a *Spirulina*-Supplemented Diet. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(1): 165-169.
- LIAO, I.C. and CHIEN, Y.H. 2011. The Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in Asia: The World's Most Widely Cultured Alien Crustacean. In: Galil, B. S., P. F. Clark & J. T. Carlton (eds.). In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts. *Invading Nature-Springer Series in Invasion Ecology*, 6: 489-519.
- LINAN-CABELLO, M.A., PANIAGUA-MICHEL, J. and HOPKINS, P.M. 2002. Bioactive Roles of Carotenoids and Retinoids in Crustaceans. *Aquaculture Nutrition*, 8: 299-309.
- LINAN-CABELLO, M.A., PANIAGUA-MICHEL, J. and ZENTENO-SAVIN, T. 2003. Carotenoids and Retinal Levels in Captive and Wild Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 9: 383-389.
- LINAN-CABELLO, M.A. and JESUS, P.M. 2004. Induction Factors Derived From Carotenoids and Vitamin A During the Ovarian Maturation of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture International*, 12: 583-592.
- LIU, Y., WANG, W., WANG, A., WANG, J. and SUN, R. 2007. Effects of Dietary Vitamin E Supplementation on Antioxidant Enzyme Activities in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) Exposed to Acute Salinity Changes. *Aquaculture* 265: 351-358.
- MAOKA, T. 2011. Carotenoids in Marine Animals. *Marine Drugs*, 9: 278-293.
- MATHEW, S., KUMAR, K.A., ANANDAN, R., NAIR, P.G. and DEVADASA, K. 2007a. Changes in Tissue Defence System in White Spot Syndrome Virus (WSSV) Infected *Penaeus monodon*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, C 145: 315-320.
- MATHEW, S., NAIR, S.K.K., ANANDAN, R., NAIR, P.G.N.V. and DEVADASAN, K., 2007b. Biochemical Studies on Changes Associated with Enzymes of Glucose Metabolism in White Spot Syndrome Virus (WSSV) Infected with *Penaeus monodon* (Fabricius). *African Journal of Biotechnology*, 6 (16): 1944-1948.
- MERCIER, L., PALACIOS, E., CAMPA-CORDOVA, A.I., TOVAR-RAMIREZ, D., HERNANDEZ-HERREA, R. and RACOTTA, I.S. 2006. Metabolic and Immune Responses in Pacific Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei* Exposed to a Repeated Handling Stress. *Aquaculture*, 258: 633-640.

- MERCIER, L., RACOTTA, I.S., YEPIZ-PLASCENCIA, G., MUHLIA-ALMAZAN, A., CIVERA, R., QUINONES-ARREOLA, M.F., WILLE, M., SORGELOOS, P. and PALACIOS, E. 2009. Effect of Diets Containing Different Levels of Highly Unsaturated Fatty Acids on Physiological and Immune Responses in Pacific Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) Exposed to Handling Stres. *Aquaculture Research*, 40(16):1849-1863.
- MISHRA, J.K., SAMOCHA, T.M., PATNAIK, S., SPEED, M., GANDY, R.L. and ALI, A-M. 2008. Performance of an Intensive Nursery System for the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under Limited Discharge Condition. *Aquaculture Engineering*, 38: 2-15.
- MOHANKUMAR, K. and RAMASAMY, P. 2006. White Spot Syndrome Virus Infection Decreases the Activity of Antioxidant Enzymes in *Fenneropenaeus indicus*. *Virus Research*, 115: 69-75.
- MOSS, K.R.K. and MOSS, S. 2004. Effects of Artificial Substrate and Stocking Density on the Nursery Production of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *World Aquaculture Society*, 35(4): 536-541.
- MUGNIER, C. and JUSTOU, C. 2004. Combined Effect of External Ammonia and Molt Stage on the Blue Shrimp *Litopenaeus stylirostris* Physiological Response. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 309: 35-46.
- NEAL, R.S., COYLE, S.D. and TIDWELL, J.H. 2010. Evolution of Stocking Density and Light Level on the Growth and Survival of the Pasific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Reared in Zero-Exchange Systems. *Journal of the Aquaculture Society*, 41(4): 533-544.
- NGA, B.T., LURNING, M., PEETERS, E.T.H.M., ROIJACKERS, R., SCHEFFER, M. and NGHIA, T.T. 2005. Chemical and Physical Effects of Crowding on Growth and Survival of *Penaeus monodon* Fabricius Post-Larvae. *Aquaculture*, 246 (1-4): 455-465.
- NIU, J., TIAN, L., LIU, Y., YANG, H., YE, C., GAO, W. and MAI, K. 2009. Effect of Dietary Astaxanthin on Growth, Survival, and Stress Tolerance of Postlarval Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Aquatic Society*, 40 (6): 795-802.
- NIU, J., LI, C-H., LIU, Y-J., TIAN, L-X., CHEN, X., HUANG, Z. and LIN, H-Z. 2011. Dietary Values of Astaxanthin and Canthaxanthin in *Penaeus monodon* in the Presence and Absence of Cholesterol Supplementation: Effect on Growth, Nutrient Digestibility and Tissue Carotenoid Composition. *British Journal of Nutrition*, 108 (1): 80-91.
- NOUR, A.A., ZAKI, M.A., ABDEL-RAHIM, M.M. and SROUR, T.M. 2004. Growth Performance and Feed Utilization of Marine Shrimp *Penaeus semisulcatus* Postlarvae Reared in Two Nursery Systems with Different Stocking Sizes. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 30 (B):390-405.

- PACHECO, R., ASCENCIO, F., ZARAIN, M., GOMEZ, G. and CAMPA, A. 2011. Enhancement of Superoxide Dismutase and Catalase Activity in Juvenile Brown Shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900), fed  $\beta$ -1.3 glucan vitamin E, and  $\beta$ -carotene and Infected with White Spot Syndrome Virus. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39(3): 534-543.
- PALLAVI, P.N., BABU, K.N., REDDY, D.C. and KALARANI, V. 2012. Antioxidant Defenses and Oxidative Stress Parameters in Tissues of *Penaeus monodon* Acclimated to Different Salinities. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 4 (5): 539-549.
- PAN, C., CHIEN, Y. and CHENG, J. 2001. Effect of Light Regime, Algae in the Water, and Dietary Astaxanthin on Pigmentation, Growth, and Survival of Black Tiger Prawn *Penaeus monodon* Post-larvae. *Zoological Studies*, 40 (4): 371-382.
- PAN, C-H., CHIEN, Y-H. and HUNTER, B. 2003a. The Resistance to Ammonia Stress of *Penaeus monodon* Fabricius Juvenile Fed Diets Supplemented With Astaxanthin. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 297: 107-118.
- PAN, C-H., CHIEN, Y-H. and HUNTER, B. 2003b. Alterations of Antioxidant Capacity and Hepatopancreatic Enzymes in *Penaeus monodon* (Fabricius) Juveniles Fed Diets Supplemented with Astaxanthin and Exposed to *Vibrio damsela* Challenge. *Journal of Fisheries Society of Taiwan*, 30(4):279-290.
- PAN, C-H. and CHIEN, Y-H. 2004. Effects of Dietary Astaxanthin on Body Astaxanthin, Growth, and Survival of *Penaeus monodon* Postlarvae. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 31(4): 269-280.
- PONCE-PALAFIX, J.T., ARREDONDO-FIGUEROA, J.L. and VERNON-CARTER, E.J. 2006. Carotenoids from Plants Used in Diets for the Culture of the Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Revista Mexicana De Ingenieria Quimica*, 5: 157-165.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., RODRIGUEZ, E.B. and AMAYA-FARFAN, J. 2006. Advances in Food Carotenoid Research: Chemical and Technological Aspects, Implications in Human Health. *Mal. J. Nutr.* 12 (1): 101-121.
- ROMER, S. and FRASER, P.D. 2005. Recent Advances in Carotenoid Biosynthesis, Regulation and Manipulation. *Planta*, 221: 305-308.
- SANCHEZ-PAZ, A., GARCIA-CARRENO, F., HERNANDEZ-LOPEZ, J., MUHLIA-ALMAZAN, A. and YEPIZ-PLASCENCIA, G. 2007. Effect of Short-Term Starvation on Hepatopancreas and Plasma Energy Reserves of the Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 340: 184-193.

- SANDMAN, G. 2001. Carotenoid Biosynthesis and Biotechnological Application. *Arch Biochem. Biophys*, 385: 4-12.
- SELLARS, M.J., ARNOLD, S.J., CROCOS, P.J. and COMAN, G.J. 2004. Physical Changes in Brown Tiger Shrimp (*Penaeus esculentus*) Condition When Reared at High-Densities and Their Capacity for Recovery. *Aquaculture*, 232:395-405.
- SIRMATEL, F., DUYGU, F., ÇELİK, H., SELEK, Ş., SIRMATEL, Ö., GÜRSOY, B. ve ERİŞ, F.N. 2006. Kronik Viral Hepatit Olgularında Total Oksidatif Seviye ve Total Antioksidan Kapasitenin Değerlendirilmesi. VIII. Ulusal Viral Hepatit Kongresi, 2-5 Eylül 2006, Antalya.
- SOOKYING, D., SILVA, F.S.D., DAVIS, A. and HANSON, T.R. 2011. Effects of Stocking Density on the Performance of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* Cultured Under Pond and Outdoor Tank Conditions Using a High Soybean Meal Diet. *Aquaculture*, 319: 232-239.
- SUPAMATTAYA, K., KIRIRATNIKOM, S., BOONYARATPALIN, M. and BOROWITZKA, L. 2005. Effect of a Dunaliella Extract on Growth Performance, Health Condition, Immune Response and Disease Resistance in Black Tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, 248: 207-216.
- TAMER, L., POLAT, G., ESKENDARİ, G., ERCAN, B. ve ATİK, U. 2000. Serbest Radikaller. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 1:52-58.
- TÜRKMEN, G. 2001. Akdeniz Karidesi (*Penaeus kerathurus* Forskal, 1775)'nin Toprak Havuzda Yetiştiriciliği Üzerine Bir Araştırma. *E.U. J. of Fisheries & Aquatic Sciences*, 18 (3-4): 459-468.
- TÜRKMEN, G. 2007a. Pond Culture of *Penaeus semisulcatus* and *Marsupenaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidae) On the West Coast of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7:07-11.
- TÜRKMEN, G. 2007b. Experimental Commercial Growout of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 59 (1): 52-57.
- VALKO, M., LEIBFRITZ, D., MONCOL, J., CRONIN, M.T.D., MAZUR, M. and TELSER, J. 2007. Free Radicals and Antioxidants in Normal Physiological Functions and Human Disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39:44-84.
- YEŞİLAYER, N., DOĞAN, G. ve ERDEM, M. 2008. Balık Yemlerinde Doğal Karotenoid Kaynaklarının Kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences.com* 2(3): 241-251.

- YUSUFZAI, S.I. and SINGH, H. 2005. Rearing of *Penaeus monodon* (Fabricus) Postlarvae in Floating Cages at Different Stocking Densities. Short Communication. *Aquaculture Research*, 36: 405-408.
- WASSMANN, S., WASSMANN, K. and NICKENIG, G. 2004. Modulation of Oxidant and Antioxidant Enzyme Expression and Function in Vascular Cells. *Hypertension, Journal of American Heart Association*, <http://hyper.ahajournals.org>.
- WOUTERS, R., LAVENS, P., NIETO, J. and SORGELLOOS, P. 2001. Penaeid Shrimp Broodstock Nutrition: an Updated Review on Research and Development. *Aquaculture*, 202: 1-21.
- ZHANG, B., LIN, W., HUANG, J., WANG, Y. and XU, R. 2010. Effects of Artificial Substrates on the Growth, Survival and Spatial Distribution of *Litopenaeus vannamei* in the Intensive Culture Condition. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9 (2): 293-304.
- ZELAYA, O., ROUSE, D.B. and DAVIS, D.A. 2007. Growout of Pasific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*, Stocked into Production Ponds at Three Different Ages. *Journal of The World Aquaculture Society*, Vol. 38 (1): 92-101.

## ÖZGEÇMİŞ



Yasemin KAYA, 1977 yılında Kaş'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kumluca'da tamamladı. 1994 yılında girdiği Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi'nden 1999 yılında Su Ürünleri Mühendisi olarak mezun oldu. 2002 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda lisansüstü öğrenimine başladı. Araştırmacı 2002-2012 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı. 2013 yılından itibaren Antalya Akvaryum'da Karantina Sorumlusu olarak çalışmaktadır.