

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**BAZI İNDİRGEN AJANLARIN FARKLI KARİDES TÜRLERİNDE  
ENZİMATİK KARARMAYI (MELANOSİS) ÖNLEYİCİ ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Bülent TOKTAŞ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAYIS 2018**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**

**BAZI İNDİRGEN AJANLARIN FARKLI KARİDES TÜRLERİNDE  
ENZİMATİK KARARMAYI (MELANOSİS) ÖNLEYİCİ ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Bülent TOKTAŞ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAYIS 2018**

**ANTALYA**

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

**BAZI İNDİRGEN AJANLARIN FARKLI KARİDES TÜRLERİNDE  
ENZİMATİK KARARMAYI (MELANOSİS) ÖNLEYİCİ ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Bülent TOKTAŞ**

**SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS**

Bu tez ..../...../201..... tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU (Danışman)  
Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN  
Dr. Öğr. Üyesi İlknur UÇAK

## ÖZET

# BAZI İNDİRGEN AJANLARIN FARKLI KARİDES TÜRLERİNDE ENZİMATİK KARARMAYI (MELANOSİS) ÖNLEYİCİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Bülent TOKTAŞ**

**Yüksek Lisans Tezi Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU**

**Mayıs 2018; 62 Sayfa**

Kabuklu deniz ürünleri sektöründe melanosıs denilen koyu renk oluşumu ürünlerin görünümünü olumsuz etkilemektedir. Bu esmerleşme her ne kadar kalite açısından zararsız olsa da tüketici tarafından kabul edilebilirliğini önemli ölçüde düşürmekte ve dolayısıyla mali kayıplara neden olmaktadır. Bu sorunu önlemek için dünya genelinde sülfidler melanosısın ana inhibitörleri olarak kullanılmaktadır. Ancak sık sık alerjik reaksiyonlara bağlı olarak insanlarda sağlık sorunlarına neden olduğundan melanosıs önlemede kullanılan kimyasal bileşikler yerine doğal alternatiflerin olup olmadığı araştırılmaktadır. Bu amaçla çeşitli teknikler ve mekanizmalar uzun yıllardan beri geliştirilmektedir. Yöntemlerin çoğu bu kararmaya neden olan polifenoloksidaz (PPO) enziminin aktivitesinin engellenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Askorbik asit ve eritorbik asitin kararmayı önlemek için meyve ve sebzelerde kullanımına dair çalışmalar bulunmaktadır. Askorbik asit ve onun izomeri eritorbik asit sülfite alternatif en iyi indirgen ajanlardır. Genellikle meyve suları, püreler, dilimlenmiş meyveler, konserve meyve ve sebzelerde anti kararma ajanı olarak kullanılmaktadır. Ancak karideslerde kullanımına dair herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Öte yandan karideslerde melanosıs gelişiminin türler arasında farklılık gösterdiği ve bu farklılığın substrat düzeyi, enzim konsantrasyonu ve enzim aktivitesindeki farklılıktan kaynaklandığı bildirilmektedir. Bu sebeplerle bu çalışmada indirgen ajanlardan askorbik asit ve eritorbik asitin farklı karides türlerinde melanosıs gelişimi üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla en iyi melanosıs önleyici ajan olarak bilinen sülfid uygulaması ile indirgen ajanların etkilerinin karşılaştırılması ve sülfidle kombinasyonları da denenmiştir.

Araştırma materyali olarak üç tür karides (*Aristomorpha foliacea*, *Pleuonice edwardsi* ve *Melicerthus hathor*) kullanılmıştır. Uygulamada 10 farklı grup oluşturulmuştur. Bu gruplarda askorbik asit ve eritorbik asitin tek başına uygulanmalarının yanında sodyum metabisülfid ile birlikte kombinasyonları şeklinde de uygulanmıştır. Ayrıca sodyum metabisülfid tek başına karşılaştırma amaçlı uygulanmıştır. Hiç muamele görmemiş bir grup karideste kontrol olarak değerlendirilmiştir. Eritorbik asit, askorbik asit ve sodyum metabisülfid solüsyonları distile su ile hazırlanmıştır. Karidesler avlanmadan hemen sonra 10 gruba ayrılmış ve

solüsyonlara daldırıldıktan sonra +4 °C'de depolanmıştır. Depolama süresince her gün karideslerde melanosis gelişimi incelenmiş ve diğer kalite kontrol analizleri yapılmıştır.

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), Trimetilamin (TMA-N) ve pH değerleri uygulama gruplarında depolama süresince artış göstermiştir. TVB-N, TMA-N ve pH değerleri bakımından uygulama grupları arasında farklılık istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte kontrol grubu ile karşılaştırıldığında askorbik asit ve eritorbik asitin tek başına ve sülfid kombinasyonları kullanımının kaliteyi korumada etkili olduğu gözlenmiştir. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek TVB-N değeri *P. edwardsi* türünde belirlenmiş olup, *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerine ait TVB-N değerleri daha düşük bulunmuştur. En düşük TMA-N değeri *M. hathor* türünde belirlenmiş olup *A. foliacea*, *P. edwardsi* türlerine ait TMA-N değerleri daha yüksek bulunmuştur. En yüksek pH değeri *P. edwardsi* türünde belirlenmiş olup, *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerine ait pH değerleri daha düşük bulunmuştur.

L\*, a\*, b\* değerleri bakımından uygulama grupları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamasına rağmen askorbik asit ve eritorbik asit uygulamalarının ve özellikle de sodyum metabisülfid ile birlikte uygulandığında renk değerlerini etkilediği gözlenmiştir. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek L\* değeri *P. edwardsi* türünde belirlenmiş olup, *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerine ait L\* değerleri daha düşük bulunmuştur. En yüksek a\* değeri *A. foliacea* türünde belirlenmiş olup sonraki yüksek değer *P. edwardsi* ve *M. hathor* türünde en düşük a\* değeri bulunmuştur. En yüksek b\* değeri *A. foliacea* türünde belirlenmiş olup, sonraki yüksek değeri *P. edwardsi* gösterip, en düşük değer ise *M. hathor* türüne ait olduğu bulunmuştur.

Melanosis değerleri bakımından uygulama grupları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamasına rağmen, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında askorbik asit ve eritorbik asit ve kombinasyonlarının melanosisi geciktirmede etkili oldukları belirlenmiştir. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek melanosis değeri *M. hathor* türünde belirlenmiş olup, sonraki yüksek değer *A. Foliacea türlerinde olup* ve *P. edwardsi* türlerine ait melanosis değeri en düşük bulunmuştur. Depolama günleri açısından incelendiğinde melanosis değerleri depolamaya bağlı olarak artış göstermiş olup 96. saatte en yüksek değere ulaşmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Asorbik asit, eritorbik asit, karides, melanosis, kalite değişim faaliyetleri

**JÜRİ:** Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Dr. Öğr. Üyesi İlknur UÇAK

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF THE INHIBITORY EFFECT OF SOME REDUCING AGENTS ON ENZYMATIC BROWNING (MELANOSIS) IN DIFFERENT SHRIMP SPECIES**

**Bülent TOKTAŞ**

**MSc. Thesis in Aquaculture Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU**

**MAY 2018; 62 pages**

In the shellfish sector, black spot formation called melanosis affects the appearance of the products negatively. This browning is harmless in terms of quality, but it significantly reduces its acceptability by the consumer and therefore causes economic loss. To prevent this problem, sulfides have been used as major inhibitors of melanosis worldwide. However, because of the frequent allergic reactions that cause health problems in humans, it is being investigated whether there are natural alternatives to the chemical compounds used to prevent melanosis. Various techniques and mechanisms have been developed for this purpose for many years. Most of the methods have focused on the inhibition of the activity of the polyphenol oxidase (PPO). There are studies on the use of ascorbic acid and erythorbic acid on fruits and vegetables to prevent the browning. Ascorbic acid and its isomer erythorbic acid are the best alternative reducing agents to sulphite. It is generally used as an anti-melanotic agent in fruit juices, purees, sliced, fruit, canned fruits and vegetables. However, there have been no studies on the use of them for shrimps. On the other hand, it is reported that the development of melanosis in shrimps differs among species and this difference is caused by differences in substrate level, enzyme concentration and enzyme activity. Therefore, in this study, it was aimed to investigate the effect of ascorbic acid and erythorbic acid which are from reducing agents, on the development of melanosis in different shrimp species. For this purpose, the combination of sulphide application, known as the best melanosis inhibiting agent and the effects of combinations of reducing agents and sulphate have been tried.

Three shrimp species (*Aristomorpha foliacea*, *Pleuonice edwardsi* and *Melicertus hathor*) have been used as research material. 10 different groups have been formed in the experiment. In these groups, both ascorbic acid and erythorbic acid have been applied in combination with sodium metabisulphite as well as by themselves. In addition, sodium metabisulfite has been applied alone for comparison. A group of shrimps that untreated has been also considered a control. Erythorbic acid, ascorbic acid and sodium metabisulphate solutions have been prepared with distilled water.

Immediately after catching, 10 shrimps have been separated and stored at + 4 ° C after being immersed in the solutions. During the storage, the development of melanosis in shrimp has been examined daily and other quality control analyzes have been conducted.

Total volatile basic nitrogen (TVB-N), trimethylamine (TMA-N) and pH values increased during the storage period in treated groups. Although the difference between the application groups in terms of TVB-N, TMA-N and pH values was not statistically significant, when compared with the control group. It was observed that the use of ascorbic acid and erythorbic acid alone or combinations with sulfide were effective in protecting the quality. When the shrimp species were compared, the highest TVB-N value was determined in *P. edwardsi* species. The TVB-N values of *A. foliacea* and *M. hathor* species were found to be lower. The lowest TMA-N value was determined in *M. hathor* species. The TMA-N values of *A. foliacea* and *P. edwardsi* species were found to be higher. The highest pH value was determined in *P. edwardsi* species. The pH values of *A. foliacea* and *M. hathor* species were found to be lower.

Although L \*, a \* and b \* values were not statistically different between the application groups, it was observed that the application of ascorbic acid and erythorbic acid affects the color values when applied with sodium metabisulphite. When the shrimp species were compared, the highest L \* value was determined in *P. edwardsi* species. The L \* values of *A. foliacea* and *M. hathor* species were found to be lower. The highest a \* value was determined in *A. foliacea* species. The lowest a \* value was found in *P. edwardsi* and *M. hathor* species. The highest b \* value was determined in *A. foliacea* species. The next highest value was *P. edwardsi* and the lowest value was *M. hathor* species.

Although there was no statistically significant difference between the treatment groups in terms of melanosis values, it was determined that ascorbic acid and erythorbic acid and their combinations were effective in retarding the melanosis when compared with the control group. When the shrimp species were compared, the highest melanosis value was determined in *M. hathor* species, and the highest value of *A. foliacea* and *P. edwardsi* species was found to be lowest. When examined in terms of storage days, melanosis values increased due to storage and reached the highest value on 96 hours.

**KEYWORDS:** Ascorbic acid, erythorbic acid, shrimp, melanosis, quality change activities

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU  
Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN  
Asst. Prof. Dr. İlknur UÇAK

## ÖNSÖZ

Dünya çapında karidesler besleyici özellikleri, çok lezzetli olmaları ve çok pahalı olmaları nedeniyle en çok ticari işlem gören gıdalar arasında yer almaktadır.

Böylesine önemli kabuklu su ürünlerinde kalite değişimleri çok hızlı olarak gerçekleşmektedir. Karidesler, avlanmalarının ardından hem bakterilerin hem de enzimlerin aktivitesinden dolayı son derece hızlı bir bozulma sürecine girmektedirler.

Mikrobiyal ve kimyasal değişimlerin yanında kararma sağlık üzerine zararlı etkileri bulunmamasına rağmen görünüş açısından tüketiciler tarafından tercih edilmemesi nedeniyle karidesler için önemli bir kalite sorunudur.

Hiçbir koruyucu madde ile muamele görmeden soğukta saklanan karideslerde melanosis çok hızlı bir şekilde gelişmekte ve 24 saat içinde pazar değerini önemli ölçüde yitirebilmektedir.

Karideslerin besin değerini korumak, mikrobiyal gelişmeyi yavaşlatmak veya durdurmak, raf ömrünü artırmak için hemen işlenmeleri ya da etkili bir yöntem ile muhafaza edilmeleri gerekmektedir.

Pratikte kararmayı önlemek için yaygın bir şekilde kullanılan polifenoloksidaz inhibitörlerinin başında sülfidler ve türevleri kullanılmaktadır. Ancak bu sülfid ve türevlerinin belirlenen sınır değerlerinin üzerinde kullanılması sonucu bir takım sağlık sorunlarına yol açmasından sonra sülfidlere alternatif değişik zararsız yöntemler araştırılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı indirgen özellikli organik asitlerin (askorbik asit ile eritorbik asit) ve bunların sodyum metabisülfid ile kombinasyonlarının melanosis inhibisyonu üzerine etkisini araştırmak ve soğutulmuş depolama esnasında organik asitler ile işleme tabi tutulan karideslerin raf ömürlerini uzatmak amacıyla kullanılması imkanı ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

Bana bu konuda çalışma fırsatı veren, tez konusunun seçimi, çalışmamın planlanması ve yürütülmesi sırasında ilgi ve alakasını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU'na (Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi), Materyal teminindeki yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU'na (Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi), Su Ürünleri Mühendisliği programı doktora ve yüksek lisans öğrencilerine teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
AKADEMİK BEYAN .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK TARAMASI .....	3
2.1. Karidesin Morfolojik Özellikleri.....	3
2.2. Melanosis (Kararma).....	5
2.3. Kararmayı (Melanosisi) Önleme Yolları.....	7
3. MATERYAL VE METOD .....	14
3.1. Analizler.....	14
3.1.1. Renk ölçümü.....	14
3.1.2. Melanosis ölçümü.....	15
3.1.3 pH ölçümü.....	15
3.1.4 Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini .....	15
3.1.5. Trimetilamin azot (TMA-N) tayini.....	16
3.1.6. İstatistik analiz.....	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	17
4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerlerine Ait Bulgular.....	17
4.2. Trimetilamin (TMA-N) Değerlerine Ait Bulgular.....	22
4.3. pH Değerlerine Ait Bulgular.....	26
4.4. Karideslerin Renk Ölçüm Bulguları.....	31
4.4.1. L* değerine ait bulgular.....	31
4.4.2. a* değerine ait bulgular.....	32
4.4.3. b* değerine ait bulgular.....	33

4.5. Melanosis Ölçümü.....	42
5. SONUÇLAR.....	54
6. KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ	

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“BAZI İNDİRGEN AJANLARIN FARKLI KARİDES TÜRLERİNDE ENZİMATİK KARARMAYI (MELANOSİSİ) ÖNLEYİCİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI”** adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

24/05/2018

Bülent TOKTAŞ

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

Atm	: Atmosfer basıncı
Mpa	: Megapaskal
m	: Metre
dk	: Dakika
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
ml	: Mililitre
L	: Litre
ppm	: Milyonda bir kısım
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
°C	: santigrat derece
N	: Normal
%	: Yüzde
o-	: Orto

### Kısaltmalar

TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
TMA-N	: Trimetil amin
p<0.01	: Yüzde birlik önem seviyesine göre
p<0.05	: Yüzde beşlik önem seviyesine göre
PPO	: Polifenoloksidaz
DPO	: Difenoloksidaz
PO	: Fenoloksidaz
EDTA	: Etilen diamin tetra asetik asit
AA	: Askorbik asit

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bir karidesin vücut bölümleri.....	4
Şekil 1.2. Melanosis oluşumu.....	6
Şekil 4.1.Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>A. foliacea</i> ) TVB-N değerleri .....	19
Şekil 4.2.Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>P. edwardsi</i> ) TVB-N değerleri.....	20
Şekil 4.3.Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>M. hathor</i> ) TVB-N değerleri.....	20
Şekil 4.4.Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>A. foliacea</i> ) TMA-N değerleri.....	24
Şekil 4.5.Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>P. edwardsi</i> ) TMA-N değerleri.....	25
Şekil 4.6.Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>M. hathor</i> ) TMA-N değerleri.....	25
Şekil 4.7. <i>A. foliacea</i> 'nin depolama günlerindeki pH değerleri.....	29
Şekil 4.8. <i>P. edwardsi</i> 'nin depolama günlerindeki pH değerleri.....	29
Şekil 4.9. <i>M. hathor</i> 'un depolama günlerindeki pH değerleri.....	30
Şekil 4.10. <i>A. foliacea</i> türüne ait L* değerleri.....	36
Şekil 4.11. <i>A. foliacea</i> türüne ait a* değerleri.....	36
Şekil 4.12. <i>A. foliacea</i> türüne ait b* değerleri.....	37
Şekil 4.13. <i>P. edwardsi</i> türüne ait L* değerleri.....	38
Şekil 4.14. <i>P. edwardsi</i> türüne ait a* değerleri.....	39
Şekil 4.15. <i>P. edwardsi</i> türüne ait b* değerleri.....	39
Şekil 4.16. <i>M. hathor</i> türüne ait L* değerleri.....	41
Şekil 4.17. <i>M. hathor</i> türüne ait a* değerleri.....	41
Şekil 4.18. <i>M. hathor</i> türüne ait b* değerleri.....	42
Şekil 4.19. <i>A. foliacea</i> türüne ait melanosis değerleri.....	45
Şekil 4.20. <i>P. edwardsi</i> türüne ait melanosis değerleri.....	46

<b>Şekil 4.21.</b> <i>M.hathor</i> türüne ait melanosis değerleri.....	47
<b>Şekil 4.22.</b> Çalışmamızda kullanılan karideslerin 0. gün melanosis gelişimi.....	48
<b>Şekil 4.22.</b> Çalışmamızda kullanılan karideslerin 0. gün melanosis gelişimi .....	49
<b>Şekil 4.23.</b> Çalışmamızda kullanılan karideslerin 2. gün melanosis gelişimi.....	50
<b>Şekil 4.23.</b> Çalışmamızda kullanılan karideslerin 2. gün melanosis gelişimi .....	51
<b>Şekil 4.24.</b> Çalışmamızda kullanılan karideslerin 4. gün melanosis gelişimi .....	52
<b>Şekil 4.24.</b> Çalışmamızda kullanılan karideslerin 4. gün melanosis gelişimi .....	53

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Melanosis gelişim tablosu (Otwell –Marshall 1986).....	15
<b>Çizelge 4.1.</b> Karideslerin TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	17
<b>Çizelge 2.2.</b> Karideslerin TVB-N değerlerine ait Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	17
<b>Çizelge 4.3.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin TVB-N değerlerindeki değişimler.....	18
<b>Çizelge 4.3.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin TVB-N değerlerindeki değişimler.....	19
<b>Çizelge 4.4.</b> Karideslerin TMA-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	22
<b>Çizelge 4.5.</b> Karideslerin TMA-N değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	22
<b>Çizelge 4.5.</b> Karideslerin TMA-N değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	23
<b>Çizelge 4.6.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin TMA-N değerlerindeki değişimler.....	23
<b>Çizelge 4.6.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin TMA-N değerlerindeki değişimler.....	24
<b>Çizelge 4.7.</b> Karideslerin Ph değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	27
<b>Çizelge 4.8.</b> Karideslerin pH değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	27
<b>Çizelge 4.8.</b> Karideslerin pH değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	28
<b>Çizelge 4.9.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin pH değerlerindeki değişimler.....	28
<b>Çizelge 4.10.</b> Karideslerin L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	31

<b>Çizelge 4.11.</b> Karideslerin L* değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	31
<b>Çizelge 4.12.</b> Karideslerin a * değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	32
<b>Çizelge 4.13.</b> Karideslerin a* değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	33
<b>Çizelge 4.14.</b> Karideslerin b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	34
<b>Çizelge 4.15.</b> Karideslerin b* değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	34
<b>Çizelge 4.16.</b> <i>A. foliacea</i> renk (L*a*b*) değerleri.....	35
<b>Çizelge 4.17.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>P.edwardsi</i> ) renk (L*a*b*) değerleri.....	37
<b>Çizelge 4.17.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>P.edwardsi</i> ) renk (L*a*b*) değerleri .....	38
<b>Çizelge 4.18.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>M. hathor</i> ) renk (L*a*b*) değerleri.....	40
<b>Çizelge 4.19.</b> Karideslerin duyusal değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	42
<b>Çizelge 4.20.</b> Karideslerin duyusal değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	43
<b>Çizelge 4.21.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>A. foliacea</i> ) melanosisi skorları.....	44
<b>Çizelge 4.22.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>P. Edwardsi</i> ) melanosisi skorları.....	45
<b>Çizelge 4.23.</b> Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin ( <i>M. hathor</i> ) melanosisi skorları.....	46



## 1. GİRİŞ

Karidesler, denizlerde belli bölgelerde lokalize olarak yaşamaları, diğer su ürünlerine göre daha az avlanmaları, yenilebilir kısımlarının elde edilmesinde daha fazla fire vermeleri gibi nedenlerle pahalı ve nadide su ürünleri arasında yer almaktadır. Karidesler tür olarak ülkemiz sularında oldukça geniş bir dağılıma sahip olup özellikle avlandığı yerler Marmara, Ege ve Akdeniz' dir (Erkan vd. 2007).

Karidesler mikrobiyal bozulma ve melanosis olayından dolayı raf ömrü sınırlı son derece kolay bozulan ürünlerdir (Gökoğlu 2004; Martinez- Alvarez vd. 2005a; Benner vd. 1994). Karidesler avlandıktan sonra kabuk segmentlerinde, özellikle baş kısmının koparıldığı yerde çevresel faktörlerin (güneş, sıcaklık, vb.) etkisi ile renk değişimi oluşmaktadır. Bu oluşumda çevresel faktörlerin yanı sıra avlanmadan sonra baş kısmının geç koparılması, avlanmış materyale hiç ya da yetersiz soğutmanın uygulanması renk değişimini hızlandırmaktadır. Taze karideslerin dondurulması ve dondurulmuş olarak depolanması bu yüzden oldukça önemlidir. Bu renk değişimine "MELANOSİS", "SİYAHLAŞMA" "KARARMA" ya da "BLACK SPOT" gibi isimler verilmektedir (Erkan vd. 2007). Karides avlayan ya da işleyenlerin en önemli sorunlarından biri melanosis sonucu oluşan renk değişimleridir (Erkan vd. 2007; Gökoğlu 2004).

Melanosis oluşumunda fenoller kinonlara polifenoloksidaz enzimi tarafından okside edilir. Bu mekanizmayı kinonların enzimatik olmayan polimerleşmesi takip eder ve bu olay yüksek molekül ağırlıklı ve koyu renkli veya siyah renkte pigmentler oluşumuna sebep olur (Montero vd. 2001). Bu pigmentler insan sağlığı için zararlı olmamasına rağmen kötü görünüm oluşturduğu için tüketici tarafından tercih edilmemesine neden olmaktadır (Montero vd. 2004).

Araştırmacılar gıdalardaki polifenoloksidaz aktivitesini engellemek üzerine çeşitli çalışmalarda bulunmaktadır. Çeşitli teknikler ve mekanizmalar bu istenmeyen enzim aktivitesi için uzun yıllardan beri geliştirilmektedir. Bu nedenle, metotlar bu kararmanın engellenmesi için PPO aktivitesinin engellenmesi ve inhibe edilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Metotlar bu reaksiyon için gerekli bileşenlerden biri veya daha fazlasının (oksijen, enzim, substrat veya bakır) elimine edilmesini öngörmektedir (Gökoğlu ve Yerlikaya 2008). Melanosis inhibitörleri faaliyet alanına göre gruplandırılmaktadır. Bunlar; asitlendiriciler, şelat oluşturanlar, indirgeyiciler ve enzim inhibitörleridir.

Sülfidler enzimatik esmerleşmede etkili olmasına rağmen sağlığa kötü etkilerinden dolayı sınırlı kullanılmaktadır. Kabuklu su ürünlerinde melanosis özellikle sülfatlama ajanlarıyla kontrol edilebildiği gibi yol açtığı sağlık problemleri nedeniyle başka alternatifler yoğun bir şekilde araştırılmaktadır (Benjakul vd. 2006).

Askorbik asit moleküler oksijeni azaltmak için oksijen tutucu olarak faaliyet göstermektedir. Askorbik asitin inhibisyon mekanizması ortokinonları difenollere indirgesidir. Ayrıca dehidroaskorbik aside okside olarak tükeninceye kadar kararmayı geciktirir (Golan-Goldhirsh vd. 1984).

Eritorbik asit L- askorbik asitin stereoizomeridir ve çeşitli işlenmiş gıdalarda antioksidan olarak kullanılmaktadır (Clark vd. 2009). Sitrik asetik, malik ve askorbik

asitler gıda endüstrisinde enzimatik kararmayı önlemek ya da azaltmak için kimyasal inhibitörler olarak kullanılmaktadır (Whitaker ve Lee 1995). Eritorbik asit bir serbest radikal tutucudur, redoks potansiyelini değiştirir, kinonları difenollere indirger (Golan-Goldhirsh vd. 1984). Eritorbik asit %1 sitrik asit ile birlikte kullanıldığında elma dilimlerinin kararmasını önlemede etkili bulunmuştur (Sapers ve Ziolkowski 1987). Eritorbik asidin sitrik asit ile kullanımı sülfite ikamesi olarak ifade edilmektedir. Askorbik asit ve eritorbik asidin enzimatik kararmayı önlemedeki rolü kinonları difenollere indirgeme kabiliyetidir. Hsu vd. (1988) askorbik asidin mantardaki polifenoloksidaz enzimini inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Genellikle askorbik asit, sitrik asit ve kalsiyum klorür gibi diğer ajanlarla kombine edilerek kullanılmaktadır.

Askorbik asit ve eritorbik asidin kararmayı önlemek için meyve ve sebzelerde kullanımına dair çalışmalar bulunmaktadır. (Ponting vd. 1972; Sapers vd. 1987, 1989, 1990; Santerre vd. 1988; Gil vd. 1998). Askorbik asit ve onun izomeri eritorbik asit sülfite alternatif en iyi indirgen ajanlardır. Genellikle meyve suları, püreler, dilimlenmiş meyveler, konserve meyve ve sebzelerde anti kararma ajanı olarak kullanılmaktadır. Kararma genellikle askorbik asidin tükenmesinden sonra ilerlemektedir (Sapers 1993; Osuga vd. 1994; Ashie vd. 1996). Askorbik asidin diğer inhibitörlerle birlikte kullanımının PPO inhibisyonunu teşvik ettiği kararmayı daha iyi önlediği bildirilmektedir. Askorbik asidin sitrik asit ile kullanımının yalnız başına kullanımından daha etkili olduğu bildirilmiştir (Eskin vd. 1971; Sapers 1993). Bu muhtemelen askorbik asidin asidik ortamda stabilitesi ve asidik ortamın enzimin katalitik aktivitesi üzerine inhibisyon etkisi ile olmaktadır. Sitrik asit şelatlayıcı etkisiyle de PPO inhibitörü olarak faaliyet göstermektedir. PPO nun 4-8 pH aralığında daha aktif olduğu bildirilmektedir. Asidik ortamlarda enzim aktivitesi azalmaktadır.

Karideslerde melanosis gelişiminin türler arasında farklılık gösterdiği bildirilmektedir. Bu farklılığın substrat düzeyi, enzim konsantrasyonu ve enzim aktivitesindeki farklılıktan kaynaklandığı bildirilmektedir (Simpson vd. 1987; Montero vd. 2001). Bu çalışmada indirgen ajanlardan askorbik asit ve askorbik asidin stereoizomeri olan D- isoaskorbik asit (eritorbik asit)'in farklı karides türlerinde melanosis önlemedeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Dünya çapında balık ve su ürünleri en çok ticari işlem gören gıdalar arasında yer almaktadır. Dünya su ürünleri üretimi 2014 yılında toplam 167 milyon ton olarak gerçekleşirken bunun 7.4 milyon tonunu kabuklular (crustacea) oluşturmuştur (FAO 2014).

Su ürünleri arasında kabuklular dünya genelinde pek çok ülkede büyük ekonomik öneme sahiptir. Kabuklu su ürünleri üretimi toplam üretimin % 4-5'ini oluşturmakla birlikte toplam değerinin 30.5 milyar Amerikan doları olduğu bildirilmiştir (FAO 2014).

Besin bileşimi olarak karidesler yağ oranı oldukça düşük olup içerdiği esansiyel aminoasitler bakımından zengin (Erkan vd. 2007) ve bağ dokusunun zayıf olması nedeniyle kolay sindirilip aynı zamanda kolay bozulabilir bir gıda maddesidir (Bilgin vd. 2006).

Karidesler, kabuklu hayvanlar (Crustacea) sınıfından decapodların değerli bir grubunu oluşturup, vücutları birleşik bir baş-göğüs (sefalotoraks) ve halka şeklinde segmentlerden yapılmış karın (abdomen) bölgesi olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Abdomeni saran kabuk halkalar halindedir ve birbirinden kolayca ayrılabilir (Artüz 2004). Sefalotoraksın ön uç kısmında rostrum denen bir uzantı yer almaktadır ve bu rostrum genel olarak türlerin birbirinden ayırt edilmeleri ve tanınmalarında rol oynamaktadır (Artüz 2004; Kumlu 1998)

### 2.1. Karidesin Morfolojik Özellikleri

Karideslerin vücudu baş-göğüs (sefalotoraks) ve karın (abdomen) olmak üzere başlıca iki bölümden oluşur. Bölümleri oluşturan segmentler birer çift vücut üyesi (ektremite) taşır.

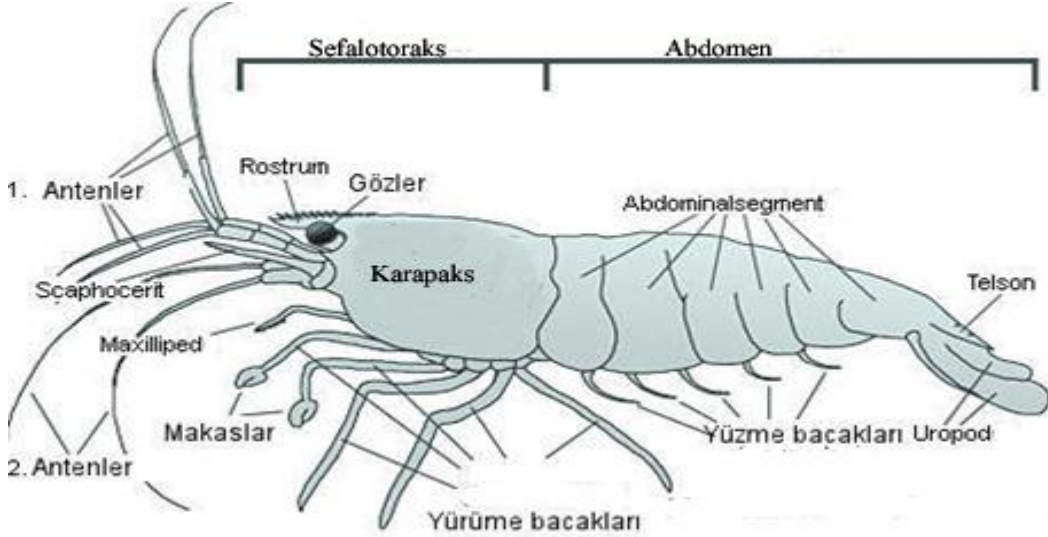
Karidesler sefalotoraks bölgesinde I. anten, II. Anten, mandibül, maksil (I, II), maksiliped (I, II, III.) çiftleri ile 5 çift yürüme bacakları (pereiopod) taşımaktadır. Bu ekstremitelerin parçaları, türlere göre değişmekle birlikte gelişmiş bir ekstremitte 7 parçadan oluşmaktadır. Bazı karideslerin dişilerinde son pereiopod (yürüme bacakları) arasında üreme açıklığı (reseptakulum seminis) bulunmaktadır ve erkek bireyler sperm keselerini buraya boşaltmaktadır. Spermatoforlarının tespit olduğu bu yapılara dişi üreme organı (telikum) adı verilmektedir.

Karideslerin abdomen olarak tanımlanan "karın" bölgesi 6 parçadan (segmentten) oluşmuştur. İlk 5 segment "yüzme bacağı" (Pleopod) adı verilen ekstremiteleri taşımaktadır. Son segment ekstremitesiz olup, ucunda "Telson" adı verilen üçgenimsi bir uzantı ile bunun her iki yanında "Üropod" adı verilen birer çift uzantı bulunmaktadır. Telson ve üropodlar birlikte kuyruk yüzgecini oluşturmaktadır.

Karideslerin son abdomen segmenti hariç diğer segmentlerinde bulunan pleopodlar (yüzme bacakları) erkek ve dişi bireylerde farklılıklar göstermektedir. Erkeklerde I ve II. pleopod'un iç ayakları değişerek I. çift "Petasma" adı verilen çiftleşme (kopulasyon) organını II. Çift parçası da "apendiks masculina" adı verilen

organı oluşturmaktadır. Bu organın bulunuşu veya bulunmayışı ile erkek ve dişi bireyler birbirlerinden kolayca ayrılmaktadır.

Dişilerde ilk iki çift pleopodun endopoditleri çok küçülmüştür. Bazı türlerde yüzme bacakları yumurtaların taşınması görevini üstlenmiştir.



**Şekil 1.1.** Bir karidesin vücut bölümleri

Karideslerin kabuklarına eksoskeleton denilmekte olup, bu kabuklar yengeç, istakoz ve kerevitlere göre daha ince ve esnek yapıdadır (Kumlu 1998).

Denizlerimizde karides avcılığı algarna, trol ve uzatma ağları kullanılarak yapılmaktadır. Algarna ve trol ile yapılan avcılıkta sınırlamalar varken uzatma ağları ile sadece karides avcılığında kullanılan ağlar geliştirilmiş olup, karides avcılığı yıl boyunca serbesttir. Türkiye denizlerinde 62 karides türü saptanmıştır (Kocataş vd. 1991; Kumlu vd. 2002). Bu karidesler içerisinde Kocataş vd (1991) tarafından ticari öneme sahip 7 tür; *Penaeus kerathurus* (Forskal 1775), *Penaeus japonicus* (Bate 1888), *Penaeus semisulcatus* (De Haan 1884), *Parapenaeus longirostris* (Lucas 1846), *Metapenaeus monoceros* (Fabricius 1798), *Metapenaeus stebbingi* (Nobili 1904) ve *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson 1860) bildirilmiştir. Daha sonra Süveyş Kanalından geçip Akdeniz'e dahil olan ve güney kıyılarımızda ekonomik olarak avcılığı yapılan *Melicertus hathor* (Burkenroad 1959) türü Kumlu vd. (2002) tarafından ilk defa ülkemiz denizlerinde bildirilmiştir. Bayhan vd. (2003) ayrıca derin sularda avlanan *Aristeomorpha foliacea* (Risso 1827) ve *Plesionika heterocarpus* (Costa 1871) türleri ile birlikte ticari olarak değerlendirilen karides türü sayısının 10'a yükseldiğini belirtmişlerdir.

Kırmızı dev karides olarak da bilinen *Aristeomorpha foliacea* (Risso 1827) karapaksı kısa tüylerle örtülüdür. Karapaksın her iki yanının alt taraflarında uzunlamasına eğri ve uzun birer adet ayrıca yanlarda küçük kaburgalar (çıkıntılar) bulunmaktadır. Kuvvetli bir hepatik diken bulunur. Karapaksın üst tarafı şarap kırmızı ile çok açık menekşe rengindedir. Rostrumu dişilerde ve genç erkeklerde uzun ve yukarı kıvrık, erkeklerde daha kısa olup üst tarafı 5-6 dişlidir. Karnının I. II segmentleri kaburgasız, diğerlerinde geriye uzanan kısa dişli birer sırt kaburgası bulunmaktadır. Telson ortadan uzunlamasına olukludur. Üst antenleri kısa ve yassı kamçılıdır. Boyu en fazla 22 cm uzunluğa erişebilir ve genellikle 15-18 cm'dir. Akdeniz'in her tarafında genellikle 250-350 m derinlikteki çamurlu ortamda yaşar ve 1300 m derinliğe kadar bulunabilmektedir. Diptrolü ile avlanmakta ve taze olarak pazarlanmaktadır.

Edward karidesi olan *Plesionika edwardsi* (Brandt 1851), pandalidae familyasındadır. Rostrumu karapaksın iki katı uzunluğunda olup üst kenarı yaklaşık 33 alt kenarı 50 dişlidir. Vücudu pembe renkte ve karnı kırmızı bantlıdır. Yumurtalık ve yumurtaları mavi renkli ve karapaksı düzgündür. Boyu en fazla 12 cm uzunluğa erişebilir ve genellikle 8-10 cm'dir. Akdeniz'de yaygındır. Doğu Akdeniz'de nadiren bulunur. Deniz dibinde ve genellikle 300 ile 500 m derinliklerde yaşmaktadır.

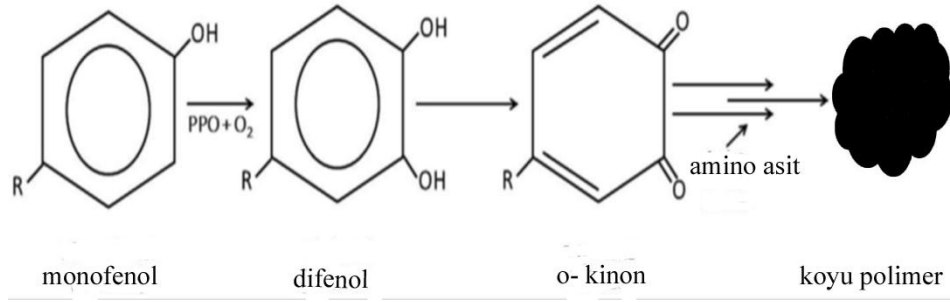
Kızıldeniz'den Akdeniz'e gelen bir başka tür olan *Melicertus hathor* (Burkenroad 1959) türü karidesin ayaklarında kendine özgü renkler bulunduğu, dişilik organının ise farklı bir yapısı olduğu ve 40- 50 m derinlikte yaşadıklarını bildirilmiştir. Boyu genellikle 15-18 cm olup uzatma ağlarıyla avlanır ve taze olarak pazarlanırlar.

Böylesine önemli kabuklu su ürünlerinde kalite değişimleri çok hızlı olarak gerçekleşmektedir. Kabuklular yakalanmalarının ardından hem bakterilerin hem de enzimlerin (otoliz) aktivitesinden dolayı son derece hızlı bir bozulma sürecine girmektedirler.

## 2.2. Melanosis (Kararma)

Karidesler melanosis nedeniyle sınırlı bir raf ömrüne sahip ve oldukça çabuk bozulabilen ürünlerdir ve melanosisden kaynaklanan renk değişikliği karides için ciddi bir sorundur. Karides kararması genellikle siyah nokta olarak anılan polifenoloksidaz (PPO) aktivitesinin neden olduğu bir kusurdur (Benner vd. 1994). Endojen karides enzimi olan polifenoloksidaz melanosis oluşumundaki ilk basamağı katalize eder ve karidesler dondurulmadıkça yada pişirilmedikçe hasat sonrası işlem boyunca aktif kalır (McEvily vd. 1991).

Hasat sonrası kabukluların ortak sorunu melanosis ya da yaygın olarak bilinen "siyahlaşma", "kararma" ya da "black spot" gibi isimler alan olaydır. Polifenoloksidaz (PPO) enzimi tarafından katalize edilen biyokimyasal reaksiyon olup, bu reaksiyon sonucunda "melanin" adı verilen koyu renk pigmentler oluşmaktadır (Nirmal ve Benjakul 2011).



**Şekil 1.2.** Melanosis oluşumu (Kim vd. 2000)

Kabuklularda melanosis olayı ölümden sonraki depolama sırasında bozulma başlangıcından önce sıklıkla görülmektedir. Avlandıktan sonraki birkaç saat içinde melanosisin başladığı bildirilmektedir. Özellikle sonbahar ve kış aylarında kabuk değiştirme ve besin yetersizliği nedeniyle daha çok hassasiyet göstermektedirler (Montero vd. 2004).

Hasat ve ölümden sonra PPO sistemleri halen aktiftir ve kabuğun etrafında ve et yüzeyinde siyah pigmentlerin gelişimini teşvik edebilmektedir (Anonymous 1998). Bununla birlikte kararma kabuk değiştirme döngüsü, hasat etme ve işleme yöntemleri ile türe göre değişmektedir (Vinayakam ve Nellaiappan 1987; Otwell ve McEvily 1992; Diei 1998).

Melanosis biyokimyasal bir süreç olup PPO enzimi tarafından meydana gelmektedir. Melanosis oluşumunda fenoller kinonlara PPO enzimi tarafından okside edilir. Enzimatik esmerleşme reaksiyonu fenoloksidaz, monofenoloksidaz, difenoloksidaz ve tirozinaz olarak da isimlendirilen polifenoloksidaz enziminin katalizlediği bir reaksiyondur. Fenoloksidaz enzimi fenolik bileşikleri kinonlara çevirmekte ve kinonlar da daha sonra polimerize olarak renkli melanoidlere dönüşmektedir. Bu mekanizmayı kinonların enzimatik olmayan polimerleşmesi takip etmekte ve bu olay yüksek molekül ağırlıklı ve koyu renkli veya siyah renkte pigmentler oluşumuna sebep olmaktadır (Montero vd. 2001). Bu kararma olayı, endüstrinin en büyük sorunlarından biridir. Çünkü kabuklu canlıların duyuşal özelliklerinde olumsuz değişikliklere neden olmaktadır. Daha kısa raf ömrü ve daha düşük ürün kalitesiyle sonuçlanarak tüketicilerin kabul edilebilirliğini azaltmakta ve böylece mali kayıplara neden olmaktadır (Kim vd. 2000; Nirmal ve Benjakul 2009).

Kabuklu hayvanların farklı vücut bölgelerindeki PPO'ların dağılımı farklıdır. Çoğunlukla kütikül içinde özellikle iç yüzeyde kromatoforlarda bulunurlar; ancak bu enzimler *Penaeus monodon*'un hepatopankreasında, kas ve hemolenfinde de bulunduğu bildirilmiştir (Kim vd. 2000).

Genellikle melanosis sefalotoraksın karapaksında, kaudal bölgede ve esasen kütikül segmentlerinin birleştiği ve kütikülün pleopodlarla birleştiği abdomen bölgelerinde oluştuğu bildirilmektedir (Montero vd. 2001; Nirmal ve Benjakul 2012; Ogawa vd. 1984). Kararma, polifenoloksidaz aktivitesinin en fazla olduğu baş-göğüs bölgesinden başlayarak zamanla karına ve kuyruk bölgesine doğru yayılmaktadır (Zamorano vd. 2009). Dahası, kas ve hemolenfi kaplayan yüzey zarında da meydana

geldiğine dair bazı bildirimler de bulunmaktadır (Nakagawa ve Nagayama 1981; Ogawa vd. 1984). Hemosiyanin (Hc), yumuşakçalar ve eklem bacaklıların hemolenfinde bulunan bakır bağlantılı bir proteindir (Kim vd. 2000; Fan vd. 2009) ve oksijen taşınmasından sorumludur. Kabuklular içindeki toplam plazma proteininin % 90-95'ini oluşturur ve perklorat ve sodyum dodesil sülfat gibi kimyasal ayırıcılara maruz bırakıldığında PPO aktivitesi gösterir (García-Carreno vd. 2008; Kim vd. 2000).

PPO kabuk değiştirmeden sonra dış iskeletin sertleşmesinden sorumludur. Kütikül sertleşmesi, difenol oksidasyonundan üretilen kinonlar, protein zincirleri arasında çapraz bağlantılar oluşturduğunda ortaya çıkmaktadır (Stevenson 1985). Melanosis ve kabuk değiştirme arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından gözlenmiştir (Bartolo ve Birk 1998).

Kabuklu hayvanlardaki melanosis oluşumunun şiddeti substrat ve enzim konsantrasyonundaki farklılıklardan dolayı türlere göre değişmektedir (Benjakul vd. 2005; Nirmal -Benjakul 2012). Tirozinaz ve kateşoloksidaz yaygın olarak fenoloksidaz olarak adlandırılmaktadır. Genel olarak fenoloksidaz olarak adlandırılan tirozinaz, monofenollerin o-difenollere oksijenlenmesini katalize eden bir bakır proteindir. Bu enzim, substrat olarak O<sub>2</sub> ile birlikte monofenolleri kullanarak iki bazik reaksiyonun katalizlenmesinden sorumludur (García-Carreno vd. 2008; Martínez-Alvarez vd. 2009).

Whitaker vd. (2003) 'e göre iki tip PPO aktivitesi vardır. İlki monofenol oksidaz ve ikincisi o-difenol oksidazdır. Tirozinazlar, monohidroksifenollerin o-hidroksilasyonunu (monofenolaz aktivitesi) ve o-dihidroksifenollerin (difenolaz aktivitesinin) o-kinonlara oksidasyonunu katalize etmektedir (Zamorano vd. 2009).

PPO tip 3 bakır protein ailesine ait olan ve tirozinaz / monofenolaz ve katekolaz / difenolaz aktivitelerine sahip olan iki fonksiyonlu bakır içeren bir enzimdir (Cerenius ve Soderhall 2004; Nappi ve Christensen 2005). Bunun sonucunda çeşitli monofenoller ve o-difenoller o-kinona sırayla dönüştürülür ki sonuçta melanin üretimi için öncü rol oynamaktadır (Amparyup vd. 2013; Kim vd. 2000).

### **2.3. Kararmayı (Melanosisi) Önleme Yolları**

Enzimatik esmerleşmeyi önleme birçok açıdan başarılmaktadır. Metodoloji, reaksiyondan bir ya da daha fazla temel bileşenini ortadan kaldırılmasına dayanmaktadır. Çeşitli deniz ürünlerinde PPO aktivitesini önlemek için yıllar içinde teknikler ve mekanizmalar geliştirilmiştir (Kim vd. 2000).

Melanosisi önleme yollarına değinmeden önce melanosis gelişiminde etkili olan faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu faktörler; kas dokusunun pH'sı, sıcaklık, dehidrasyon, yüksek basınç, enzim konsantrasyonu, oksijen varlığı, kabukluların türleri, kabukluların cinsiyeti, mevsim, kabukluların coğrafi kökenleri, teknolojik faktörlerdir.

Her ne kadar kabuklularda kararmanın ekonomik etkisi görülebilir olsa da bu olay kontrol edilmesi veya ortadan kaldırılması gereken bir süreç olarak kabul edilmektedir. Bu reaksiyonu kontrol etmek deniz ürünlerindeki mekanizmasını, enzimin özelliklerini, substratlarını ve inhibitörlerini ve bunların her birisini etkileyen kimyasal, biyolojik ve fiziksel faktörleri iyi anlamakla başlar.

Melanosis oluşumunu avlama yöntemi, avlama sonrası maruz kaldığı işlemler, yaş ve cinsiyet etkilemektedir. Avlama ve avlama sonrası uygulamalar kabuklularda PPO'ı aktive eden bir savunma mekanizmasını tetiklemekte, bu da artan melanosis ile sonuçlanmaktadır (Bartolo ve Birk 1998; McEvily vd. 1991). Karides ve ıstakozlar canlı iken yaralandıklarında da melanosis teşvik edilebilmektedir (Ogawa 1987).

Hiçbir koruyucu madde ile muamele görmeden soğukta saklanan karideslerde melanosis çok hızlı bir şekilde gelişmekte, 24 saat içinde pazar değerini önemli ölçüde yitirebilmektedir.

Karideslerin besin değerini korumak, mikrobiyal gelişmeyi yavaşlatmak veya durdurmak ve raf ömrünü artırmak için hemen işlenmeleri ya da etkili bir yöntem ile muhafaza edilmeleri gerekmektedir.

Melanosisi önlemek için uygulanan yöntemler şöyledir.

### 1- Soğutma

Soğutma sıcaklıkları enzim aktivitesini yavaşlatmaktadır. Enzimatik reaksiyonlar sıcaklık ile kontrol edilebilmektedir. Sıcaklıktaki her 10°C'lik artış reaksiyonu iki kat arttırmaktadır. Tersine 10°C'lik azalma da biyolojik aktiviteyi yavaşlatmaktadır. Bozulma ile depolama sıcaklığı arasındaki yakın ilişki nedeniyle hasattan hemen sonra kabuklu su ürünleri hızla soğutulmalıdır (Pardio vd. 2011). Buzla soğutma yöntemiyle melanosis yavaşlamakta ancak tamamen engellenememektedir (Martínez-Alvarez vd. 2007).

### 2- Dondurma

Dondurmayla, artan çözünen madde konsantrasyonu substrat ve enzim inhibisyonunu arttırmaktadır. Ancak Dondurma tekstüre ve diğer özelliklerin değişimine neden olabilmektedir (Pardio vd. 2011).

Rotllant vd. (2002) karideslerin hızlı dondurulmasının melanosisi önlemek için iyi yöntem olduğunu ve dondurulmuş olarak 3 ay süreyle muhafaza edilen karideslerde melanosisin görülmediğini bildirmişlerdir. Ancak karidesler çözündürüldüğünde melanosis devam etmektedir.

Dondurma sırasında melanosisden sorumlu enzimler inaktif hale gelmektedir. Sıcaklık dalgalanmaları ve soğuk zincirin kesilmesi bozulmanın enzimatik ve mikrobiyolojik süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Genellikle melanosis mikrobiyolojik bozulmadan daha hızlı gelişmektedir (Thepnuan vd. 2008). İnsan sağlığına herhangi doğrudan bir tehlike oluşturmamakla birlikte varlığı genellikle mikrobiyolojik gelişme ile ilişkili olarak iyi depolama ve taşıma uygulamalarında yoksunluğa işaret etmektedir.

### 3- Isıl işlem uygulama

Isıtma mikroorganizmaları yok etmek ve enzimleri inaktif etmek için gıdalara uygulanan en yaygın yöntemlerden birisidir. Polifenoloksidazın termal stabilitesi enzimin kaynağına göre değişmektedir. Genellikle 70-90°C sıcaklıklarda katalitik aktivitesi tahrip olmaktadır (Manheem vd. 2012). Bu yöntemin bazı dezavantajları vardır. Bunlar; vitamin, aroma, tekstür ve renk kayıpları ve ayrıca su veya buhar



kullanıldığında da suda çözünen bileşiklerin kayıplarıdır. Ayrıca fazla enerji gereksinimi ve atık problemi vardır. Eğer ürün daha sonra dondurulacaksa önce soğutulması gerekir bu da enerji gerektirir.

#### 4- Dehidrasyon

Enzimatik reaksiyonlarda su aktivitesi önemlidir. Su aktivitesinde azalma enzim aktivitesini de azaltmaktadır.

#### 5- Yüksek basınç uygulama

Yüksek basıncın enzimler üzerine etkisi protein yapısındaki dönüşümlü ve dönüşümsüz değişimlerle ilişkilidir. Enzim inaktivasyonunu arttırmak için uygun basınç sıcaklık kombinasyonu uygulanmalıdır. Melanosisi önlemek için yüksek basınç uygulanması da önerilmektedir (Encarnacion vd. 2010). Bu teknoloji melanosisi önlemesinin yanında mikrobiyal gelişmeyi de önleyerek raf ömrünü arttırmaktadır. *Penaeus japonicus*'a yüksek basınçlı işlem uygulanmasının kararmayı başarıyla önlediği bildirilmiştir (Montero vd. 2001).

#### 6- İnhibitörlerin kullanımı

Kararmayı önlemede kullanılan inhibitörler toksisitesi, sağlıklılığı, tat aroma ve tekstür üzerine etkileri bakımından sınırlandırılmaktadırlar. İnhibitörler faaliyetine göre katagorize edilmektedir.

A- indirgen maddeler

B- Şelat ve kompleks oluşturanlar

C- Asitlendiriciler

D- Enzim inhibe edenler

#### A- İndirgen maddeler /Antioksidanlar

Kararmayı önlemede indirgen maddeler ve antioksidanların esas rolü ortokinonları renksiz difenollere indirgemek veya ortokinonlarla renksiz ürünler oluşturmak için dönüşümsüz reaksiyona girmektir. İndirgen bileşiklerin kullanımı kararmayı önlemede en etkili yöntemdir.

#### Sülfidler

Pratikte kararmayı önlemek için yaygın bir şekilde kullanılan polifenoloksidaz inhibitörlerinin başında da sülfidler ve derivatları (özellikle sodyum metabisülfid) gelmektedir. Sülfid bazlı kararma önleyiciler ile muamele ise kullanılan konsantrasyona bağlı olarak kararmayı uzun süre geciktirebilmektedir (Nirmal ve Benjakul 2009).

Karideslerde melanosisi önlemek için çoğunlukla sülfid kullanımı yıllardır dünya çapında bir uygulamadır (Williams vd. 1990). Siyah nokta oluşumunu önlemenin en ucuz, en kolay ve en etkili yöntemlerinden biri sülfid kullanılmasıdır (Smith 1980). Kükürt dioksit ve tuzlarının kullanımının eski Yunanlılara dayandığı bildirilmektedir (Ough 1983).

Sülfat ajanları, düzgün bir şekilde uygulandığında PPO aktivitesini bloke edebildiği, karides ve ıstakoz görünümünü korumak için kullanıldığı bildirilmektedir (Anonymous 1998). Buna ek olarak sülfidler depolanmış karideslerde oluşabilecek bir bakteri gelişimini önlemek için yaygın olarak antimikrobiyal ajanlar olarak da kullanılmaktadırlar (Maldhavi vd. 1995).

Sülfidler enzimatik esmerleşmede etkili olmasına rağmen sağlığa olumsuz etkilerinden dolayı sınırlı miktarda kullanılmaktadır. Sülfidler birikim seviyeleri başta astım hastaları olmak üzere bazı tüketici bireylerde sağlık problemlerine sebep olmaktadır.

Literatürde sülfid içeren gıdaların tüketiminden sonra hassas bireylerin alerjik reaksiyonlarını tanımlayan raporlar bulunmaktadır (Warner vd. 2000). Bu nedenle düzenlemelerle sülfid konsantrasyonları sınırlandırılmıştır. Bununla birlikte kabuklu dokularda biriken tolere edilen maksimum  $SO_2/kg$  düzeyini belirleyen yönetmelik ülkeler ve kuruluşlar arasında değişmektedir.

Klinik uygulamada metabisülfidin ciddi alerjik reaksiyonlara neden olan astım ataklarını tetiklediği bildirilmektedir (Collins-Williams 1983). Sülfid uygulanmış gıdanın ağız yoluyla alımını takiben vücutta alerjik astım gibi reaksiyonlara yol açtığı araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur (Martin-Alvarez vd. 2005b). Sülfid kalıntılarının yumuşak dokulara ulaştığında akut zehirlenmeyi başlattığı, bazı durumlarda ise nefes darlığı, siyanoz ve pulmoner ödem ile ölümlere yol açabileceği de belirtilmektedir (Atkinson vd. 1993).

Bundan başka koruyucu olarak gıdalara sülfidler eklendiği zaman gıdanın besinsel kalitesini etkileyen tiamin ( $B_1$  vitamini) miktarında azalma olmaktadır.

#### Fenolik antioksidanlar

Antioksidanlar, oksijenin neden olduğu ransidite veya renk bozulmalarını önleyerek gıdaları muhafaza etmektedirler. Sentetik ve doğal antioksidanlar bu amaçla kullanılmaktadır. Sentetik antioksidanlardan Bütilhidroksi toluen (BHT) ve Bütilhidroksi anisol (BHA) doğal antioksidanlardan tokoferoller, flavonoidler, sinamik asit türevleri ve kumarinler gibi bitkisel fenolik bileşikler kullanılmaktadır.

#### L-Askorbik asit

Askorbik asit moleküler oksijeni azaltmak için oksijen tutucu olarak faaliyet göstermektedir. Askorbik asitin inhibisyon mekanizması ortokinonları difenollere indirgemesidir. Ayrıca dehidroaskorbik aside okside olarak tükeninceye kadar kararmayı geciktirmektedir. Karideslerde kararmayı önlemede askorbik asit genellikle daha asidik pH oluşturmak için sitrik asit ile birlikte kullanılmaktadır.

#### B- Asitlendiriciler

Asitler genellikle enzimin katalitik aktivitesi için optimum pH'nın devamlılığını sağlamakta kullanılmaktadır. pH'nın düşmesiyle polifenoloksidaz enzimi inaktive edilmektedir. Asitler genellikle diğer kararma önleyici ajanlarla beraber kullanılmaktadır (Gomez-Guillen vd. 2005).

## Sitrik Asit

Sitrik asit gıda endüstrisinde yaygın kullanılan asitleyicilerden birisidir. Sitrik asit enzimin aktif kısmındaki bakırı şelatlamasının yanı sıra pH'ı düşürmesiyle melanosis üzerine inhibe edici etki göstermeye çalıştığı belirtilmiştir. Ancak, tek başına antimelanotik bir etkisi yoktur. Sitrik asitin çoğunlukla melanosis önlemede kullanılan diğer ajanlarla kombinasyonu kullanıldığı bildirilmiştir.

Sitrik, malik ve askorbik asitler gibi asitler bir sistemin pH'sını düşürmekte ve böylece PPO'yu aktif hale getirmektedirler (Montero vd. 2001). Sitrik asit gıda endüstrisinde en çok kullanılan asitlerin başında gelmektedir. Sitrik asit pH'ı düşürmesinin yanı sıra enzimin aktif bölgesindeki bakırı şelatlayarak PPO aktivitesini engellemektedir. 4-heksilresorsinol (% 0.0025) ile L-laktik asit kombinasyonunun kahverengi karideste (*Perna aztecus*) melanosisi önlemede etkili olduğu belirlenmiştir (Benner vd. 1994).

## C- Şelatlayıcı ve Kompleksleyici Ajanlar

Enzimler genellikle aktif kısımlarında metal iyonlarına sahiptir. Şelatlayıcı ajanlarla bu iyonların uzaklaştırılması enzimi inaktif edebilmektedir.

Gıda endüstrisinde kullanılan şelatlayıcılar, sorbik asit, polikarboksilik asitler (sitrik, malik, tartarik ve suksinik asitler), polifosfatlar (ATP ve pirofosfatlar), makromoleküller (proteinler) ve EDTA (Etilendiamintetraasetik asit)'yi kapsamaktadır.

## D- Enzim inhibitörleri

### 4-heksilresorsinol

4-heksilresorsinol tuzlu suda stabildir. Organik maddelerin varlığında etkinliğini kaybetmemektedir ve sülfite göre çok daha düşük konsantrasyonlarda bile etkilidir. Bu anlamda melanosisin inhibisyonu için bir proses yardımcısı olarak kullanılabilmesi önerilmiştir. Yapılan birçok çalışmada 4-heksilresorsinol'un kabuklularda kararmanın önlenmesinde oldukça etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Karideslerin yenilebilir kısmındaki kalıntı düzeyinin çok az olması ve tüketici sağlığı açısından toksikolojik bir özelliğinin bulunmaması 4-heksilresorsinol'un sülfite göre avantajları arasındadır.

Süfitlerin yol açtığı sağlık problemlerinden dolayı karidesteki enzimatik esmerleşmeyi önlemek için önerilen ve etkisi kısıtlanmış etkili alternatiflerden birisi de 4-heksilresorsinol (4-HR)'dür (Hardisson vd. 2002; Benner vd. 1994; Martinez-Alvarez vd. 2005a; Mendes vd. 2006). 4-heksilresorsinol (4-HR) metabisüfit ve diğer süfit uygulamalarına karşı güvenli bir alternatif olarak görülmektedir (Lopez-Caballero vd. 2006; Montero vd. 2004; Montero vd. 2006). Yapılan bir çalışmada karidese (*Paraperna longirostris*) yılın farklı zamanlarında avlama gemisinde 4-heksilresorsinol uygulanmış olup, inhibitör konsantrasyonundaki artış ile birlikte melanosis gelişiminin engellendiği ve aynı zamanda raf ömrü artışı da sağlandığı bildirilmiştir (Montero vd. 2006).

Montero vd. (2001), ölümünden hemen sonra karideslere uygulanan % 0.5'lik bir konsantrasyonda 4-heksilresorsinolun melanosisi önlemede etkili olduğunu bildirmişlerdir. Buzda saklanan pembe karides (*Penaeus duodarum*) üzerinde bazı araştırmalar yapılmış, 1 dakika boyunca % 0,005'lik 4-heksilresorsinol uygulamasının, daha uzun saklama süreleri için % 1.25 sülfitten daha etkili olduğu bulunmuştur (Otwell vd. 1992). 4-heksilresorsinolun farklı karides türlerinden *Penaeus aztecus* (Benner vd. 1994), *Penaeus esculentus*, *Penaeus plebejus*, *Metapenaeus enchavoury* and *Metapenaeus benettiae* (Slaterry vd. 1995) üzerindeki etkileri başka araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir.

#### 7- Modifiye atmosfer paketlenme (MAP)

Modifiye atmosfer paketlenme uzun zamandan beri popüler bir koruma tekniği haline gelmiştir. *N. norvegicus* ile yapılan çalışmalarda modifiye atmosferde paketlenmesinde raf ömrü % 100 oranında arttırdığı belirlenmiştir (Gornik vd. 2013). Bunun yanında O<sub>2</sub> içermeyen MAP kabuklularda enzimatik bozulmayı yani melanosisi etkili bir şekilde geciktirmiştir (Bono vd. 2012). Yapılan bir çalışmada derin su pembe karidesi üzerine yüksek CO<sub>2</sub> ve düşük O<sub>2</sub>'in etkileri araştırılmış, atmosferi değiştirmenin melanosisi önlemede tek başına yeterli olmadığı ancak antimelanotik ajan kullanımını durumunda modifiye atmosfer uygulamasının karideste (*Parapenaeus longirostris*) kararmayı önlemede etkili olduğu belirlenmiştir (Martinez-Alvarez vd. 2005a).

#### 8- Alternatif yöntemler:

Günümüzde tüketiciler sentetik katkı maddelerinin yerine doğal olanları tercih etmektedirler. Bu nedenle araştırmacılar geleneksel melanosisi önleme yöntemlerinde doğal katkı maddeleri kullanımını üzerine çalışmaktadırlar.

Potansiyel doğal katkı maddeleri olarak bitki fenolikleri, antioksidan ve antimikrobiyal etkinliklere sahip olduklarından daha fazla ilgi görmüştür (Banerjee 2006). Bu bileşikler ağırlıklı olarak tokoferoller, flavonoidler, sinamik asit türevleri ve kumarinlerdir.

Üzüm, yeşil çay ve diğerleri gibi bitkilerde doğal olarak bulunurlar ve antioksidan etkileri gösterirler ve bu da onlara PPO'lara karşı inhibe edici aktivite sağlamaktadır (Kim vd. 2000).

Yenilebilir enokitake mantarından elde edilen ekstrakt melanosisi önleyici ajan olarak denemiş ve başarılı bulunmuştur (Jang vd. 2003).

Üzüm çekirdeği ekstraktı başka araştırmacılar tarafından denemiş ve başarılı bulunmuştur. Üzüm çekirdeği ayrıca monomerik fenolik bileşiklerin zengin kaynaklarıdır. Kateşinler, epikaşinler ve epikaşin-3-ogallat, dimerik trimeric ve tetramerik procyanidinler de aynı özellikleri sunarlar (Gökoğlu ve Yerlikaya 2008).

Biberiye bir bitkidir ve hem gıdalarda lezzet verici olarak hem de antioksidan özellikleriyle kullanılmaya uygundur (Seabra vd. 2011). Biberiye ekstraktı kararmayı önlemede kullanılmış ve etkili olduğu belirlenmiştir (Yatmaz ve Gökoğlu 2015).

Çeşitli organik asitlerin karideslerde melanosisi önlemede etkisinin araştırıldığı bir çalışmada etkili oldukları bildirilmiştir (Gökoğlu 2004).

Yeşil çay ekstraktının da karides kararmasını önlediği belirlenmiştir (Nirmal ve Benjakul 2009; Yatmaz ve Gökoğlu 2015).

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Antalya Körfezinden avlanan karidesler (*Melicertus hathor*, *Plesionika edwardsi* ve *Aristaemorpha foliacea*) materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmamızda kullanılan karidesler, karides avcılığı yapan balıkçı ile birlikte çıkılarak avlamadan hemen sonra temin edilmiştir. *M. hathor* Antalya Körfezi Aksu Çayı ve Beşgöz deresi önlerinde uzatma karides ağları ile avlanmıştır. Kullanılan uzatma ağı 24mm göz açıklığı 60 göz 210 denye 0 numara torla donatılmış ağlardır. Ağlar gün batımı bırakılmış sabah gün doğumunda toplanmıştır. Avcılık 10-50m derinliklerde yapılmıştır. *A. foliacea* ve *P.edwardsi* ise ticari trol tekneleri ile avcılığa çıkılarak elde edilmiştir. Avcılıkta göz açıklığı 22 mm olan trol ağları kullanılmıştır. Trol çekimleri 200-400m derinlikte yapılmıştır. Çalışma örnekleri sülfid uygulanmamış karideslerden seçilmiştir.

Karidesler satın alındıktan hemen sonra kırılmış buz ile birlikte soğuk taşıma çantası içerisinde laboratuvara ulaştırılmıştır. Karidesler laboratuvara ulaştırıldıktan sonra 10 farklı gruba ayrılmıştır. Birisi kontrol grubu olmak üzere 9 farklı solusyon hazırlanmıştır. Solusyonların konsantrasyonları ön denemeler ile belirlenmiştir. Ön denemelerde duyu analizler gerçekleştirilerek karidesin duyu özelliklerini etkileyecek konsantrasyonlar seçilmiştir. Solusyonların hazırlanmasından sonra karidesler solusyonlara daldırılmıştır. Solusyonlara daldırılan karidesler 5 dakika bekletildikten sonra kurutma kağıdı üzerinde drene edilmiş ve daha sonra strafor tabaklar içerisine yerleştirilerek +4°C'de depolanmıştır. Depolama sırasında 24 saatte bir olmak üzere melanosis gelişimi incelenmiştir. Yine aynı örneklerin 24 saatte bir L\*, a\*, b\* renk değerleri ölçülmüş ve kalite kontrol analizleri gerçekleştirilmiştir.

#### Uygulama grupları

- 1- A2= Askorbik asit (%2)
- 2- A4= Askorbik asit (%4)
- 3- E2= Eritorbik asit (%2))
- 4- E4= Eritorbik asit (%4)
- 5- S= Sodyum metabisülfid solusyonu (%1.25)
- 6- A2 + S = Askorbik asit (%2) + Sodyum metabisülfid (%1.25)
- 7- A4 + S = Askorbik asit (%4) + Sodyum metabisülfid (%1.25)
- 8- E2 + S = Eritorbik asit (%2) + Sodyum metabisülfid (%1.25)
- 9- E4 + S= Eritorbik asit (%4) + Sodyum metabisülfid (%1.25))
- 10- K= kontrol

#### 3.1. Analizler

##### 3.1.1. Renk ölçümü

Renk ölçümleri CR-400 Minolta Chromameter Renk Ölçüm Cihazı kullanılarak L\*, a\*, b\* değerleri belirlenmiştir. Kullanılmadan önce cihaz beyaz standart magnezyum oksit plaka ile 100 L değerine kalibre edilmiştir.

Renk ölçümleri karideslerde 3 ayrı bölgede ölçülerek sonuçlar ortalama değerler şeklinde verilmiştir. Örneklerde L\* (parlaklık), a\* ( kırmızılık) ve b\* ( sarılık) değerleri ölçülmüştür.

### 3.1.2. Melanosis ölçümü

Melanosis gelişimi Otwell ve Marshall (1986) tarafından geliştirilmiş çizelge 3.1 kullanılarak panelistlerce değerlendirilmiştir. Antimelanotik ajan içeren solusyonlara daldırılan karidesler günlük olarak melanosis gelişimleri 5 deneyimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Panelin başlamasından önce her örnek rastgele harflerle kodlanmıştır. Panelistler melanosis gelişimini tabloya göre değerlendirmiştir.

0-4 puanlar yüksek kaliteyi ve düşük melanosis gelişimini göstermektedir.

4-8 arasındaki puanlar karideslerde dikkate değer kalite bozukluğunu göstermektedir.

8-10 arası puanlar ileri derecede bozulmayı temsil edip kabul edilemez bir kaliteyi göstermektedir.

**Çizelge 3.1.** Melanosis gelişim tablosu (Otwell ve Marshall 1986)

Melanosis Skoru	Tarif
0	Yok
2	Hafif, karidesin bazı kısımlarında fark edilebilir
4	Hafif, karidesin çoğu kısmında fark edilebilir
6	Orta, karidesin büyük çoğunluğunda fark edilebilir
8	Fazla, karidesin büyük çoğunluğunda fark edilebilir
10	Fazla kabul edilemez

### 3.1.3. pH ölçümü

Homojenize edilmiş örnekler 1:1 oranında saf su ile sulandırılarak ve pH-metre (WTW Inolab ) probu daldırılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir (Manthey vd. 1988).

### 3.1.4. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini

Örneğin 10 g'ı erlen içerisine alındıktan sonra üzerine 1g magnezyum oksit ve 1-2 damla silikon köpük kesici ilave edilmiştir. Örnekler distile edilmiş ve distilat içerisinde 10 ml 0.1 N HCL ve taşıro indikatörü bulunan balon içerisinde toplanmıştır. Distilasyon sonrası içerik 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir (Schormüller 1968).

### 3.1.5. Trimetilamin azot (TMA-N) tayini

Örneğin 10 g'ı 90 ml %5 triklorasetik asit (TCA) ile ultraturax kullanılarak homojenize edilmiş ve homojenat filtre edilmiştir. Filtratın 4 ml'si bir test tüpüne aktarılmış ve üzerine 1 ml %20'lik formaldehit, 10 ml susuz tolüen, 3 ml %50'lik potasyum hidroksit (KOH) ilave edilmiştir. Tüpler iyice çalkalandıktan sonra pipet yardımıyla üstteki tolüen fazından 5 ml alınarak üzerine %0.2'lik 5ml pikrik asit tolüen ile hazırlanan faza ilave edilmiştir. Spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür (Schormüller 1968).

### 3.1.6. İstatistik analiz

Homojenize hale getirilmiş örneklerde analizler iki paralelli yürütülmüş ve denemeler iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen deneme planından elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulup, sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Düzgüneş vd. 1987).



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. Toplam Uçucu Bazık Azot (TVB-N) Değerlerine Ait Bulgular

Depolama süresince karides türleri ve uygulama gruplarının TVB-N analiz sonuçlarına istatistik analiz uygulanmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş olup Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Karideslerin TVB-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.(serbestlik değeri)	K.O.(kareler ortalaması)	F.D. (f değeri olasılık)
Uygulama grubu	9	2.84617	0.16
Karides türleri	2	533.28145	30.08**
Depolama günleri	2	19025.81752	1073.27**
Uygulama grubu x karides türleri	18	17.39007	0.98
Karides türleri x depolama günleri	4	502.62979	28.35**
Hata	144	17.72691	

(p\*\*) p<0.01 düzeyinde önemli, (p\*) p<0.05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.2.** Karideslerin TVB-N değerlerine ait Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Uygulama grubu	TVB-N
A2S	21.979 a
E4	21.850 a
A4	21.596 a
K	21.478 a
S	21.403 a
E2	21.378 a
A4S	21.353 a
E4S	21.282 a
E2S	21.231 a
A2	20.508 a
Karides türleri	
<i>P. edwardsi</i>	24.837 a
<i>A. foliacea</i>	19.922 b
<i>M. hathor</i>	19.457 b
Depolama günleri	
0.Gün	4.176 c
2.Gün	20.301 b
4.Gün	39.739 a

Aynı sütunda yer alan aynı harfler, ortalamalar arasında farklılık olmadığını ( $P \geq 0.05$ ) göstermektedir. E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol

Çizelge 4.2. incelendiğinde TVB-N değerleri bakımından uygulama grupları arasında istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir fark bulunmamıştır. Varyans analizi için tüm gruplar ve tüm depolama günleri bir arada değerlendirildiğinden uygulamalar arasındaki farklılık önemsiz görülmektedir. Depolamanın son günü itibarı ile değerlendirildiğinde *A. foliacea* için eritorbik asit (E2), sülfid ve kombinasyonları uygulamaları ile daha düşük TVB-N sonuçları alınırken, *P. edwardsi* için A4 ve bunun sülfid kombinasyonu, *M. hathor* için ise her iki konsantrasyondaki askorbik asit (A2 ve A4) uygulamasının daha etkili olduğu görülmektedir. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek TVB-N değeri *P. edwardsi* türünde belirlenmiş olup, *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerine ait TVB-N değerleri daha düşük ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerinin TVB-N değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Depolama günleri açısından incelendiğinde TVB-N değerleri depolamaya bağlı olarak artış göstermiş ( $p<0.01$ ) olup, 4. günde en yüksek değere ulaşmıştır.

Depolama günlerine göre karideslerin TVB-N değerlerindeki değişimler Çizelge 4.3. ve Şekil 4.1. Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'de verilmiştir.

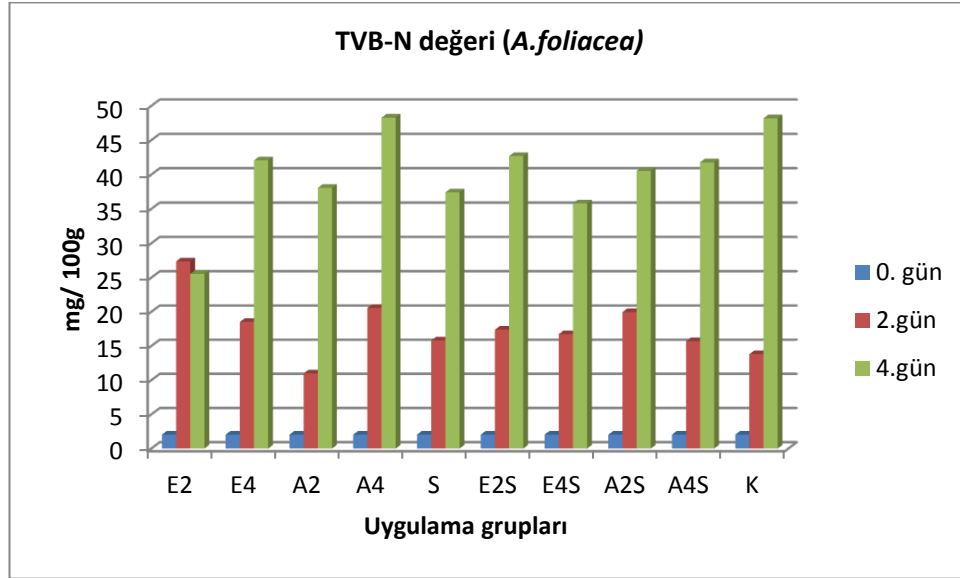
**Çizelge 4.3.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin TVB-N değerlerindeki değişimler

TVB-N (mg/100 g)		Depolama günleri		
Uygulama grupları	Karides Türleri	0	2	4
E2	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	27.36 ± 6.50	25.56 ± 2.38
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	21.61±3.19	52.08±1.32
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	23.23 ± 3.28	30.05±1.01
E4	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	18.52 ± 6.88	42.07 ± 0.11
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	21.28 ± 0.89	48.48 ± 2.12
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	20.22 ± 0.98	33.56 ± 1.98
A2	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	10.99 ± 4.12	38.07 ± 0.25
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	22.05 ± 2.8	52.20 ± 2.70
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	20.10 ± 0.86	28.64 ± 1.05
A4	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	20.57 ± 5.70	48.29 ± 9.14
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	20.35 ± 4.21	45.32 ± 5.49
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	19.45 ± 2.06	27.86 ± 4.04
S	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	15.81± 7.83	37.41 ± 4.96
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	25.18 ± 3.22	49.51 ± 2.29
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	19.45 ± 1.85	32.76 ± 1.03
E2S	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	17.39 ± 0.97	42.70 ± 4.60
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	21.20±2.33	43.66 ± 6.56
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	20.17 ± 1.04	33.44 ± 1.90
E4S	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	16.74 ± 1.39	35.80 ± 3.46
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	25.33 ± 2.24	47.74 ± 7.66
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	22.76 ± 1.13	30.66 ± 6.02
A2S	<i>A.foliacea</i>	2.05 ± 0.97	19.98 ± 10.73	40.54 ± 4.24
	<i>P.edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	25.86 ± 1.40	47.97 ± 4.20
	<i>M.hathor</i>	6.29 ± 0.98	20.18 ± 6.95	30.76 ± 3.94

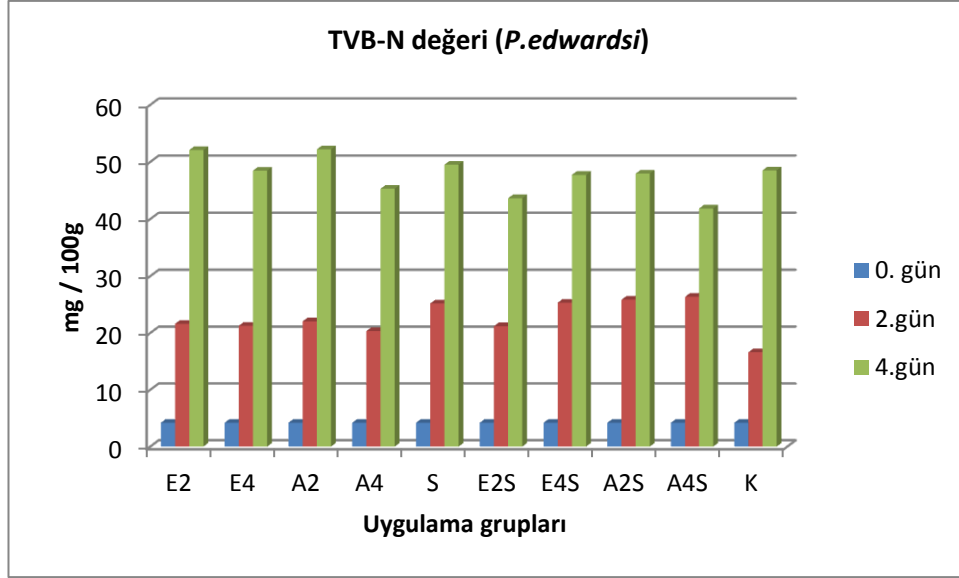
Çizelge 4.3. Devamı

TVB-N (mg/100 g)		Depolama günleri		
K	<i>A. foliacea</i>	2.05 ± 0.97	13.81 ± 6.16	48.19 ± 9.94
	<i>P. edwardsi</i>	4.20 ± 1.98	16.61 ± 0.87	48.52 ± 0.37
	<i>M. hathor</i>	6.29 ± 0.98	20.89 ± 3.87	32.77 ± 2.85

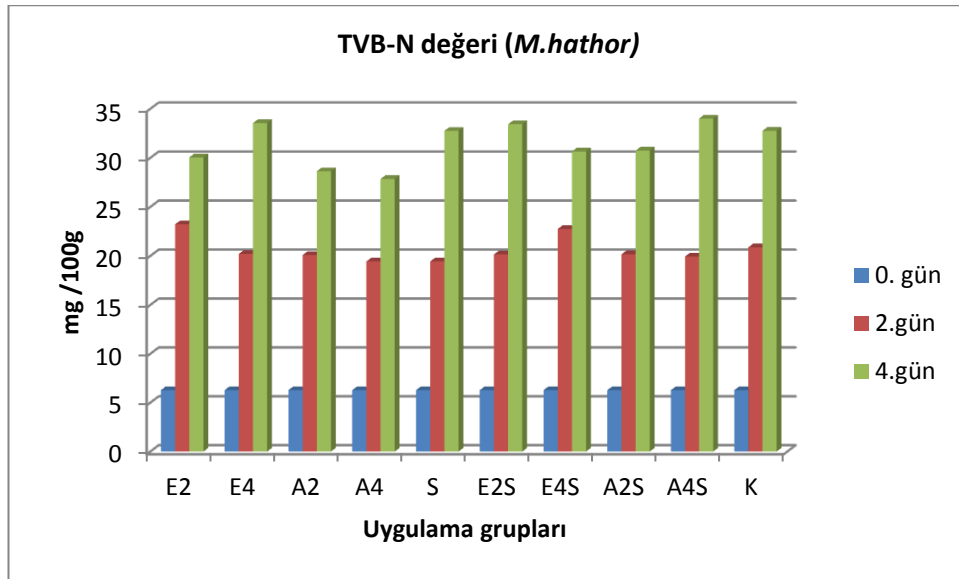
E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol



Şekil 4.1. Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*A. foliacea*) TVB-N değerleri



**Şekil 4.2.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*P.edwardsi*) TVB-N değerleri



**Şekil 4.3.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*M. hathor*) TVB-N değerleri

TVB-N tayini su ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde en çok kullanılan kimyasal yöntemlerden biridir. TVB-N (mg/100g) değerinin, taze ve dondurulmuş su ürünlerinde bozulmanın ileri aşamasında ortaya çıktığı bildirilmiştir (Ludorf ve Meyer 1973). Su ürünlerinin depolanmasında zamana bağlı olarak TVB-N değeri artış göstermektedir.

Su Ürünlerinde TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırılması aşağıdaki gibidir (Varlık vd. 1993).

25 mg/100 g'a kadar "çok iyi"

30 mg/100 g' a kadar "iyi"

35 mg/100 g' a kadar "pazarlanabilir"

35 mg/100 g'dan fazlası "kabul edilemez"

Çalışmamız sonuçlarına göre bütün türlerde 0. ve 2. günde TVB-N sınır değerleri aşılmazken 4. günde bazı türler ve bazı uygulama gruplarında sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Çizelge 5.3 incelendiğinde özellikle *P. edwardsi*'nin TVB-N değerlerinin depolamanın 4. gününde tüketilebilirlik sınır değerini aştığı görülmektedir.

Lopez-Caballero vd. (2006) 4-heksilresorsinol solüsyonlarının *Nephrops norvegicus* türü istakozlarda melanosis etkisini inceledikleri bir çalışmada. TVB-N değerlerinin başlangıçta 27.5 mg/100 olduğunu ve +2 °C de 12 gün depolama sonunda 64 mg/100 g olduğu bildirmişlerdir.

Gökoğlu (2004) tarafından yürütülen ve *Penaeus japonicus* türü karideslere organik asitlerin uygulandığı bir çalışmada, başlangıçta 18.29 mg/100 g olan TVB-N değerinin +4°C de depolamada kontrol grubu ve asetik asit uygulanmış karideslerde 30 mg/100 g değerini aşmıştır. Sitrik asit ve laktik asit uygulanan karideslerin TVB-N değerlerinin ise 6 gün boyunca tüketilebilir sınırdan kaldığı bildirilmiştir.

Erdem ve Bilgin (2004) *Palaemon adspersus* (Rathke 1837) karides türünde soğukta depolamada TVB-N değerini 5. gün sonunda 44.64 mg/100 g olarak tespit etmiş ve çiğ karideslerin soğukta 2 gün saklanabileceğini bildirmişlerdir.

Bir başka çalışmada +4 °C de depolanan *Crangon crangon* (Linnaeus 1758) türü karideslerin TVB-N değerleri 5. gün sonunda 42.53±1.65 mg/100 g değerine ulaşmıştır (Bilgin vd. 2006).

Martinez-Alvarez vd. (2005b) 4-hexyresorsinol, organik asitler ve şelatlayıcı ajanlarla muamele ettikleri karideslerde (*Marsupenaeus japonicus*) uygulama grupları ile kontrol grubuna ait TVB-N değerlerinin istatistiksel olarak farklılık göstermediğini bildirmişlerdir.

Nirmal ve Benjakul (2010) çoklu dondurma ve çözündürme ile birlikte %0.2 kateşin ve %3 ferulik asit uyguladıkları karideslerde (*Litopenaeus vannamei*) soğukta depolama sırasında kontrol grubunda uygulama gruplarından daha yüksek TVB-N değerlerine ulaştıklarını ancak tüm gruplardaki değerlerin tüketilebilirlik limit değerlerini aşmadıklarını belirtmişlerdir.

Istakoz (*Nephrops norvegis*)'un %0.1 ve %0.05 oranlarında 4- Hexyresorsinol ile muamele edildikleri başka bir çalışmada TVB-N değerlerinin 12 günlük soğuk depolama süresi sonunda tüketilebilir sınır değerlerinin üzerine çıktığı, bu değerlerin kontrol grubunda en yüksek seviyeye çıkarken % 0.1 4-Hexyresorsinol uygulanmış grupta ise en düşük seviyede kaldığı bildirilmiştir (Lopez-Caballero vd. 2006).

Çalışma örneklerimizin başlangıç TVB-N içeriğinin düşük olması ve diğer çalışmalarla farklılık göstermesinin karides türü, karidesin avlanma yöntemi ve avlanma bölgesi, antimelanotik ajan türü, uygulanan konsantrasyon ve uygulama şekline kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir

#### 4.2. Trimetilamin (TMA-N) Değerlerine Ait Bulgular

Depolama süresince karides türleri ve uygulama gruplarının TMA-N analiz sonuçlarına istatistik analiz uygulanmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 5.4’de verilmiştir. Farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş olup Duncan’ın Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 5.6’da verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Karideslerin TMA-N değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.(serbestlik derecesi)	K.O.(kareler ortalaması)	F.D. (f değeri olasılık)
Uygulama grubu	9	9.9056161	3.54**
Karides türleri	2	25.0243200	8.94*
Depolama günleri	2	357.3528617	127.65**
Uygulama grubu x karides türleri	18	4.9294052	1.76
Karides türleri x depolama günleri	4	6.4073067	2.29
Hata	144	2,799425	

(p\*\*) p<0.01 düzeyinde önemli, (p\*) p<0.05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.5.** Karideslerin TMA-N değerlerine ait Duncan’ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Uygulama grubu	TMA-N
K	4.8517 a
E2S	3.1583 b
S	3.1367 b
E2	3.0633 b
E4	2.8856 b
E4S	2.8272 b
A4S	2.5511 b
A2S	2.3711 b
A4	2.3456 b
A2	2.3444 b
Karides Türleri	
<i>A. foliacea</i>	3.5015 a
<i>P. edwardsi</i>	3.1175 a
<i>M. hathor</i>	2.2415 b

Çizelge 4.5. Devamı

Uygulama grubu	TMA-N
Depolama günleri	
0.Gün	0.9800 c
2.Gün	2.1982 b
4.Gün	5.6823 a

Aynı sütunda yer alan aynı harfler, ortalamalar arasında farklılık olmadığını ( $P \geq 0.05$ ) göstermektedir. **E2**= %2 Eritorbik asit. **E4**= %4 Eritorbik asit. **A2**= %2 Askorbik asit. **A4**= %4 Askorbik Asit. **S**= Sodyum metabisülfid. **K**= kontrol

Çizelge 4.5. incelendiğinde kontrol grubunun TMA-N değeri uygulama gruplarının TMA-N değerlerinden önemli derecede ( $p < 0.01$ ) yüksek bulunmuştur. Uygulama grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında TMA-N içeriği bakımından önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu bulgu bize askorbik asit ve eritorbik asitin karidesin kalitesini korumada etkili olduğunu göstermektedir. Depolamanın son günü itibarı ile değerlendirildiğinde, *A. foliacea* için askorbik asitin her iki konsantrasyondaki uygulaması (A2 ve A4) ve bunların sülfid kombinasyonları ile daha düşük TMA-N sonuçları alınırken, *P. edwardsi* için eritorbik asit ve askorbik asitin sülfid kombinasyonları, *M. hathor* için ise eritorbik asit ve askorbik asitin %4'lük konsantrasyonunun sülfid kombinasyonlarının daha etkili olduğu görülmektedir. Karides türleri karşılaştırıldığında en düşük ( $p < 0.05$ ) TMA-N değeri *M. hathor* türünde belirlenmiş olup *A. foliaceae* ve *P. edwardsi* türlerine ait TMA-N değerleri daha yüksek ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. *A. foliacea* ve *P. edwardsi* türlerinin TMA-N değerleri arasında önemli bir farklılık ( $p > 0.05$ ) gözlenmemiştir. Depolama günleri açısından incelendiğinde TMA-N değerleri depolamaya bağlı olarak artış göstermiş ( $p < 0.01$ ) ve 4. günde en yüksek değere ulaşmıştır.

Depolama günlerine göre karideslerin TMA-N değerlerindeki değişimler Çizelge 4.6. ve Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da verilmiştir.

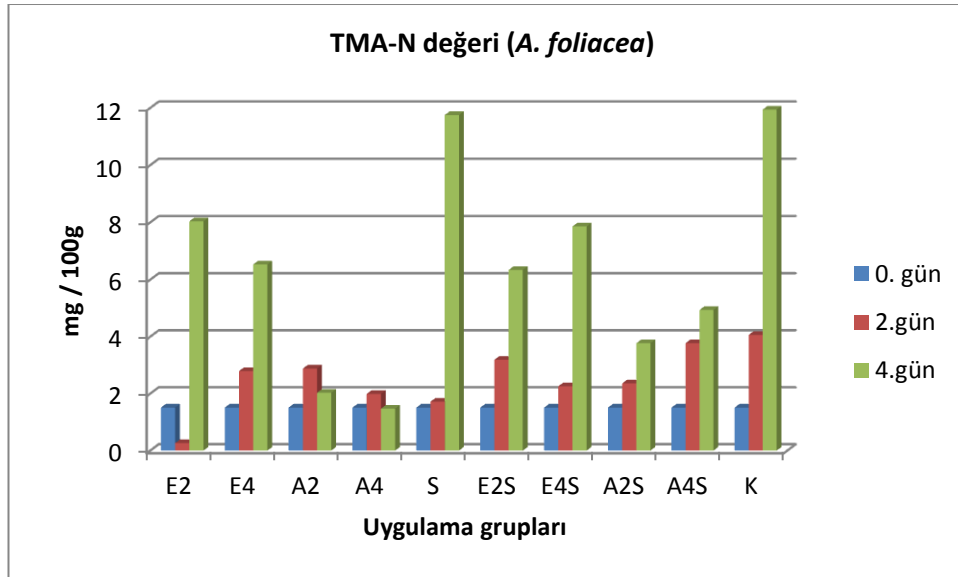
**Çizelge 4.6.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin TMA-N değerlerindeki değişimler

TMA-N (mg/100 g)		Depolama günleri		
Uygulama grupları	Karides Türleri	0	2	4
E2	<i>A.foliacea</i>	1.51± 0.01	0.26 ± 0.09	8.04 ± 1.29
	<i>P.edwardsi</i>	0.87±0.68	1.54±0.33	10.92±0.79
	<i>M. hathor</i>	0.56 ± 0.07	2.13±0.11	1.76±0.37
E4	<i>A. foliacea</i>	1.51 ± 0.01	2.79±0.20	6.53±0.34
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	1.66±0.33	6.53±0.66
	<i>M. hathor</i>	0.56 ± 0.07	1.76 ± 0.02	3.77±0.06
A2	<i>A. foliacea</i>	1.51 ± 0.01	2.88 ± 0.33	2.03±0.05
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	1.22 ± 0.41	7.93±0.49
	<i>M. hathor</i>	0.56 ± 0.07	0.36 ± 0.04	3.75±0.16

Çizelge 4.6. Devamı

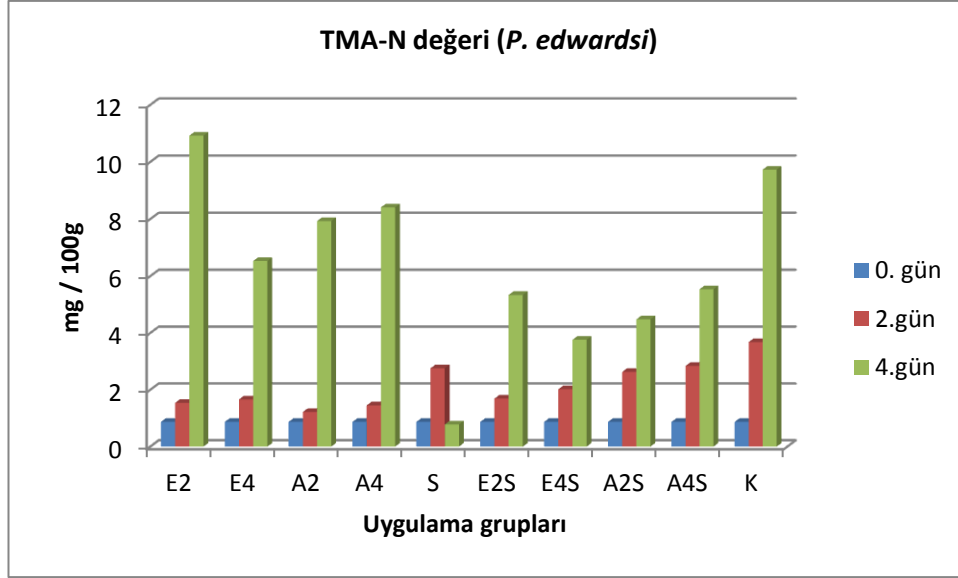
TMA-N (mg/100 g)		Depolama günleri		
A4	<i>A.foliacea</i>	1.51 ± 0.01	2.0 ± 0.93	1.47±0.35
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	1.45 ± 0.76	8.41±0.55
	<i>M.hathor</i>	0.56 ± 0.07	0.46 ± 0.09	4.39±0.52
S	<i>A.foliacea</i>	1.51 ± 0.01	1.72 ± 1.32	11.46±1.08
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	2.76 ± 1.47	0.78±0.78
	<i>M.hathor</i>	0.56 ± 0.07	2.05 ± 0.10	6.24±0.75
E2S	<i>A.foliacea</i>	1.51 ± 0.01	3.19 ± 0.76	6.34±0.45
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	1.69 ± 0.46	5.34±0.45
	<i>M.hathor</i>	0.56 ± 0.07	1.72 ± 0.19	7.23±0.80
E4S	<i>A.foliacea</i>	1.51 ± 0.01	2.26 ± 0.56	7.86±0.04
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	2.02 ± 0.13	3.76±0.65
	<i>M.hathor</i>	0.56 ± 0.07	4.7 ± 0.69	1.87±0.91
A2S	<i>A.foliacea</i>	1.51 ± 0.01	2.36 ± 0.41	3.77±0.45
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	2.63 ± 0.51	4.78±0.77
	<i>M.hathor</i>	0.56 ± 0.07	0.46 ± 0.18	4.72±0.69
A4S	<i>A.foliacea</i>	1.51 ± 0.01	3.77 ± 1.58	4.94±0.12
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	2.84 ± 0.06	5.54±0.26
	<i>M.hathor</i>	0.56 ± 0.07	0.93 ± 0.13	2.06±0.10
K	<i>A.foliacea</i>	1.51 ± 0.01	4.06 ± 0.57	11.94±1.01
	<i>P.edwardsi</i>	0.87 ± 0.68	3.68 ± 0.29	9.73±0.54
	<i>M.hathor</i>	0.56 ± 0.07	4.7 ± 0.83	6.64±2.28

E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfüt. K= kontrol

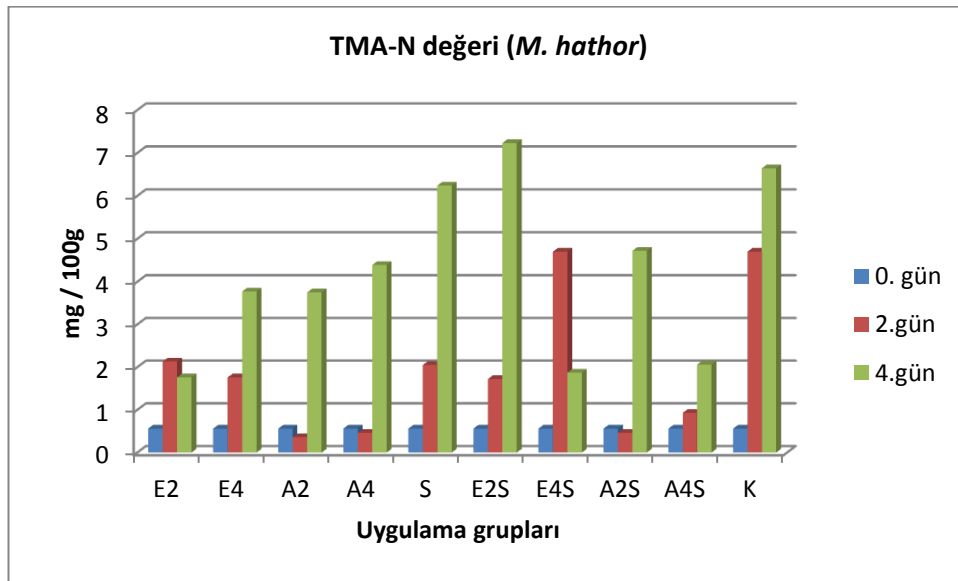


Şekil 4.4. Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*A. foliacea*) TMA-N değerleri





**Şekil 4.5.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*P. edwardsi*) TMA-N değerleri



**Şekil 4.6.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*M. hathor*) TMA-N değerleri

Trimetilamin (TMA-N) trimetilaminoksitmetilaz (TMAO-az) enziminin etkisiyle oluşmakta olup, oluşan trimetilamin de dimetilamin ve formaldehite kadar parçalanmaktadır ve formaldehit oluşumu su ürününün cinsine trimetilamin oksit miktarına ve enzim aktivitesine bağlıdır (Varlık vd. 1993).

TMA-N miktarının ölçümü taze olarak satılan su ürünlerindeki mikrobiyal bozulmanın seviyesini göstermesi nedeniyle önem arz etmektedir. Su Ürünlerindeki TMA-N tüketilebilir limit değerleri aşağıdaki gibi bildirilmektedir (Varlık vd. 1993).

4 mg/100 g' a kadar 'iyi'

10 mg/100 g' a kadar 'pazarlanabilir'

12 mg/100 g' a kadar olanlar 'bozulmuş'

Çalışma sonuçlarına göre uygulama gruplarındaki karideslerin tamamı 4. gün sonuna kadar pazarlanabilir değerlerini korumuştur.

Yapılan bir çalışmada TMA-N değerleri 0.61 mg/100g değerinden 75.günde 5.05 mg/100g (Varlık vd. 1993) ve yine soğukta depolanan karideslerde TMA-N değerinin 1.49 mg/100g'dan 6.gün sonunda 6.85 mg/100g'a yükseldiği bildirilmiştir (Erdem ve Bilgin 2004). Bu değerler çalışma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Gökoğlu (2004)'nin *Penaeus japonicus* türü karideslerde organik asitlerin depolama süresince melanosis gelişimi ve kalite üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmasında 6. gün sonunda kontrol grubunun TMA-N değerini 9.1 mg/100 g tespit etmiş, sitrik asit ve laktik asit içeren uygulama grupları ise +4 °C'lik depolama sonunda en düşük TMA-N değerine sahip gruplar olmuştur.

Varlık vd. (1997)'nin yaptığı bir çalışmada başlangıç TMA-N değeri 1.75 mg/100 g olan *Parapenaeus longirostris* türü karidesler soğukta depolanmış ve 2. günde bu değer 8 mg/100 g'a, 4. günde ise 19.7 mg/100g değerine ulaşmıştır.

Bilgin vd. (2006) TMA-N miktarını depolama başlangıcında 0.26 mg/100g olarak saptamış, depolama sonunda bu değer 9.37±0.16 mg/100 değerine ulaşmıştır.

Istakoz (*Nephrops norvegicus*)'un %0.1 ve %0.05 oranlarında 4- 4-heksilresorsinol ile muamele edildikleri başka bir çalışmada TMA-N değerlerinin 12 günlük soğuk depolama süresi sonunda tüketilebilir sınır değerlerinin üzerine çıktığı, bu değerlerin kontrol grubunda en yüksek seviyeye çıkarken % 0.1 4-heksilresorsinol uygulanmış grupta ise en düşük seviyede kaldığı bildirilmiştir (Lopez-Cabellero vd. 2006).

### 4.3. pH Değerlerine Ait Bulgular

Depolama süresince karides türleri ve uygulama gruplarının pH analiz sonuçlarına istatistik analiz uygulanmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş olup, Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Karideslerin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D. (serbestlik değeri)	K.O. (kareler ortalaması)	F.D. (f değeri olasılık)
Uygulama grubu	9	0.05583093	1.97**
Karides türleri	2	4.58884667	161.78**
Depolama günleri	2	6.35793500	224.15**
Uygulama grubu x karides türleri	18	0.08469111	2.99**
Karides türleri x depolama günleri	4	0.75084167	26.47
Hata	144	0.02836421	

(p\*\*) p<0.01 düzeyinde önemli, (p\*) p<0.05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.8.** Karideslerin pH değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Uygulama grubu	PH
S	6.93389 a
A2	6.92667 a
E2S	6.91667 a
K	6.91111 a
E2	6.86556 ba
A2S	6.86111 ba
E4	6.84833 ba
E4S	6.82333 ba
A4	6.81889 ba
A4S	6.76278 b
Karides Türleri	
<i>A. foliacea</i>	6.88983 b
<i>P. edwardsi</i>	7.13117 a
<i>M. hathor</i>	6.57950 c
Depolama günleri	
0.Gün	6.62167 c
2.Gün	6.74267 b
4.Gün	7.23617 a

Aynı sütunda yer alan aynı harfler, ortalamalar arasında farklılık olmadığını ( $P \geq 0.05$ ) göstermektedir. **E2=** %2 Eritorbik asit. **E4=** %4 Eritorbik asit. **A2=** %2 Askorbik asit. **A4=** %4 Askorbik Asit. **S=** Sodyum metabisülfid. **K=** kontrol

Çizelge 4.8. incelendiğinde pH değerleri bakımından uygulama grupları arasında önemli ( $p < 0.01$ ) farklılıklar tespit edilmiştir. Askorbik asit ve eritorbik asitin konsantrasyonundaki artışın pH değerinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Sodyummetabisülfid ile muamele edilen karideslerin pH değerleri diğer uygulama gruplarınınkinden önemli ( $p < 0.01$ ) derecede yüksek bulunmuştur. Depolamanın son günü itibarı ile değerlendirildiğinde *A. foliacea* için askorbik asit ve eritorbik asitin sülfid kombinasyonları ile daha düşük pH değerleri elde edilmiştir. *P. edwardsi* için yüksek konsantrasyonda askorbik asit ve eritorbik asit uygulamasının daha düşük pH değerlerine neden olduğu belirlenmiştir. *M. hathor* için ise eritorbik asit uygulaması

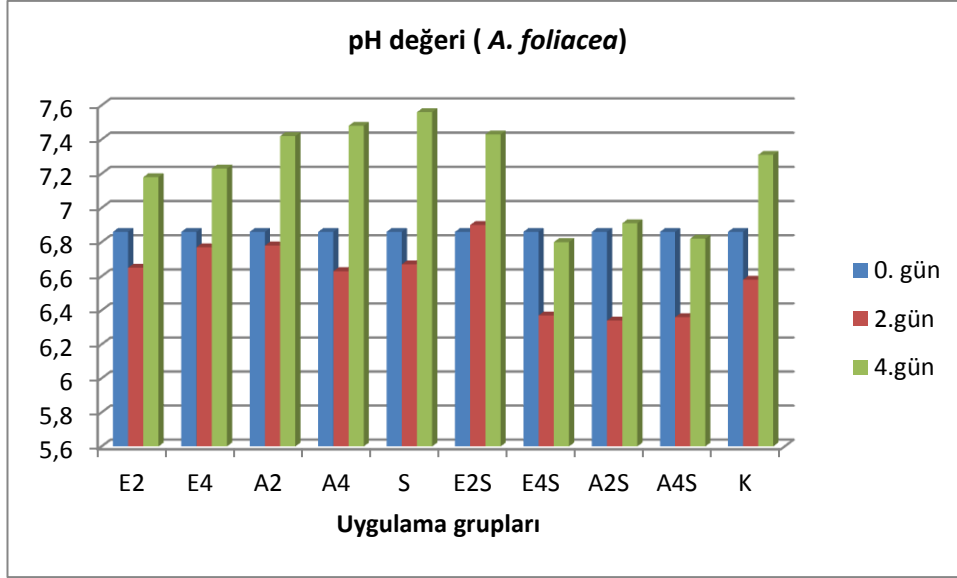
düşük pH değeri ile sonuçlanmıştır. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek pH değeri ( $p<0.01$ ) *P. edwardsi* türünde belirlenmiş olup, *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerine ait pH değerleri daha düşük ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. *M. hathor* pH değerlerinin *A. foliacea* pH değerinden daha düşük ( $p<0.01$ ) olduğu gözlenmiştir. Depolama günleri açısından incelendiğinde pH değerleri depolamaya bağlı olarak önemli ( $p<0.01$ ) artış göstermiş olup, 4. günde en yüksek değere ulaşmıştır.

Depolama günlerine göre karideslerin pH değerlerindeki değişimler Çizelge 4.9. ve Şekil 4.7., Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.'da verilmiştir.

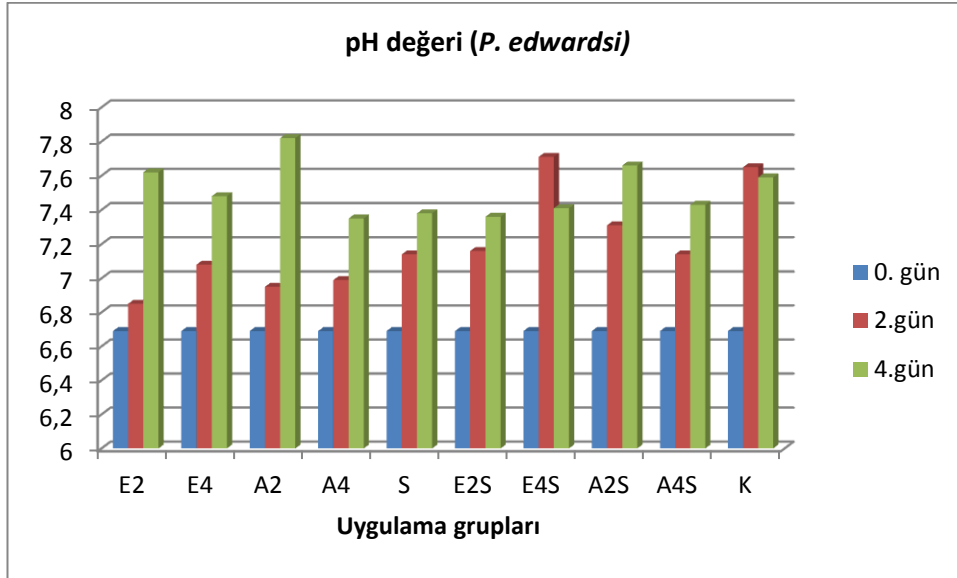
**Çizelge 4.9.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karideslerin pH değerlerindeki değişimler

pH		Depolama günleri		
Uygulama grupları	Karides Türleri	0	2	4
E2	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.65±0.04	7.16±0
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	6.85 ± 0.07	7.61 ± 0
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.54±0	6.67±0
E4	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.77±0.07	7.22±0
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	7.08±0	7.47±0
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.51±0	6.71±0
A2	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.78±0.07	7.41±0
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	6.95±0.07	7.81±0
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.59±0.07	6.93±0.03
A4	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.63±0.07	7.48±0.01
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	6.99±0.01	7.35±0
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.47±0	7.01±0
S	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.67±0	7.56±0
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	7.13±0	7.38±0
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.41±0.02	7.39±0
E2S	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.90±0	7.43±0.01
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	7.16±0.01	7.36±0.04
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.31±0	7.22±0
E4S	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.37±0	6.8±0.02
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	7.71±0.07	7.41±0.01
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.39±0.13	7.21±0
A2S	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.34±0.07	6.91±0.01
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	7.31±0.07	7.65±0
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.35±0	6.98±0.02
A4S	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.36±0.01	6.82±0
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	7.13±0	7.42±0
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.5±0.01	6.76±0
K	<i>A. foliacea</i>	6.86±0.19	6.58±0.01	7.31±0
	<i>P. edwardsi</i>	6.69 ± 0.13	7.65±0.07	7.58±0.03
	<i>M. hathor</i>	6.32 ± 0.14	6.4±0	7.01±0

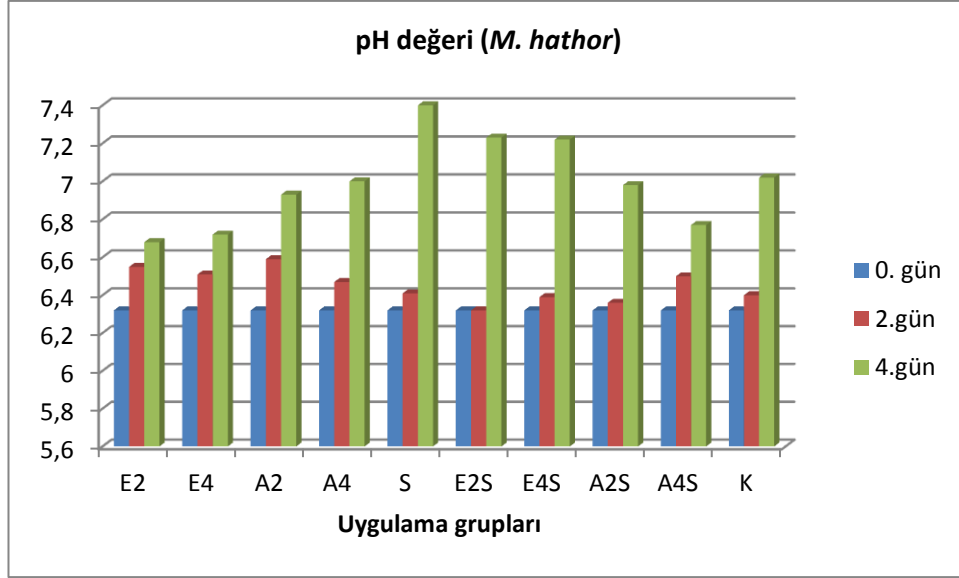
E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfidit. K= kontrol



Şekil 4.7. *A. foliacea*' nin depolama günlerindeki pH değerleri



Şekil 4.8. *P. edwardsi*' nin depolama günlerindeki pH değerleri



**Şekil 4.9.** *M.hathor*'un depolama günlerindeki pH değerleri

Mikrobiyal aktivite kaynaklı olan bazik bileşikler pH artışının esas nedenidir (Lopez- Caballero vd. 2006). Tazelik konusunda pH değerinin iyi bir gösterge olduğu özellikle pH 7.8'in kritik bir sınır olduğu ayrıca pH 7.7 ve daha düşük değerler iyi bir kaliteyi pH 7.70-7.95 düşük fakat kabul edilebilir kaliteyi pH 7.95 ve daha fazlası ise kabul edilemez kaliteyi ifade ettiği bildirilmektedir (Gökoğlu 2004). Buna göre çalışmamızda bütün uygulama gruplarının pH değerleri sınır değerlerini aşmadığı görülmüştür.

Pasifik beyaz karideslerin (*Litopenaeus vannamei*) buzda depolama sırasında kalite değişimlerinin incelendiği bir araştırmada kontrol grubu ve sodyum metabisülfid uygulanmış gruplarda ferulik asit içeren uygulama gruplarına göre daha yüksek pH değerlerine ulaşılmıştır (Nirmal ve Benjakul 2009).

Benner vd. (1994) kahverengi karideslerin (*Penaeus aztecus*) 6.55 olan pH değerinin 16 günlük buzda depolama sonunda 8.04'e arttığı bildirmişlerdir.

Varlık vd. (1997)'nin yaptığı çalışmada *Parapenaeus longirostris* karideslerin pH değerinin 7.73'den 4 günlük depolama sonunda 7.81 değerine ulaştığı bildirilmiştir.

Bilgin vd. (2006)'nin *Crangon crangon* (Linnaeus 1758) türü karideslerin soğukta depolanması sırasındaki kalite değişimleri üzerine yaptığı çalışmada çığ karideslerin depolama başlangıcında 6.83 olan pH değerinin 5 günlük +4°C depolamanın sonunda 7.95'e yükseldiği bildirilmiştir. Bu değerler çalışma gruplarımızla benzerlik göstermektedir.

Farklı tespit edilen pH değerlerinin, karides türleri, avlanma mevsimi ile yakalanma şekli ve kullanılan antioksidan farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.4. Karideslerin Renk Ölçüm Bulguları

##### 4.4.1. L\* değerine ait bulgular

Depolama süresince karides türleri ve uygulama gruplarının renk değerleri (L\*) analiz sonuçlarına istatistik analiz uygulanmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.'de verilmiştir. Farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş olup Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Karideslerin L\* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.(serbestlik değeri)	K.O.(kareler ortalaması)	F.D.(f değeri olasılık)
Uygulama grubu	9	20.797222	0.97
Karides türleri	2	3133.784838	146.67**
Depolama günleri	2	456.943625	38.26**
Uygulama grubu x karides türleri	18	22.124758	1.04
Karides türleri x depolama günleri	4	116.230357	5.44**
Hata	234	21.36553	

(p\*\*) p<0.01 düzeyinde önemli, (p\*) p<0.05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.11.** Karideslerin L\* değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	L* değeri
Uygulama grubu	
E4	37.670 a
A4S	37.574 a
A4	37.321 a
A2S	37.214 a
E4S	37.004 a
K	36.180 a
S	36.075 a
E2	35.844 a
A2	35.627 a
E2S	35.257 a
Karides türleri	
<i>A. foliacea</i>	31.5129 c
<i>P. edwardsi</i>	43.2493 a
<i>M. hathor</i>	34.9140 b
Depolama günleri	
0.Gün	33.9456 b
2.Gün	37.4971 a
4.Gün	38.2336 a

Aynı sütunda yer alan aynı harfler, ortalamalar arasında farklılık olmadığını ( $P \geq 0.05$ ) göstermektedir. E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol

Çizelge 4.11. incelendiğinde L\* değerleri bakımından uygulama grupları arasında önemli ( $p>0.05$ ) bir fark bulunmamıştır. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek L\* değeri *P. edwardsi* türünde belirlenmiş ( $p<0.01$ ) olup, *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerine ait L\* değerleri daha düşük ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. *A. foliacea* türünün ise *M. hathor* türünden daha düşük L\* değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Depolama günleri açısından incelendiğinde L\* değerleri depolamaya bağlı olarak önemli derecede ( $p<0.01$ ) artış göstermiş olup. 4. günde en yüksek değere ulaşmıştır.

L\* değeri parlaklık veya açıklık koyuluk değerini ifade etmektedir. L\* değerinin artması parlaklığın yada beyazlığın artmasını, L\* değerin düşmesi ise koyuluğun artmasını göstermektedir. Buna göre eritorbik asit, askorbik asit, sodyum metabisülfid ve sodyum metabisülfid içeren çözeltilerine daldırılmış karideslerin L\* değerinin yüksek olmasının sebebi sülfidlerin etkili indirgeme ajanı olmaları ile birlikte sülfidlerin ağartma özelliklerinden kaynaklanabilmektedir (Martinez-Alvarez 2007).

Gökoğlu ve Yerlikaya (2008) yaptığı bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış üzüm çekirdeği ekstratlarına daldırılan karideslerin sahip olduğu rengi uzun süre koruduğu, üzüm çekirdeği ekstratlarının özellikle L\* ve a\* değeri üzerinde etkili olduğu, depolama süresince iki değerde de düşüş görülmüş olup, konsantrasyon artışıyla birlikte değerlerin yükseldiği ortaya konulmuştur. Bu değerler çalışma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

#### 4.4.2. a\* değerine ait bulgular

Depolama süresince karides türleri ve uygulama gruplarının renk değerleri (a\*) analiz sonuçlarına istatistik analiz uygulanmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş olup Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Karideslerin a \* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.(serbestlik değeri)	K.O.(kareler ortalaması)	F.D.(f değeri olasılık)
Uygulama grubu	9	9.244907	3.05**
Karides türleri	2	3568.912636	1177.55**
Depolama günleri	2	26.378587	8.70**
Uygulama grubu x karides türleri	18	5.646036	1.86
Karides türleri x depolama günleri	4	10.568325	3.49*
Hata	232	3.030785	

(p\*\*)  $p<0.01$  düzeyinde önemli, (p\*)  $p<0.05$  düzeyinde önemli



**Çizelge 4.13.** Karideslerin a\* değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	a* değeri
Uygulama grubu	
E4S	7.9326 a
E2	7.7684 a
A4S	7.6548 a
S	7.6074 a
E2S	7.5759 a
A4	7.5096 a
A2S	7.4607 a
A2	7.3092 a
E4	7.2339 a
K	5.8241 b
Karides Türleri	
<i>A. foliacea</i>	13.6381a
<i>P. edwardsi</i>	7.4040 b
<i>M. hathor</i>	0.9690 c
Depolama günleri	
0.Gün	7.9606 a
2.Gün	7.0194 b
4.Gün	7.1689 b

Aynı sütunda yer alan aynı harfler, ortalamalar arasında farklılık olmadığını ( $P \geq 0.05$ ) göstermektedir. **E2=** %2 Eritorbik asit. **E4=** %4 Eritorbik asit. **A2=** %2 Askorbik asit. **A4=** %4 Askorbik Asit. **S=** Sodyum metabisülfid. **K=** kontrol

Çizelge 4.13. incelendiğinde a\* değerleri bakımından kontrol grubu karideslerde en düşük ( $p < 0.01$ ) değeri gözlenirken, diğer uygulama gruplarında daha yüksek değerler bulunmuştur. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek a\* değeri *A. foliacea* türünde belirlenmiş ( $p < 0.01$ ) olup sonraki yüksek değer *P. edwardsi* ve *M. hathor* türünde en düşük ( $p < 0.01$ ) a\* değeri bulunmuştur. Depolama günleri açısından incelendiğinde a\* değerleri depolamaya bağlı olarak düşüş göstermiş olup 2. ve 4. günlerde en düşük değerleri göstermişlerdir.

Martinez-Alvarez (2007)'nin Norveç istakozlarında enzimatik esmerleşmeyi engelleme ile ilgili yaptığı bir çalışmada  $+2^{\circ}\text{C}$  12 günlük depolama sonunda a\* değerinde düşme gözlenmiştir. Bu değerler çalışma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

#### 4.4.3. b\* değerine ait bulgular

Depolama süresince karides türleri ve uygulama gruplarının renk değerleri (b\*) analiz sonuçlarına istatistik analiz uygulanmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş olup Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16.' da verilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Karideslerin b\* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.(serbestlik değeri)	K.O.(kareler ortalaması)	F.D.(f değeri olasılık)
Uygulama grubu	9	10.234495	4.44**
Karides türleri	2	673.002904	291.71**
Depolama günleri	2	148.630279	64.42**
Uygulama grubu x karides türleri	18	4.938788	2.14**
Karides türleri x depolama günleri	4	40.948432	17.75**
Hata	234	2.307119	

(p\*\*) p<0.01 düzeyinde önemli, (p\*) p<0.05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.15.** Karideslerin b\* değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Uygulama grubu	b*
A4	7.4248 a
E4	7.2286 ba
E2	6.9670 bac
A2	6.6700 bac
E2S	6.6030 bac
E4S	7.0396 bac
A2S	6.3756 bdc
A4S	6.2444 dc
K	5.6870 d
S	5.6100 d
Karides Türleri	
<i>A. foliacea</i>	8.8040 a
<i>P. edwardsi</i>	7.4271 b
<i>M. hathor</i>	3.5301 c
Depolama günleri	
0.Gün	5.2844c
2.Gün	6.6178b
4.Gün	7.8590a

Aynı sütunda yer alan aynı harfler, ortalamalar arasında farklılık olmadığını ( $P \geq 0.05$ ) göstermektedir. E2=%2 Eritorbik asit. E4=%4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol

Çizelge 4.15. incelendiğinde b\* değerleri bakımından uygulama grupları arasında önemli ( $p < 0.01$ ) farklılıklar bulunmamıştır. En yüksek b\* değerleri askorbik asit ve eritorbik asitin tek başına kullanıldığı gruplarda gözlenmiştir. En düşük b\* değerleri ise kontrol grubu ve metabisülfid uygulanmış grupta belirlenmiştir. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek b\* değeri *A. foliacea* türünde belirlenmiş ( $p < 0.05$ ) olup, sonraki yüksek değeri *P.edwardsi* gösterip, en düşük değerin ( $p < 0.01$ ) ise *M. hathor* türüne ait olduğu bulunmuştur. Depolama günleri açısından incelendiğinde b\* değerleri depolamaya bağlı olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir artış göstermiş olup 4. günde en yüksek değere ulaşmıştır.

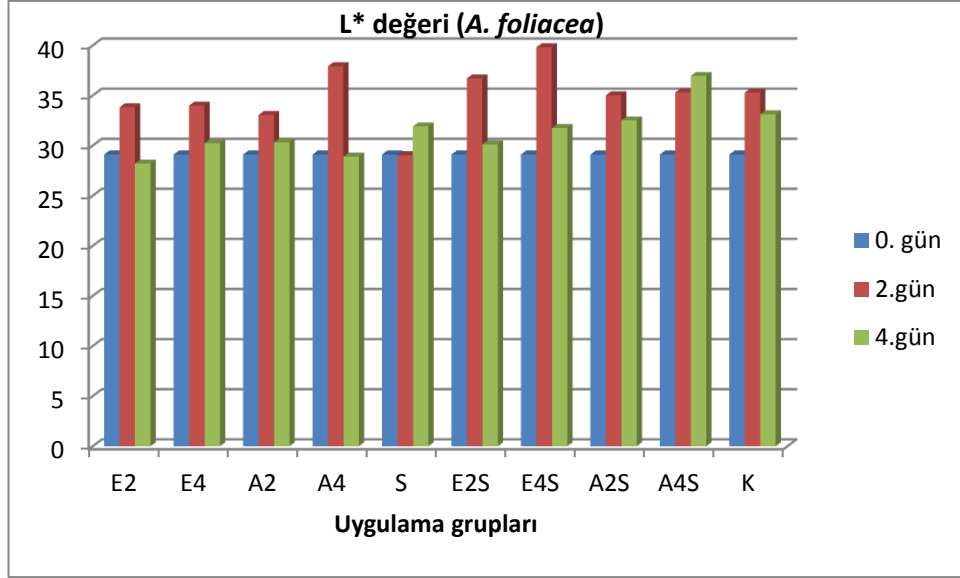
Gökoğlu ve Yerlikaya (2008)'nin yaptığı çalışmada b\* değerinde belli bir düşme ya da yükselme görülmemiştir. Martinez-Alvarez (2007)'nin yine Norveç istakozlarında melanosisi engelleme ile yaptığı bir çalışmada +2°C'de 12 günlük depolama sonunda b\* değerinde bir değişim görülmemiştir. Farklı tespit edilen karideslerin b\* değerleri, karides türleri, avlanma mevsimi ile yakalanma şekli ve kullanılan antioksidan farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Depolama günlerine göre *A. foliacea* karideslerin renk ( $L^*a^*b^*$ ) değerlerindeki değişimler Çizelge 4.16 ve Şekil 4.10, Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de verilmiştir.

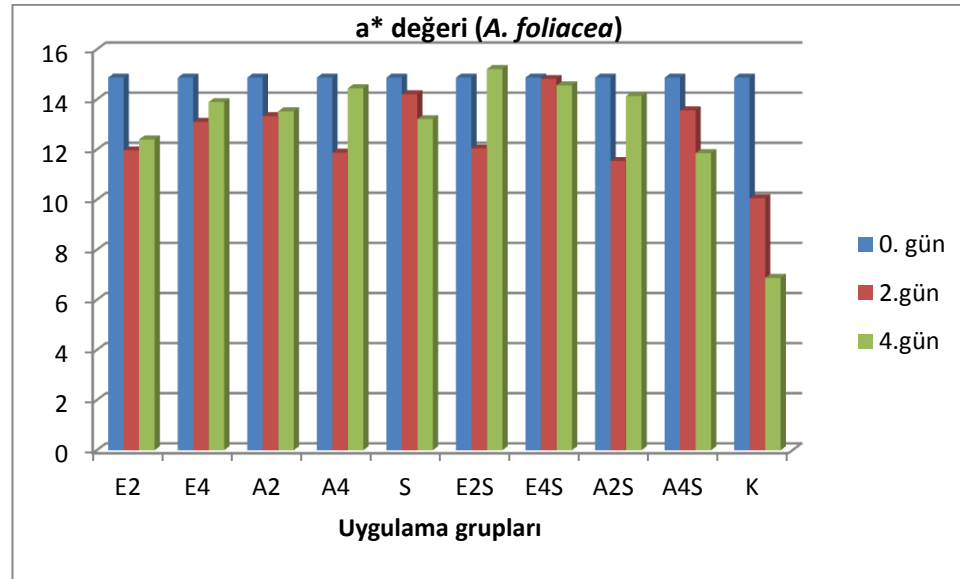
**Çizelge 4.16.** *A. foliacea* renk ( $L^*a^*b^*$ ) değerleri

Uygulamalar		Depolama günleri		
		0	2	4
E2	L	29.11 ± 0.62	33.83 ± 4.36	29.20 ± 10.61
	a*	14.88 ± 0.88	11.96 ± 0.41	12.22 ± 4.65
	b*	8.88 ± 1.12	7.65 ± 0.32	8.74 ± 2.56
E4	L	29.11 ± 0.62	34.00 ± 2.00	30.25 ± 1.92
	a*	14.88 ± 0.88	13.10 ± 0.27	13.90 ± 1.13
	b*	8.88 ± 1.12	8.80 ± 0.42	10.06 ± 0.94
A2	L	29.11 ± 0.62	33.07 ± 1.95	30.32 ± 0.59
	a*	14.88 ± 0.88	13.33 ± 1.64	13.53 ± 1.11
	b*	8.88 ± 1.12	9.03 ± 0.59	9.99 ± 0.33
A4	L	29.11 ± 0.62	37.93 ± 2.18	28.91 ± 1.36
	a*	14.88 ± 0.88	11.88 ± 0.57	14.45 ± 1.70
	b*	8.88 ± 1.12	7.54 ± 0.67	9.88 ± 0.54
S	L	29.11 ± 0.62	31.92 ± 0.28	31.95 ± 3.60
	a*	14.88 ± 0.88	13.22 ± 0.93	13.41 ± 2.35
	b*	8.88 ± 1.12	9.25 ± 0.50	9.64 ± 1.55
E2 + S	L	29.11 ± 0.62	36.71 ± 2.31	30.13 ± 1.28
	a*	14.88 ± 0.88	12.04 ± 2.13	15.22 ± 1.24
	b*	8.88 ± 1.12	7.79 ± 1.32	10.87 ± 0.51
E4 + S	L	29.11 ± 0.62	29.81 ± 1.90	31.76 ± 1.61
	a*	14.88 ± 0.88	14.81 ± 1.18	14.56 ± 2.28
	b*	8.88 ± 1.12	8.60 ± 0.82	9.86 ± 0.04
A2 + S	L	29.11 ± 0.62	35.02 ± 1.59	32.52 ± 6.61
	a*	14.88 ± 0.88	11.55 ± 0.10	14.14 ± 5.48
	b*	8.88 ± 1.12	8.39 ± 0.17	9.55 ± 1.55
A4 + S	L	29.11 ± 0.62	35.31 ± 3.35	36.95 ± 10.09
	a*	14.88 ± 0.88	13.57 ± 1.75	11.86 ± 5.94
	b*	8.88 ± 1.12	8.94 ± 0.14	8.67 ± 3.09
K	L	29.11 ± 0.62	35.30 ± 4.61	33.13 ± 15.35
	a*	14.88 ± 0.88	10.06 ± 0.16	6.87 ± 4.97
	b*	8.88 ± 1.12	6.99 ± 0.83	6.11 ± 3.47

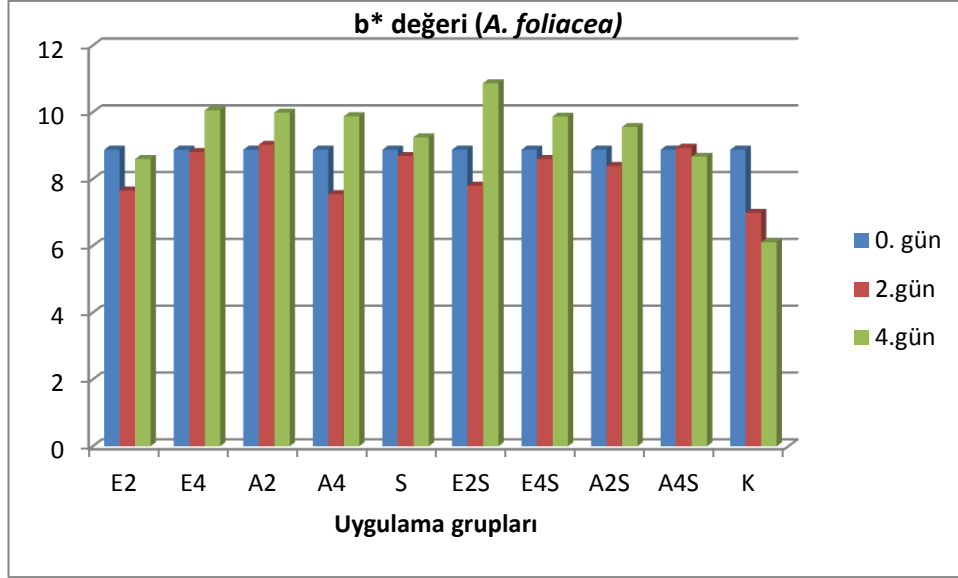
E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfüt. K= kontrol



**Şekil 4.10.** *A. foliacea* türüne ait L\* değerleri



**Şekil 4.11.** *A. foliacea* türüne ait a\* değerleri



Şekil 4.12. *A. foliacea* türüne ait b\* değerleri

Depolama günlerine göre *P. edwardsi* karideslerin renk ( $L^*a^*b^*$ ) değerlerindeki değişimler Çizelge 4.17. ve Şekil 4.13. Şekil 4.14. ve Şekil 4.15.'de verilmiştir

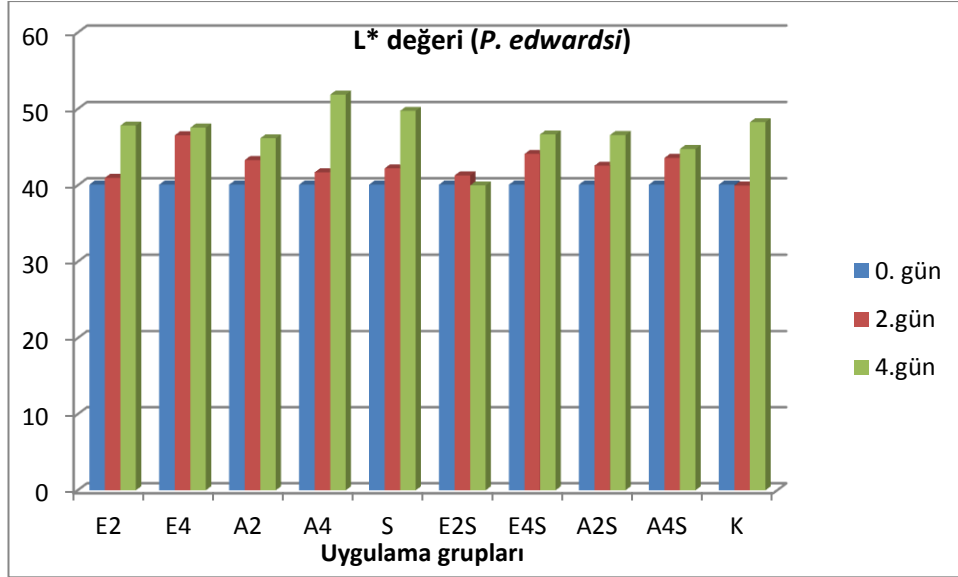
Çizelge 4.17. Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*P.edwardsi*) renk ( $L^*a^*b^*$ ) değerleri

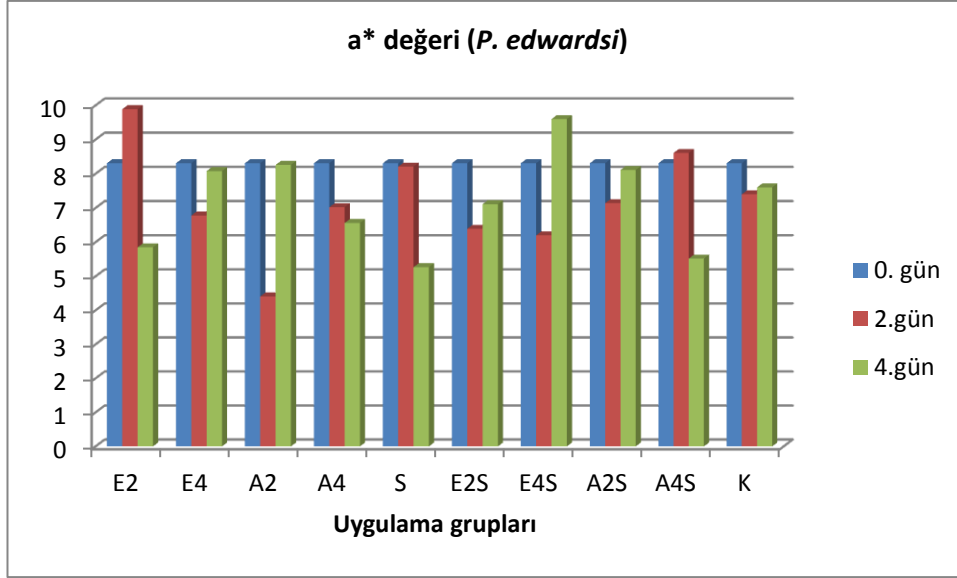
Uygulamalar		Depolama günleri		
		0	2	4
E2	L	40.09 ± 0.95	40.99 ± 0.92	47.83 ± 4.39
	a*	8.30 ± 1.37	9.88 ± 0.92	5.85 ± 4.38
	b*	4.73 ± 0.03	10.51 ± 1.18	7.94 ± 5.46
E4	L	40.09 ± 0.95	46.56 ± 3.62	47.55 ± 4.48
	a*	8.30 ± 1.37	6.78 ± 0.47	8.07 ± 7.14
	b*	4.73 ± 0.03	8.16 ± 0.63	10.18 ± 6.15
A2	L	40.09 ± 0.95	43.31 ± 2.22	46.16 ± 2.53
	a*	8.30 ± 1.37	4.41 ± 1.16	8.26 ± 2.88
	b*	4.73 ± 0.03	6.15 ± 0.21	11.42 ± 2.74
A4	L	40.09 ± 0.95	41.71 ± 3.71	51.88 ± 3.51
	a*	8.30 ± 1.37	7.02 ± 0.62	6.56 ± 5.56
	b*	4.73 ± 0.03	10.13 ± 0.95	13.05 ± 2.30
S	L	40.09 ± 0.95	42.23 ± 0.92	49.75 ± 6.22
	a*	8.30 ± 1.37	8.21 ± 0.31	5.27 ± 2.42
	b*	4.73 ± 0.03	5.98 ± 0.61	5.51 ± 2.20
E2 + S	L	40.09 ± 0.95	41.3 ± 3.74	39.98 ± 4.021
	a*	8.30 ± 1.37	6.39 ± 0.96	7.10 ± 0.51
	b*	4.73 ± 0.03	7.07 ± 0.94	8.43 ± 2.25
E4 + S	L	40.09 ± 0.95	44.12 ± 1.58	46.66 ± 4.471
	a*	8.30 ± 1.37	6.20 ± 1.70	9.6 ± 3.62
	b*	4.73 ± 0.03	7.09 ± 2.03	10.42 ± 0.71

Çizelge 4.17. Devamı

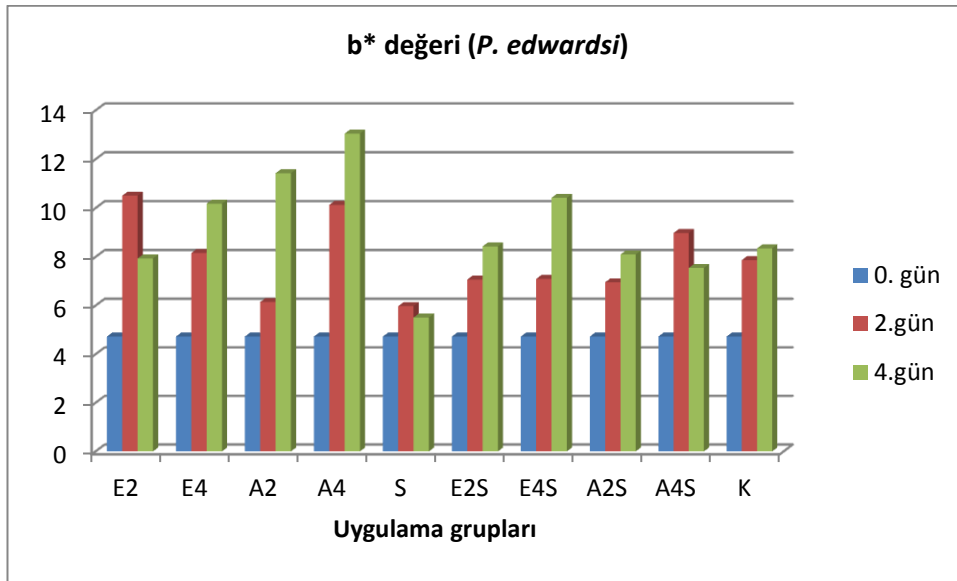
Uygulamalar		Depolama günleri		
A2 + S	L	40.09 ± 0.95	42.57 ± 0.54	46.58 ±
	a*	8.30 ± 1.37	7.14 ± 1.24	8.10 ± 4.67
	b*	4.73 ± 0.03	6.96 ± 1.09	8.1 ± 2.77
A4 + S	L	40.09 ± 0.95	43.59 ± 0.81	44.77 ± 2.97
	a*	8.30 ± 1.37	8.6 ± 1.47	5.51 ± 2.19
	b*	4.73 ± 0.03	8.98 ± 0.49	7.55 ± 0.73
K	L	40.09 ± 0.95	39.97 ± 0.56	48.27 ± 5.14
	a*	8.30 ± 1.37	7.4 ± 0.49	7.59 ± 5.17
	b*	4.73 ± 0.03	7.87 ± 0.28	8.35 ± 4.03

E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol

Şekil 4.13. *P.edwardsi* türüne ait L\* değerleri



**Şekil 4.14.** *P.edwardsi* türüne ait a\* değerleri



**Şekil 4.15.** *P.edwardsi* türüne ait b\* değerleri

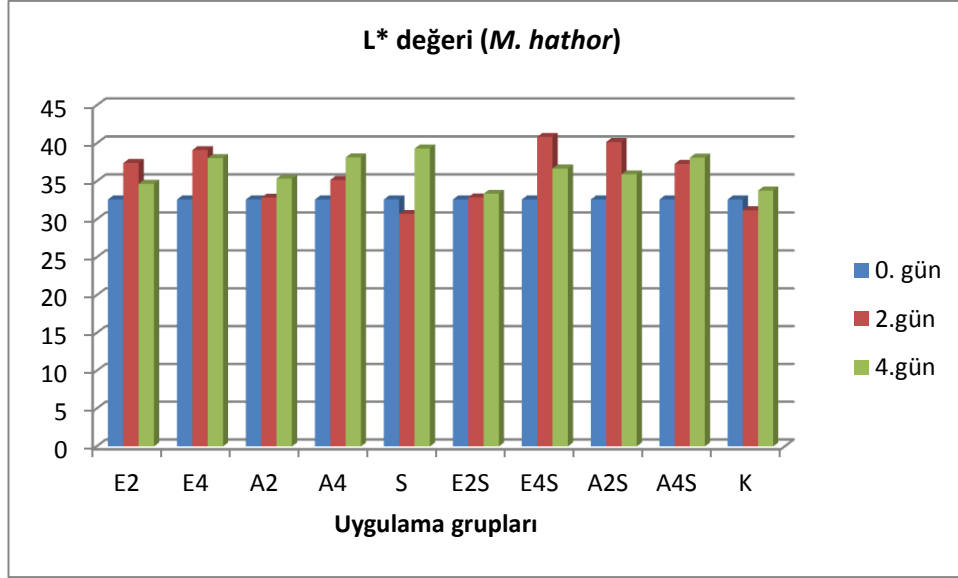
Depolama günlerine göre *M. Hathor* karideslerin renk ( $L^*a^*b^*$ ) değerlerindeki değişimler Çizelge 4.18. ve Şekil 4.16. Şekil 4.17. ve Şekil 4.18.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.18.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*M. hathor*) renk (L\*a\*b\*) değerleri

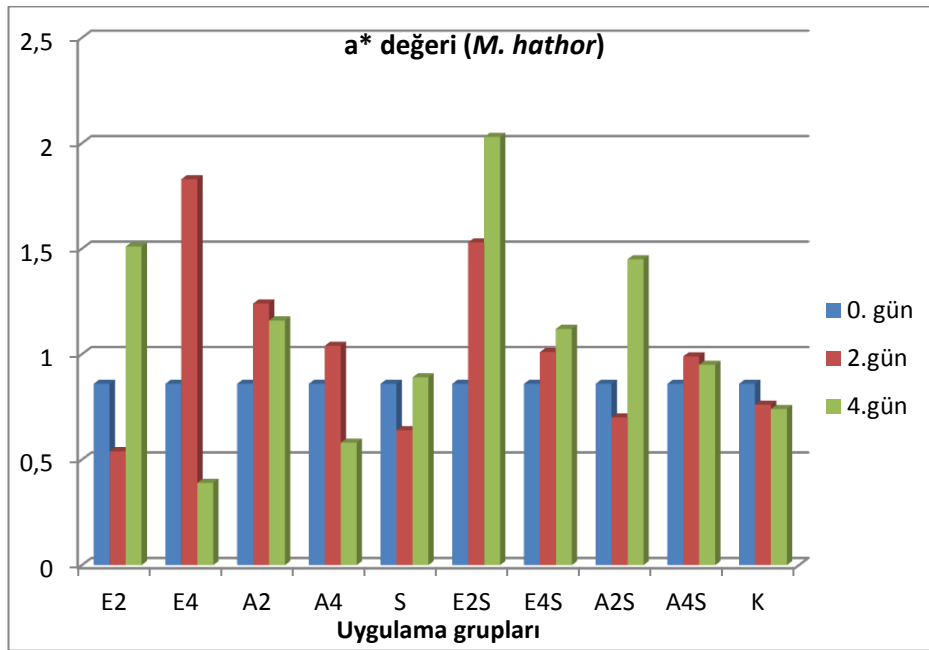
Uygulamalar		Depolama günleri		
		0	2	4
E2	L	32.62 ± 1.43	37.42 ± 1.74	34.67 ± 2.41
	a*	0.86 ± 0.22	0.54 ± 0.05	1.51 ± 0.92
	b*	2.14 ± 1.29	3.07 ± 0.41	4.68 ± 1.41
E4	L	32.62 ± 1.43	39.11 ± 3.25	38.06 ± 4.96
	a*	0.86 ± 0.22	1.83 ± 0.80	0.38 ± 0.25
	b*	2.14 ± 1.29	4.62 ± 0.34	5.86 ± 1.57
A2	L	32.62 ± 1.43	32.86 ± 1.74	35.36 ± 1.00
	a*	0.86 ± 0.22	1.23 ± 0.44	1.16 ± 0.48
	b*	2.14 ± 1.29	4.40 ± 0.99	4.91 ± 0.36
A4	L	32.62 ± 1.43	35.19 ± 2.09	38.14 ± 5.52
	a*	0.86 ± 0.22	1.03 ± 0.28	0.58 ± 0.10
	b*	2.14 ± 1.29	4.24 ± 0.27	6.21 ± 1.51
S	L	32.62 ± 1.43	30.71 ± 8.54	39.31 ± 3.03
	a*	0.86 ± 0.22	0.64 ± 0.11	0.89 ± 0.22
	b*	2.14 ± 1.29	1.75 ± 0.57	3.47 ± 0.66
E2 + S	L	32.62 ± 1.43	32.90 ± 4.45	33.37 ± 1.43
	a*	0.86 ± 0.22	1.53 ± 0.45	2.02 ± 1.63
	b*	2.14 ± 1.29	4.17 ± 1.31	5.46 ± 1.87
E4 + S	L	32.62 ± 1.43	40.86 ± 1.01	36.69 ± 2.99
	a*	0.86 ± 0.22	1.01 ± 0.41	1.11 ± 0.60
	b*	2.14 ± 1.29	4.95 ± 2.47	5.66 ± 0.53
A2 + S	L	32.62 ± 1.43	40.18 ± 2.86	35.92 ± 2.26
	a*	0.86 ± 0.22	0.69 ± 0.27	1.44 ± 0.22
	b*	2.14 ± 1.29	4.20 ± 0.99	4.41 ± 0.41
A4 + S	L	32.62 ± 1.43	37.29 ± 2.95	38.11 ± 2.12
	a*	0.86 ± 0.22	0.99 ± 0.27	0.95 ± 0.47
	b*	2.14 ± 1.29	3.24 ± 1.26	3.06 ± 0.51
K	L	32.62 ± 1.43	31.20 ± 1.46	33.78 ± 1.73
	a*	0.86 ± 0.22	0.75 ± 0.20	0.74 ± 0.40
	b*	2.14 ± 1.29	2.56 ± 0.49	3.53 ± 0.79

E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol

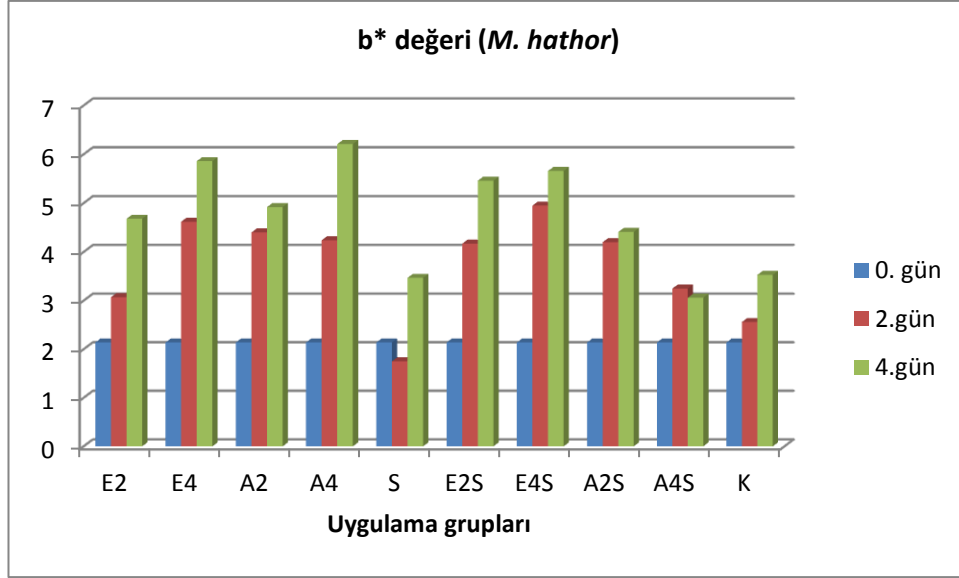




Şekil 4.16. *M. hathor* türüne ait L\* değerleri



Şekil 4.17. *M. hathor* türüne ait a\* değerleri



**Şekil 4.18.** *M. hathor* türüne ait b\* değerleri

#### 4.5. Melanosis Ölçümü

Depolama süresince karides türleri ve uygulama gruplarının melanosis değerleri analiz sonuçlarına istatistik analiz uygulanmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19.'de verilmiştir. Farklı çıkan uygulamalar çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuş olup Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Karideslerin duyusal değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.(serbestlik değeri)	K.O.(kareler ortalaması)	F.D.(f değeri olasılık)
Uygulama grubu	9	40.5322617	20.64**
Karides türleri	2	245.8547235	125.21**
Depolama günleri	3	205.4422052	104.63**
Uygulama grubu x karides türleri	18	10.4928970	5.34**
Karides türleri x depolama günleri	6	51.7299516	26.35**
Hata	561	1.963485	

(p\*\*) p<0.01 düzeyinde önemli, (p\*) p<0.05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.20.** Karideslerin duyusal değerlerine ait Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Duyusal
Uygulama grubu	
K	4.3000a
A2	3.1864b
E2	2.5500c
A4	2.4667dc
E4	2.3443dce
E2S	2.0000dfe
E4S	1.9833dfe
A2S	1.8833fe
A4S	1.8000fe
S	1.4667f
Karides Türleri	
<i>A. foliacea</i>	2.9250a
<i>P. edwardsi</i>	1.1200b
<i>M. hathor</i>	3.1450a
Depolama günleri	
24.Saat	0.9467d
48.Saat	2.0133c
72.Saat	3.0200b
96.Saat	3.6067a

Aynı sütunda yer alan aynı harfler, ortalamalar arasında farklılık olmadığını ( $P \geq 0.05$ ) göstermektedir. E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol

Çizelge 4.20. incelendiğinde melanosis değerleri bakımından uygulama grupları arasında önemli ( $p > 0.01$ ) farklılık tespit edilmiştir. Melanosisi önleme açısından en iyi uygulamanın metabisülfid uygulaması olduğu belirlenmiştir. Askorbik asit ve eritorbik asitin metabisülfid ile yapılan kombinasyonlarının tek başına uygulamalarından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Sülfid kombinasyonlarının sülfite benzer etki yaptığı saptanmıştır. Kontrol grubu karideslerde melanosis skorlarının diğer gruplardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Karides türleri karşılaştırıldığında en yüksek melanosis değeri *M. hathor* türünde belirlenmiş ( $p < 0.01$ ) olup, sonraki yüksek değer *A. foliacea* ve *P. edwardsi* türlerine ait melanosis değeri en düşük ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Depolama günleri açısından incelendiğinde melanosis değerleri depolamaya bağlı olarak önemli derecede ( $p < 0.01$ ) artış göstermiş olup 96. saatte en yüksek değere ulaşmıştır.

Gomez-Guillen vd. (2005)'in yaptığı bir çalışmada *Parapenaeus longirostris* türü karideslerde 50 g/kg sülfid, sitrik asit ve şelatların kombinasyonunun soğukta depolama sırasında melanosisi önlemede en az bir hafta boyunca etki gösterdiği bildirilmiş olup, yine bu çalışmada 12.5 g/kg sülfid uygulanmış karideslerde 2 günlük buzda depolanma süresince melanosis gelişimi 4. günde karideslerin büyük çoğunluğunda fark edilirken 7. günde melanosisin karideslerin büyük kısmına yayıldığı gözlenmiştir.

Gökoğlu (2004)'nin yaptığı bir çalışmada *Penaeus japonicus* türü karideslerde kontrol grubunun 4. gün sonunda kabul edilemez durumda olduğu saptanırken, %1 lik laktik asit ve %1 lik asetik asit uygulamalarında 5. gün de, %1 lik sitrik asit ve sodyum metabisülfitle uygulamalarında ise 6. gün sonunda kabul edilemez olduğu tespit edilmiştir.

Martinez-Alvarez vd. (2005 a) tarafından yapılan bir çalışmada *Marsupenaeus japonicus* türü karideslerin +2°C'deki soğukta depolanmasında kontrol grubundaki karidesler 8. günde tamamen kararırken, en iyi uygulama gruplarının %0.05 ve %0.1 konsantrasyonlarındaki 4-heksilresorsinol çözeltilerine daldırılmış olan karideslerin olduğu ve 12-14 gün sonunda karideslerin büyük kısmının karardığı görülmüştür.

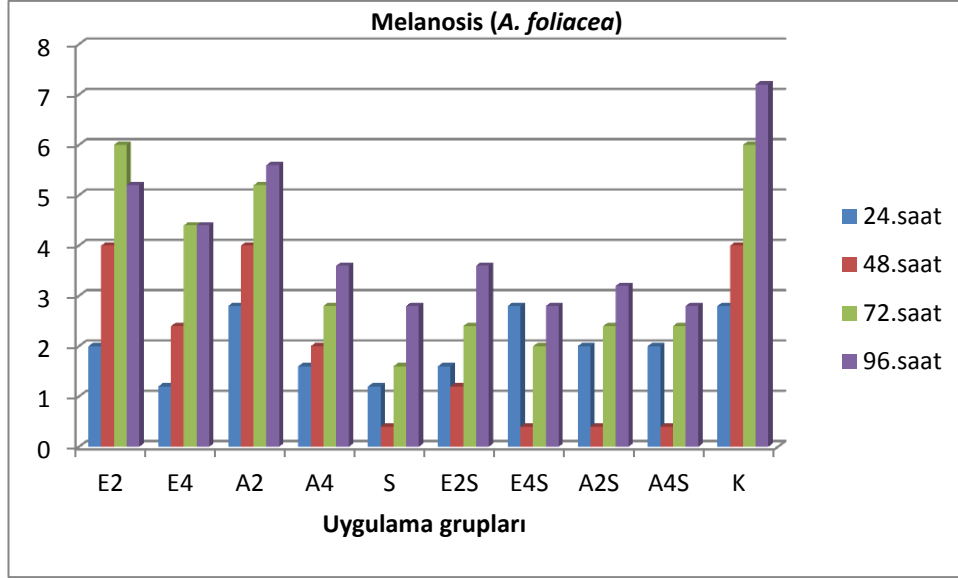
Literatürdeki melanosis değerlerinin çalışmalarımız bulguları ile farklılık tespit edilmesi çalışmada kullandığımız karideslerin türlerinden, kullanılan antimelanotik ajanların farklılığından ve panelistlerin duyu analizindeki algılama farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama günlerine göre *A. foliacea* karideslerin melanosis değerlerindeki değişimler Çizelge 4.21 ve Şekil 4.19'da verilmiştir.

**Çizelge 4.21.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*A. foliacea*) melanosis skorları

Depolama günleri				
Uygulamalar	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün
E2	2±0	4±1.41	6±1.41	5.2±1.79
E4	1.2±1.79	2.4±0.89	4.4±1.67	4.4±1.67
A2	2.8±1.10	4±0	5±1.79	5.6±0.89
A4	1.6±0.89	2±1.41	2.8±1.79	3.6±2.19
S	1.2±1.10	0.4±0.89	1.6±0.89	2.8±1.79
E2 + S	1.6±1.67	1.2±1.79	2.4±1.67	3.6±0.89
E4 +S	2.8±2.28	0.4±0.89	2±2.00	2.8±1.79
A2 + S	2±0	0.4±0.89	2.4±1.67	3.2±1.10
A4 + S	2±1.41	0.4±0.89	2.4±1.67	2.8±1.79
K	2.8±1.10	4±1.41	6±1.41	7.2±2.28

E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfitle. K= kontrol



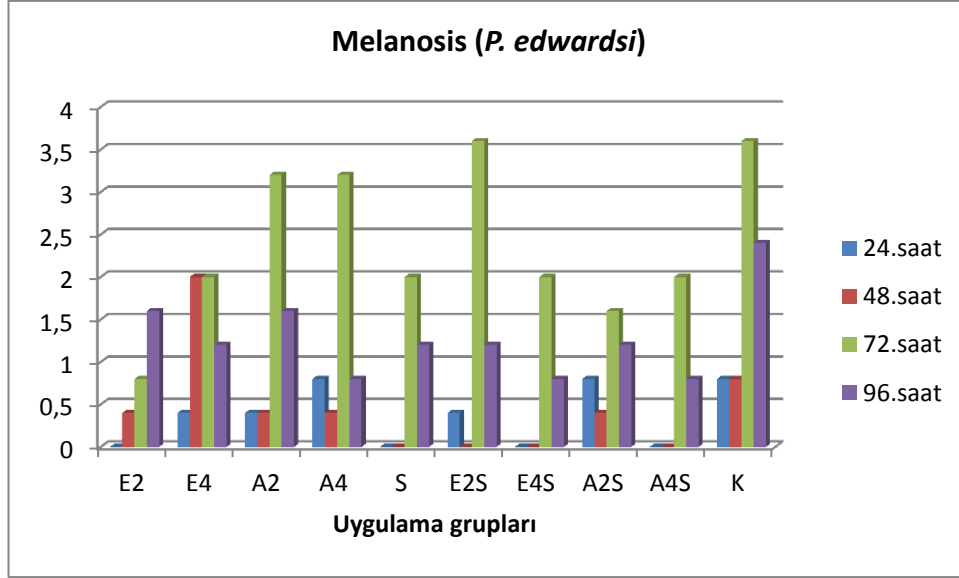
Şekil 4.19. *A. foliacea* türüne ait melanosis değerleri

Depolama günlerine göre *P. edwardsi* karideslerin melanosis değerlerindeki değişimler Çizelge 4.22. ve Şekil 4.20.'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*P. edwardsi*) melanosis skorları

Uygulamalar	Depolama günleri			
	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün
E2	0±0	0.4±0.89	0.8±1.10	1.6±1.67
E4	0.4±0.89	2±1.41	2±1.41	1.2±1.79
A2	0.4±0.89	0.4±0.89	3.2±1.10	1.6±1.67
A4	0.8±0.10	0.4±0.89	3.2±1.10	0.8±1.10
S	0±0	0±0	2±1.41	1.2±1.79
E2 + S	0.4±0.89	0±0	3.6±1.67	1.2±1.10
E4 + S	0±0	0±0	2±1.41	0.8±1.10
A2 + S	0.8±1.10	0.4±0.89	1.6±0.89	1.2±1.10
A4 + S	0±0	0±0	2±0	0.8±1.10
K	0.8±1.10	0.8±1.10	3.6±2.19	2.4±0.89

E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol



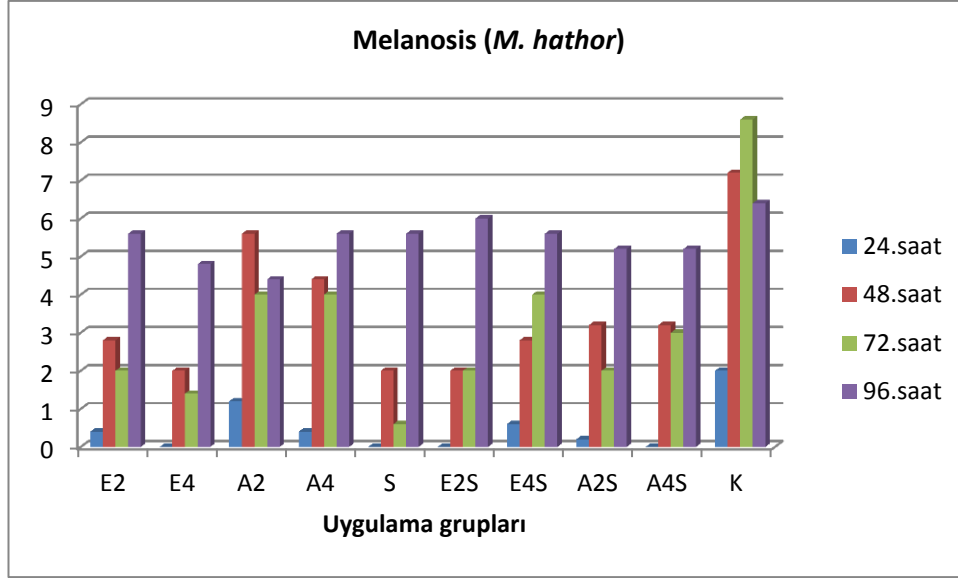
**Şekil 4.20.** *P. edwardsi* türüne ait melanosis değerleri

Depolama günlerine göre *M. hathor* karideslerin melanosis değerlerindeki değişimler Çizelge 4.23. ve Şekil 4.21.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.23.** Melanosisi önleyici ajanlar uygulanmış karidesin (*M. hathor*) melanosis skorları

Depolama günleri				
Uygulamalar	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün
E2	0.4±0.89	2.8±1.10	2±0	5.6±2.19
E4	0±0	2±0	1.4±0.89	4.8±2.28
A2	1.2±1.10	5.6±2.19	4±0	4.4±1.67
A4	0.4±0.89	4.4±3.29	4±0	5.6±2.19
S	0±0	2±0	0.6±0.89	5.6±2.19
E2 + S	0±0	2±0	2±0	6±2.45
E4 + S	0.6±0.89	2.8±1.10	4±1.41	5.6±2.19
A2 + S	0.2±0.45	3.2±1.10	2±0	5.2±1.79
A4 + S	0±0	3.2±1.10	3±1.00	5.2±1.79
K	2±0	7.2±1.10	8.6±0.89	6.4±0.89

E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit. S= Sodyum metabisülfid. K= kontrol



**Şekil 4.21.** *M. hathor* türüne ait melanosis değerleri



**E2=** %2 Eritorbik asit. **E4=** %4 Eritorbik asit. **A2=** %2 Askorbik asit. **A4=** %4 Askorbik Asit.  
**S=**Sodyum metabisülfid. **K=** kontrol

**Şekil 4.22.** Çalışmamızdaki karideslerin 0. gün melanosis gelişimi



*A. foliacea**P. edwardsi**M. hathor*

**E2**= %2 Eritorbik asit. **E4**= %4 Eritorbik asit. **A2**= %2 Askorbik asit. **A4**= %4 Askorbik Asit  
**S**=Sodyum metabisülfid. **K**= kontrol

**Şekil 4.22.** Devamı



**E2= %2 Eritorbik asit. E4= %4 Eritorbik asit. A2= %2 Askorbik asit. A4= %4 Askorbik Asit.**  
**S=Sodyum metabisülfid. K= kontrol**

**Şekil 4.23.** Çalışmamızdaki karideslerin 2. gün melanosis gelişimi

*A. foliacea**P. edwardsi**M. hathor*

**E2=** %2 Eritorbik asit. **E4=** %4 Eritorbik asit. **A2=** %2 Askorbik asit. **A4=** %4 Askorbik Asit  
**S=**Sodyum metabisülfit. **K=** kontrol

**Şekil 4.23.** Devamı



**E2=** %2 Eritorbik asit. **E4=** %4 Eritorbik asit. **A2=** %2 Askorbik asit. **A4=** %4 Askorbik Asit.  
**S=**Sodyum metabisülfid. **K=** kontrol

**Şekil 4.24.** Çalışmamızdaki karideslerin 4. gün melanosis gelişimi

*A. foliacea**P. edwardsi**M. hathor*

**E2=** %2 Eritorbik asit. **E4=** %4 Eritorbik asit. **A2=** %2 Askorbik asit. **A4=** %4 Askorbik Asit.  
**S=**Sodyum metabisülfid. **K=** kontrol

**Şekil 4.24.** Devamı

## 5. SONUÇLAR

Çalışmamızda kullanılan organik asitlerden eritorbik asit ve askorbik asitin tek başına ve sodyum metabisülfite ile kombinasyonlarının karidesler üzerindeki anti melanotik etkileri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Eritorbik asit ve askorbik asitin antimelanotik etkisi sodyum metabisülfite kadar olmasa da ona yakın etkili olduğu ve bunların sodyummetabisülfite ile kombinasyonları ise sülfite kadar etkili olduğu görülmüştür.

Kalite kontrol analiz sonuçlarına göre karideslerde kullanılan eritorbik asit ve askorbik asitin ve sodyum metabisülfite ve bunların sodyum metabisülfite ile kombinasyonlarının kalite üzerinde etkili olduğu görülmüş olup TVB-N ve TMA-N depolama süresince artış göstermiş olup depolamanın 4. gününde *P. edwardsi* türünde TVB-N değeri açısından sınır değeri aşılrken diğer türlerin bazı uygulamalarında sınır değerinin aşıldığı görülmüştür. TMA-N değeri bakımından ise depolama süresince sınır değerler aşılmamıştır. Karideslerin depolama süresince pH, TVB-N ve TMA-N değerleri artış göstermiştir.

Karides türleri açısından değerlendirildiğinde *P. edwardsi* türü karideste melanosis gelişimi daha geç oluşmuştur. *A. foliacea* ve *M. hathor* türlerinde melanosis gelişimleri benzerlik göstermiştir.

Uygulama grupları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte karideslerde önemli bir sorun olan melanosisin geciktirilmesinde sodyummetabisülfitin daha etkili olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında eritorbik asit ve askorbik asitinde melanosisin geciktirilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Eritorbik asit ve askorbik asit sodyum metabisülfite ile kullanıldığında etkilerinin sodyummetabisülfite kadar iyi olduğu gözlenmiştir.

Sodyum metabisülfite (SMS), kabuklularda melanosisi önlemek için, halen insan sağlığına zararlı niteliğine rağmen en çok kullanılan katkı maddesidir. Bu çalışmadan elde edilen verilerle eritorbik asit ve askorbik asitin karideslerde melanosisin geciktirilmesinde alternatif antimelanotik maddeler olarak kullanılması sodyummetabisülfite gereksiniminin azalacağını düşündürmektedir.

Kabuklu deniz ürünleri endüstrisinde hasat sonrası depolama esnasında melanosis oluşumu tüketici kabulünü düşürerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Melanosis oluşumu tür, kabuk değiştirme evresi, cinsiyet ve yakalama yöntemi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Melanosisi engelleme yöntemlerinin geliştirilmesi, ürün değerini arttırmak ve hasat sonrası kayıpları en aza indirmek için çok önemlidir. Melanosis oluşumunu önlemek veya engellemek için uygulanabilir, zararsız, etkili teknikler araştırılmaya devam edilmelidir. Raf ömrü daha uzun olan ve pazar eğilimlerine odaklanan ve tehlikeli kimyasal katkılardan arındırılmış sağlıklı ürünler üzerine yatırım yapan kabukluların üretimi konusunda hala çalışmalara ihtiyaç vardır.

Askorbik asit ve eritorbik asitin karideslerin kararmasını geciktirmede etkili olduğu, özellikle sodyum metabisülfite ile kombinasyonların etkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada bu organik asitlerin kullanımı ile, sodyum metabisülfite

olan ihtiyacın ve böylece sağlığa olumsuz etkilerinin azaltılabileceği ortaya konulmuştur. Ancak bu organik asitlerin uygulanmasının yanısıra soğutma, dondurma, ön pişirme, modifiye atmosfer uygulaması ve yüksek basınç uygulaması gibi tekniklerle birlikte desteklendiğinde daha iyi sonuçlar elde edilebileceği düşünölmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Amparyup, P., Charoensapsri, W., Tassanakajon, A. 2013. Prophenoloxidase system and its role in shrimp immune responses against major pathogens. *Fish and Shellfish Immunology*, 34(4): 990–1001.
- Anonymous 1998. Aquaculture drugs. In: Fish and Fishery Products Hazards and Control Guide, FDA, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Washington, DC, pp. 115–132.
- Artüz, L.M. 2004. Türkiye denizlerinde bulunan karides türleri üzerine etüt. Zoo-Natantia, *Publictions Scientifiques*, 22s.
- Ashie, I.N.A., Simpson, B.K., Smith, J.P. 1996. Mechanisms for controlling enzymatic reactions in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36: 1-30.
- Atkinson, D. A., Sim, T. C., Grant, J. A. 1993. Sodium metabisulphite and SO<sub>2</sub> release: an under-recognized hazard among shrimp fishermen. *Annals of Allergy*, 71(6): 563–566.
- Banerjee, S. 2006. Inhibition of mackerel (*Scomber scombrus*) muscle lipoxygenase by green tea polyphenols. *Food Research International*, 39(4): 486–491.
- Bartolo, I., Birk, E.O. 1998. Some factors affecting Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) cuticle polyphenol oxidase activity and blackspot development. *International Journal of Food Science & Technology*, 33(3): 329–336.
- Bayhan, K., Ünlüer, T., Özdöl, M., 2003. Kuzeydoğu Akdeniz’de ekonomik değeri olan penaeid karideslerin üreme dönemlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2–5 Eylül 2003 Elazığ, 362–367 s.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Tanaka, M. 2005. Properties of phenoloxidase isolated from the cephalothorax of kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). *Journal of Food Biochemistry*, 29: 470–485.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Tanaka, M. 2006. Inhibitory effect of cysteine and glutathione on phenoloxidase from kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). *Food Chemistry*, 98: 158–163.
- Benner, R. A., Migit, R., Finne, G., Acuff, G. R. 1994. Lactic acid/melanosis inhibitors to improve shelf life of brown shrimp (*Penaeus aztecus*). *Jornal of Food Science*, 59: 242–245, 250.
- Bilgin, S., Erdem, M.E., Duyar, A.H. 2006. Pişmiş ve çiğ olarak buz dolabı sıcaklığında muhafaza edilen karidesin *Crangon crangon* (linnaeus, 1758), kimyasal kalite değişimleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2): 171–179.
- Bono, G., Badalucco, C.V., Cusumano, S., Palmegiano, G.B. 2012. Toward shrimp without chemical additives: a combined freezing-MAP approach. *LWT Food Science and Technology*, 46(1): 274–279.



- Cerenius, L., Soderhall, K. 2004. The prophenoloxidase-activating system in invertebrates. *Immunological Reviews*, 198: 116–126.
- Clark, A.C., Vestner, J., Barril, C., Maury, C., Prenzler, P. D., Scollary, G. R. 2009. The influence of stereochemistry of antioxidants and flavanols on oxidation processes in a model wine system: Ascorbic acid, erythorbic acid, (+)-catechin and (-)-epicatechin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(2):1004–1011.
- Collins-Williams, C. 1983. Intolerance to additives. *Annals of Allergy*, 51(2 Pt 2): 315–316.
- Diei, Y. 1998. Contributions ala prevention de la melanose des crevettes congelees en Cote d’Ivoire. FAO Fisheries Report 574: 203–205.
- Düzgüneş, O., Kesici T., Kavuncu O. Ve Gürbüz F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1021, Ankara. 381 s.
- Encarnacion, A.B., Fagutao, F., Hirono, I., Ushio, H., Ohshima, T. 2010. Effects of ergothioneine from mushrooms (*Flammulina velutipes*) on melanosis and lipid oxidation of Kuruma shrimp (*Marsupenaeus japonicus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(4): 2577–2585.
- Erdem, E.M., Bilgin, S.. 2004. Pişmiş ve çiğ olarak buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen karides (*Palaemon adspersus* rathke, 1837)’in kalitesinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(4): 687–694.
- Erkan, N., Özden, Ö., Alakuvak, Ü.D., Tosun, Ş.Y., Varlık, C., Baygar, T. 2007. İstanbulda satılan karideslerin sodyum metabisülfid düzeyinin tespiti. *Journal of Fisheries Sciences*, 1(1): 26–33
- Eskin, N.A.M., Henderson, H.M., Townsend, R.J. 1971. Browning reactions in foods. In *Biochemistry of Foods*, (N.A.M. Eskin, H.M. Henderson and R.J. Townsend, eds.) pp. 69–83, Academic Press, New York.
- Fan, B.J., Wu, P.L., Chen, S.L., Mao, Y.X., Ren, Z.F. 2009. Antioxidant activities of silk sericin from silkworm *Bombyx mori*. *Journal of Food Biochemistry*, 33: 74–88.
- FAO. 2014. The state of world fisheries and aquaculture. Rome. 223 pp., Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>.
- García-Carreno, F.L., Cota, K., Navarrete Del Toro, M.A. 2008. Phenoloxidase activity of hemocyanin in whiteleg shrimp (*Penaeus vannamei*): conversion, characterization of catalytic properties, and role in postmortem melanosis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15): 6454–6459.

- Gil, M.I., Gomy, J.R and Kader, AA 1998. Responses of 'Fuji' Apple Slices to Ascorbic Acid Treatments and Low-Oxygen Atmospheres. *Horticulture Science*, 33: 305-309.
- Golan-Goldhirsh, A., Whitaker, JR., Kahn, V. 1984. Relation between structure of polyphenol oxidase and prevention of browning. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 177: 437–456.
- Gomez-Guillen, M. del C., Martínez-Alvarez, O., Llamas, A., Montero, P. 2005. Melanosis inhibition and SO<sub>2</sub> residual levels in shrimps (*Parapenaeus longirostris*) after different sulphite-based treatments. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 85(7): 1143–1148.
- Gornik, S. G., Albalat, A., Theethakaew, C., Neil, D. M. 2013. Shelf life extension of whole Norway lobster *Nephrops norvegicus* using modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 167(3): 369–377.
- Gökoğlu, N. 2004. The effect of organic acid treatments on the melanosis inhibition and shelf-life in shrimp (*Penaeus japonicus*). *Acta Alimentaria*, 33(2): 191–199
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P. 2008. Inhibition effects of grape seed extracts on melanosis formation in shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *International Journal of Food Science and Technology*, 43(6): 1004–1008.
- Hardisson, A., Rubio C., Frias I., Rodrigex I., Reguera I. J. 2002. Content of sulphite in frozen prawns and shrimps. *Food Control*, 13: 275–279.
- Hsu, A.F., Shieh, J.J., Bills, D.D., White, K. 1988 Inhibition of mushroom polyphenoloxidase by ascorbic acid derivatives. *Journal of Food Science*,; 53: 765–767.
- Jang, M. S., Sanada, A., Ushio, H., Tanaka, M., Ohshima, T. 2003. Inhibitory effect of enokitake extract on melanosis of shrimp. *Fisheries Science*, 69(2): 379–384.
- Kim, J., Marshall, M.R., Wei, C. 2000. Polyphenoloxidase. In N. F. Haard, & B. K. Simpson (Eds.), *Seafood enzymes: Utilization and influence on postharvest seafood quality*: 271–315. New York: Marcel Dekker.
- Kocataş, A., Katağan, T., Uçal, O. And Benli, A.B. 1991. Türkiye Karidesleri Yetiştiriciliği. T.K.B. Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın no: 4, Bodrum, 143 s.
- Kumlu, M. 1998. Karideslerin biyolojisi. Karides ve İstakoz yetiştiriciliği ders kitabı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 6, Adana, 23–26s.
- Kumlu, M., Eroldoğan, O. T., Aktaş, M., Göçer, M., 2002. A new shrimp record for the Turkish Seas: *Melicertus hathor* (Burkenroad, 1959) (Penaeidae: Crustacea). *Israel Journal of Zoology*, 48: 246–247.
- Lopez-Caballero, M. E., Martínez-Alvarez, O., Gomez-Guillen, M. del C., Montero, P. 2006. Quality of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) treated with a 4-

- hexylresorcinol-based formulation. *European Food Research and Technology*, 222(3): 425–431.
- Ludorf, W., Meyer, V., 1973. *Fische und Fischerzeugnisse*. Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg. 309 p.
- Maldhavi, D.L., Deshpande S.S., Salunkhe D.K. 1995. *Food Antioxidants*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Manheem, K., Benjakul, S., Kijroongrojana, K., Visessanguan, W. 2012. The effect of heating conditions on polyphenol oxidase, proteases and melanosis in precooked Pacific white shrimp during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 131(4): 1370–1375.
- Manthey, M., Karnop, S., Elmadfa, H. 1988. Quality Changes of European catfish (*Silurus glanis*) from warm water aquaculture during storage in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23: 1–9.
- Martinez-Alvarez, O., Lopez-Caballero, M.E., Montero, P., Gomez-Guillen, M.C. 2005a. A 4-hexylresorcinol based formulation to prevent melanosis and microbial growth in chilled tiger prawns (*Marsupenaeus japonicus*) from aquaculture. *Journal of Food Science*, 70: M415–M422.
- Martínez-Alvarez, O., Montero, P., Gomez-Guillen, M. del C. 2005b. Controlled atmosphere as coadjuvant to chilled storage for prevention of melanosis in shrimps (*Parapenaeus longirostris*). *European Food Research and Technology*, 220(2): 125–130.
- Martínez-Alvarez, O., Lopez-Caballero, M.E., Montero, P., Gomez-Guillen, M. del C. 2007. Spraying of 4-hexylresorcinol based formulations to prevent enzymatic browning in Norway lobsters (*Nephrops norvegicus*) during chilled storage. *Food Chemistry*, 100 (1): 147–155.
- Martínez-Alvarez vd. 2009 The effect of several cooking treatments on subsequent chilled storage of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with different melanosis-inhibiting formulas. *LWT–Food Science and Technology*, 42(8), 1335–1344.
- McEvily, A. J., Iyengar, R., Otwell, W. S. 1991. 4-Hexylresorcinol controls enzymatic browning in shrimp and has potential for application in a variety of other foods and beverages. *Food Technology*, 45: 80–86.
- Mendes, R.O., Pestana, J., Pestana, C. 2006. Changes in 4-hexylresorcinol residues during processing of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *European Food Research and Technology* 223(4):509-515.
- Montero, P., Avalos, A., Perez-Mateos, M. 2001. Characterization of polyphenoloxidase of prawns (*Penaeus japonicus*) alternatives to inhibition: Additives and high-pressure treatment. *Food Chemistry*, 75: 317–324.

- Montero, P., Martínez-Alvarez, O., Gomez-Guillen, M. del C. 2004. Effectiveness of onboard application of 4-hexylresorcinol in inhibiting melanosis in shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *Journal of Food Science*, 69(8): C643–C647.
- Montero, P., Martínez-Alvarez, O., Zamorano, J., Alique, R., Gomez-Guillen, M. del C. 2006. Melanosis inhibition and 4-hexylresorcinol residual levels in deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) following various treatments. *European Food Research and Technology*, 223(1): 16–21.
- Nakagawa, T., and Nagayama, F. 1981. Distribution of catechol oxidase in crustaceans. *Bulletin of the Japanese Society Scientific Fisheries*, 47: 1645
- Nappi, A.J., Christensen, B.M. 2005. Melanogenesis and associated cytotoxic reactions: applications to insect innate immunity. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 35: 443-459.
- Nirmal, N.P., Benjakul, S. 2009. Melanosis and quality changes of Pacific White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) treated with catechin during iced storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9): 3578–3586.
- Nirmal, N. P., Benjakul, S. 2010. Effect of catechin and ferulic acid on melanosis and quality of Pacific white shrimp subjected to prior freezeethawing during refrigerated storage. *Food Control*, 21(9): 1263–1271.
- Nirmal, N. P., Benjakul, S. 2011. Inhibitory effect of mimosine on polyphenoloxidase from cephalothoraxes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(18): 10256–10260.
- Nirmal, N.P., Benjakul, S. 2012. Biochemical properties of polyphenoloxidase from the cephalothorax of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *International Aquatic Research*, 4(1): 6-13.
- Ogawa, M. 1987. Black spot occurrence in lobster and shrimp. *Infofish marketing digest*. 1: 43.
- Ogawa, M., Perdigao, N. B., Santiago, M. E., Kozima, T.T. 1984. On physiological aspects of black spot appearance in shrimp. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fisheries*, 50: 1763–1769.
- Osuga, D., Van der Schaaf, A- and Whitaker, J.R. 1994. Control of polyphenol oxidase activity using a catalytic mechanism. In *Protein Structure-Function Relationships in Foods*, R.Y. Yada, R.L. Jaclunan and J.J. Smith (Eds.), Blackie Academy and Professional, Glasgow, Scotland, 62-88 pp.
- Otwell, W.S., Marshall, M.R. 1986. Screening alternatives to sulphating agents to control shrimp melanosis (black spot). *Florida Sea Grant Technical Paper*, 46: 1–20.
- Otwell, WS, Iyengar R, McEvily AJ. 1992. Inhibition of shrimp melanosis by 4-hexylresorcinol. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1(1): 53–65.

- Ough, C.S. 1983. Sulfure dioxide and sulfites. In: Branen A.L. and Davidson P.M. (eds), *Antimicrobials in Foods*. Marcel Dekker, New York, 177 pp.
- Pardio, V.T., Waliszewski, K.N., Zuniga, P. 2011. Biochemical, microbiological and sensory changes in shrimp (*Panaeus aztecus*) dipped in different solutions using face-centred central composite design. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(2): 305–314.
- Ponting, J.D., Jackson, R. and Watters, G. 1972. Refrigerated Apple Slices: Preservative Effects of Ascorbic Acid, Calcium and Sulfites. *Journal of Food Science*, 37: 434-436.
- Rotllant, G., Arnau, F., Garcia, J. A., Garcia, N., Rodriguez, M., Sarda, F. 2002. Effect of metabisulphite treatments and freezing on melanosis inhibition in rose shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Food Science and Technology International*, 8(4): 243–247.
- Santerre, C.R., Cash, J.N., Vannoman, D.J. 1988. Ascorbic acid / citric acid combinations in the processing of fkozen apples slices. *Journal of Food Science*, 56: 257-259.
- Sapers, G.M. 1993. Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technology*, 47: 75–84.
- Sapers, G.M., Garzarella, L., and Pilizota, V. 1990. Application of Browning Inhibitors to cut Apple and Potato by Vacuum and Pressure Infiltration. *Journal of Food Science*, 55: 1049-1053.
- Sapers, G.M., Hicks, K.B., Phillips, J.G., Garzarella, L., Pondish, D.L., Matulaitis, R.M., McCormack, T.J., Sondey, S.M., Seib, P.A. and Ei-Atawy, Y.S. 1989. Control of Enzymatic Browning in Apple with Ascorbic Acid Derivatives, Polyphenol Oxidase Inhibitors, and Complexing Agents. *Journal of Food Science*, 54: 997-1002.
- Sapers, G.M., Ziolkowski, M.A. 1987. Comparison of erythorbic acid and ascorbic acids as inhibitors of enzymatic browning in apples. *Journal of Food Science*, 52(6): 1732–1733.
- Schormüller, J. 1968. *Handbuchder Lebensmittelchemie, Band III/2*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. 1482–1537 pp.
- Seabra, L.M.J., Damasceno, K.S.F.S.C., Andrade, S.A.C., Dantas, M.M.G., Soares, N. K.M., Pedrosa, L.F.C. 2011. Effect of rosemary on the quality characteristics of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Food Quality*, 34(5): 363–369.
- Simpson, B.K., Marshall, M.R., Otwell, W.S. 1987. Phenoloxidase from shrimp (*Penaues setiferus*): Purification and some properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35: 918–921.
- Slattery, S.L., Williams D.J., Cusak A. 1995. A sulphite-free treatment inhibits blackspot formation in prawns. *Food Australia*, 47(11): 509–14.

- Smith, L.G. 1980. Cost of controlling “blackspot” repaid in better prawn prices. *Australian Fisheries*, 39: 49–53.
- Stevenson, J. R. 1985 Dynamics of the integument. In Bliss DE, Mantel LH, editors. *The Biology of Crustacea*, Vol. 9, Integument, Pigments, and Hormonal Processes, Academic Press, New York. Pp. 1–42.
- Thepnuan, R., Benjakul, S., Visessanguan, W. 2008. Effect of pyrophosphate and 4-hexylresorcinol pretreatment on quality of refrigerated white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) kept under modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science*, 73(3): 124–133.
- Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Erkan, E., Metin, S. 1997. Soğukta Depolanan Karideslerin (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) Bazı Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi. *Turish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24:181–185.
- Varlık, C., Gökoğlu, N., Gün, H. 1993. Dondurulmuş karideslerin (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) depolanması. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 10 (37–38–39): 71-78.
- Vinayakam, A., Nellaiappan K. 1987. Multiple forms of phenoloxidase in the cuticle of different moult stages of the mole crab, *Emerita emeritus* (L., 1767) (Decapoda, Anomura, Hippidea). *Crustaceana*, 53: 200–204.
- Warner, C.R., Diachenko G.W., Bailey C.J. 2000. Sulfites: an important food safety issue. *Food Testing and Analysis*, 1–4.
- Whitaker, J.R., Lee, C.Y. 1995. Recent advances in chemistry of enzymatic browning. In: Lee, C.Y.; Whitaker, J.R. (Eds.). *Enzymatic Browning and Its Prevention*. American Chemical Society, ACS Symposium Series, Washington DC, 2–7 pp.
- Whitaker, J.R., Ramírez, E.C., Virador, V.M. 2003. Polyphenol oxidase. In J. R. Whitaker, A.G.J., Voragen, and D. W. S. Wong (Eds.), *Handbook of Food Enzymology*. Marcel Dekker, New York, Basel, 504-518 pp.
- Williams, D.J., Slattery S.L., Nottingham S.M. 1990. A comparison of selected methods for determining sulfite in prawns. *Journal of Food Protection* 53(10): 875–877.
- Yatmaz, H.A., Gokoglu, N. 2016. Effects of plant extract-sulphide combinations on melanosis inhibition and quality in shrimp (*Aristeus antennatus*). *International Journal of Food Properties*. 19: 359-370.
- Zamorano, J.P., Martínez-Alvarez, O., Montero, P., Gomez-Guillen, M. del C. 2009. Characterisation and tissue distribution of polyphenol oxidase of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *Food Chemistry*, 112(1): 104–111.

**Bülent TOKTAŞ**

**toktasbulent@gmail.com**



### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Lisans 2001-2007	Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü
Ön Lisans 1994-1996	Gazi Üniversitesi Sağlık Hiz.Mes.Y.O. Tıbbi Laboratuvar, Ankara
Lise 1990-1993	Atatürk Lisesi, Adıyaman

### MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Su Ürünleri Mühendisi 2013- devam ediyor	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Aksu İlçe Müdürlüğü, Antalya
İlçe Müdürü 2010-2013	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Sincik İlçe Müdürlüğü, Adıyaman
Mühendis 2009-2010	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İl Müdürlüğü Hayvan Sağlığı Şubesi, Adıyaman
Laborant 2008-2009	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Karantina Müdürlüğü, Mersin
Laborant 2007-2008	Toros Devlet Hastanesi, Mersin
Sağlık Tek. 2002-2005	SSK Tarsus Devlet Hastanesi, Mersin
Sağlık Tek. 1997-2002	SSK Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara
Sağlık Tek. 1996-1997	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Ankara