

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI DONDURMA VE ÇÖZDÜRME YÖNTEMLERİNİN KIRMIZI
KARİDES (*Aristaeomorpha foliacea*)'İN KALİTESİ ÜZERİNDE ETKİLERİ**

Ayşegül Tuğçe HAN

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

NİSAN 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI DONDURMA VE ÇÖZDÜRME YÖNTEMLERİNİN KIRMIZI
KARİDES (*Aristaeomorpha foliacea*)'İN KALİTESİ ÜZERİNDE ETKİLERİ**

Ayşegül Tuğçe HAN

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

NİSAN 2019

ANTALYA

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

**FARKLI DONDURMA VE ÇÖZDÜRME YÖNTEMLERİNİN KIRMIZI
KARİDES (*Aristaeomorpha foliacea*)'İN KALİTESİ ÜZERİNDE ETKİLERİ**

Ayşegül Tuğçe HAN

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Bu tez T.C. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından FYL-2017-2695 nolu proje ile desteklenmiştir.**

NİSAN 2019

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI DONDURMA VE ÇÖZDÜRME YÖNTEMLERİNİN KIRMIZI
KARİDES (*Aristaeomorpha foliacea*)'İN KALİTESİ ÜZERİNDE ETKİLERİ**

AYŞEGÜL TUĞÇE HAN

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez ~~19/04/19~~ tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU (Danışman)

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ

N. Gökoğlu

M. Ünlüsayın

L. İzci


ÖZET

FARKLI DONDURMA VE ÇÖZDÜRME YÖNTEMLERİNİN KIRMIZI KARİDES (*Aristaeomorpha foliacea*)'İN KALİTESİ ÜZERİNDE ETKİLERİ

Ayşegül Tuğçe HAN

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof Dr. Nalan GÖKOĞLU

Nisan 2019; 69 Sayfa

Bu tez çalışmasında kırmızı karides (*Aristaeomorpha foliacea*)'in kalitesi üzerine farklı dondurma ve çözündürme yöntemlerinin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada öncelikle laboratuvara getirilen karidesler iki gruba ayrılmıştır. Bir grup karidesin başı ve kabukları ayrılmış, diğer grup karides ise bütün halde kabuklu olarak kalmıştır. Her iki grup karides ön soğutma işleminin ardından üç ayrı yöntem ile dondurulmuştur. Hava akımlı dondurucuda (-40°C sıcaklık, 4 m/s hava hızı), -18°C'deki derin dondurucuda ve sıvı azot ile dondurulmuştur. Dondurulmuş karidesler dondurma işlemi tamamlandıktan sonra zaman kaybetmeden ağzı kilitli polietilen torbalar içerisinde paketlenmiştir. Paketlenen karidesler -18°C'de derin dondurucuda 30 gün depolanmıştır. Depolama süresinin sonunda üç farklı çözündürme yöntemi ile çözündürülmüştür (ortam sıcaklığında, buzdolabında, mikrodalga fırında).

Çalışma sonuçları toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve trimetilamin (TMA-N) değerleri açısından değerlendirildiğinde sıvı azotla dondurulan karideslerin TVB-N ve TMA-N değerleri diğer yöntemlerle dondurulan örneklerinkinden nispeten düşük bulunmuştur. 30 günlük depolama süresinde TVB-N ve TMA-N değerleri önemli derecede yükselme göstermiş ancak tüketilebilirlik sınır değerlerine ulaşmamıştır. Çözündürme yöntemleri açısından kıyaslandığında en yüksek TVB-N ve TMA-N değerlerinin ortam sıcaklığında çözündürülen örneklerde belirlendiği görülmektedir. Buzdolabında ve mikrodalga fırında çözündürülen örnekler arasında TVB-N ve TMA-N değerleri bakımından önemli farklılık gözlenmemiştir.

Dondurulmuş karideslerin 30 günlük depolama sonrası pH değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Ancak dondurma yöntemleri açısından incelendiğinde sıvı azot ile dondurulan karideslerde en düşük pH değerleri belirlenmiştir. Bunu hava akımında ve derin dondurucuda dondurulmuş örnekler izlemiştir. Çözündürme yöntemleri açısından incelendiğinde ise en yüksek pH değerleri ortam sıcaklığında çözündürülmüş örneklerde belirlenirken, en düşük pH değerleri buzdolabında çözündürülmüş örneklerde belirlenmiştir.

Renk, karideslerin kalitesi ve kabul edilebilirliğinde önemli bir özellik olması nedeniyle bu çalışmada karideslerin L*, a* ve b* değerleri ölçülmüştür. Parlaklıktaki artışla birlikte renkte solgunluk artışını göstermekte olan L* değeri depolama sonrası artış göstermiştir. Sıvı azot ile dondurulan karideste en yüksek L* değeri ve en düşük a*

değeri, buzdolabında çözdürülen karideslerde yüksek L^* ve a^* değeri belirlenmiştir. Kabuklu karideslerde kabuksuzlara kıyasla daha yüksek L^* değeri belirlenmiştir.

Dondurma işlemi karideslerde pişirme kaybının artmasına neden olmuştur. Dondurma işlemi sırasında hücre membranları zarar görmesine bağlı olarak su tutma kapasitesi azalmış ve pişirme kaybı artmıştır. Dondurma yöntemleri pişirme kaybı üzerine etki etmezken, mikrodalga ile çözdürmede pişirme kaybı artmıştır.

Çalışma örneklerimizin dondurma ve 30 günlük depolama işlemi sonrası sertlik değerlerinde artış belirlenmiştir. Dondurma yöntemlerini karşılaştırdığımızda en düşük sertlik değerleri sıvı azot ile dondurulan örneklerde belirlenmiştir. Ortam sıcaklığında ve buzdolabında çözdürülen örneklerin sertlik değerleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Çözdürme yöntemleri karşılaştırıldığında en yüksek sertlik değerlerinin buzdolabında çözdürülmüş örneklerde belirlendiği görülmektedir.

Dondurma ve dondurulmuş depolama karideslerin esneklik değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Karideslerin 30 günlük dondurulmuş depolama süresi sonunda esneklik değerlerinde önemli azalma tespit edilmiştir. Dondurma yöntemleri açısından incelendiğinde en yüksek esneklik değerlerinin sıvı azotla dondurulan örneklerde bulunduğu, derin dondurucuda ve hava akımında dondurulan örnekler arasında ise önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir. Çözdürme yöntemleri arasında esneklik değerleri bakımından önemli bir fark belirlenmemiştir. Karideslerin kabuklu ve kabuksuz dondurulmaları da esnekleri değerlerini etkilememiştir.

Dondurma ve çözdürme yöntemleri arasında bağlılık değerleri açısından önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Kabuksuz karideslerin bağlılık değerleri ise kabuklu karideslerinkinden yüksek bulunmuştur.

Karideslerin dondurma ve 30 gün depolama süresi sonunda sakızımsılık değerlerinde önemli bir artış tespit edilmiştir. Dondurma yöntemleri açısından kıyaslandığında sıvı azotla dondurulan karidesin sakızımsılık değerleri diğer yöntemlerle dondurulan karidesinkinden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çözdürme yöntemlerini kıyasladığımızda ise ortam sıcaklığında çözdürülmüş örneklerde en yüksek sakızımsılık değerleri belirlenmiştir.

Depolama süresi ve dondurma yöntemi ve karides grubu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Çözdürme yöntemi ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Karideslerin 30 günlük depolanması sonunda karideslerin duyusal değerlerinde önemli bir azalma belirlenmiştir. Bu durum dondurma ve dondurulmuş depolamanın karideslerin görünüş olarak kalite kaybına uğradığını göstermektedir. Dondurma yöntemi, çözdürme yöntemi ve karidesin kabuklu kabuksuz olmasının duyusal değerler üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.

Yapılan tüm analizler sonucunda dondurma ve dondurulmuş depolama karideslerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.

Bu alışma sonuçlarına göre karideslerin hava akımında dondurma yöntemiyle dondurulmalarının ve buzdolabında düşük sıcaklıkta zdrme yöntemlerinin diğerk yöntemlere göre daha uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca kabuksuz dondurulan karideste bozulma parametreleri yönünden daha iyi sonuçlar almakla birlikte tekstürel kayıplar görülebilmektedir.

ANAHTAR KELİMELEK: Dondurma, zdrme, Kalite, Karides

JÜRİ: Prof. Dr. Nalan GöKOğLU

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ



ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT FREEZING METHODS ON THE QUALITY OF RED SHRIMP (*Aristaeomorpha foliacea*)

Aysegul Tugce HAN

MSc Thesis in Aquaculture Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nalan GOKOGLU

April; 69 pages

In this thesis, it is aimed to investigate the effects of different freezing and thawing methods on the quality of red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*). In the study, the shrimps first brought to the laboratory were divided into two groups. Head and shells of a group shrimps were removed, while the other group of shrimps remained shell-on as a whole. Both groups of shrimps were frozen with three different methods after the pre-cooling process. In the blast freezer (-40°C temperature, 4 m / s air velocity), in a domestic freezer at -18°C and with liquid nitrogen. Frozen shrimps are packed in sealed polyethylene bags without losing time after freezing. Packaged shrimps were stored in the freezer for 30 days at -18°C. At the end of the storage period, quality control analyses were performed by using three different thawing methods (at ambient temperature, in a refrigerator and in a microwave oven).

When the study results were evaluated in terms of total volatile basic nitrogen (TVB-N) and trimethylamine (TMA-N) values shrimps frozen with liquid nitrogen were found to be relatively low compared to those frozen by other methods. During 30 days of storage, TVB-N and TMA-N values increased significantly but they did not reach their consumption limit values. The highest TVB-N and TMA-N values were determined in the thawed samples compared to the thawing methods. No significant differences were observed in TVB-N and TMA-N values among the samples thawed in the refrigerator and microwave oven.

No significant change was observed in the pH values of frozen shrimps after 30 days of storage. However, in terms of freezing methods, the lowest pH values were determined in shrimps frozen with liquid nitrogen. This was followed by frozen samples in the air blast and domestic freezer. When analyzed in terms of thawing methods, the highest pH values were determined in samples thawed at ambient temperature. The lowest pH values were determined in refrigerated samples.

In this study, L *, a * and b * values of shrimps were measured because color is an important feature in the quality and acceptability of shrimps. The L * value, which shows the pale color increase with the increase in brightness, has increased after storage. The highest L * value and the lowest a * value were found in the shrimp frozen with liquid nitrogen. High L * and a * values were determined in the shrimp thawed in

the refrigerator. A higher L * value was determined in shell-on shrimps than shell-off shrimp.

The freezing process caused the loss of cooking in shrimps. During freezing, water retention capacity decreased and cooking loss increased due to damage of cell membranes. While the freezing methods did not affect the loss of cooking, the loss of cooking increased with thawing in microwave oven.

Hardness values of our study samples increased after freezing and 30 days of storage. When we compare the freezing methods, the lowest hardness values were determined in the samples frozen with liquid nitrogen. There was no significant difference between the hardness values of the samples thawed at ambient and refrigerated temperatures. When the thawing methods are compared, it is seen that the highest hardness values are determined in refrigerated thawed samples.

Freezing and frozen storage significantly affected the springiness of shrimps. At the end of the frozen storage period of 30 days of shrimps, a significant decrease in elasticity was determined. In terms of freezing methods, the highest springiness values were found in liquid nitrogen-frozen samples and there was no significant difference between blast freezing and deep freezing methods. There was no significant difference in the springiness values between the thawing methods. Removing of shell did not affect springiness values.

No significant difference was observed between the freezing and thawing methods in terms of cohesiveness values. Values of shell-off shrimp were higher than shell-on shrimps.

A significant increase in chewiness values was determined after freezing and storage for 30 days. In comparison with the freezing methods, the chewiness values of the shrimp frozen with liquid nitrogen were found to be significantly higher than the other methods of shrimp frozen. When the thawing methods were compared, the highest chewiness values were determined in the thawed samples at ambient temperature. Storage time and freezing method and shrimp group were statistically significant. The thawing method was statistically insignificant.

After 30 days storage of shrimps, a significant decrease in the sensory values of shrimps was determined. This shows that freezing and frozen storage have undergone quality loss of shrimps. Freezing method, thawing method and removing of shell of shrimp showed no significant effect on sensory values.

As a result, it was determined that the freezing and frozen storage affected the physical and chemical properties of the shrimps. According to the results of this study, it was observed that freezing of shrimps by freezing in air blast and thawing in refrigerator with low temperature were more suitable than other methods. In addition, although the shrimp frozen with shell-off gives better results in terms of deterioration parameters, textural losses can be seen.

KEY WORDS: Freezing, Thawing, Quality, Shrimp

COMMITTEE: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ



ÖNSÖZ

Karides pek çok dünya ülkesi için ekonomik değeri yüksek ve tüketici talebi oldukça fazla olan bir gıdadır. Ülkemizde ekonomik açıdan büyük bir öneme sahip olan karides eti, besin kalitesi yüksek, proteince zengin değerli bir gıda maddesidir.

Ancak bütün su ürünlerinde olduğu gibi etlerinde bağ dokunun az ve zayıf olması nedeniyle kolay sindirilebilir, bunun için de kolay bozulabilir bir gıda maddesidir. Karidesler avlanma ve hasat sonrası çeşitli fiziksel ve kimyasal değişimlere uğramaktadırlar. Karides kalitesini korumada en etkili yöntemlerden birisi dondurmadır. Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin kalite üzerine etkileri önemlidir.

Bu tez çalışmasının amacı kırmızı karidesleri kabuklu ve kabuksuz olarak iki farklı grup altında, üç farklı dondurma yöntemi ile dondurduktan sonra üç farklı çözündürme yöntemi ile çözündürerek dondurma ve çözündürme yöntemlerinin karidesin kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesidir.

Yüksek lisans eğitimim süresince ve bu çalışmanın gerçekleşmesinde bana her türlü yardım ve destekte bulunup ve bu konuda çalışma olanağı sağlayan Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU'na teşekkürü borç bilirim. Çalışmalarım esnasında bana sürekli destek olan sevgili Hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Bahar GÜMÜŞ'e, karideslerin teminatında yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU'na, sıvı azot temininde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Emine Şükran OKUDAN'a, Üniversite hayatımın bana kattığı değer Sevgili abim Adem KAYA'ya ve Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP)'a yüksek lisans tezimi FYL-2017-2695 nolu proje ile destekledikleri için teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak en büyük teşekkürü hayatım boyunca maddi manevi desteklerini her daim yanımda hissettiğim, bu günlere gelmemdeki en büyük paya sahip olan canımdan kıymetli ailem; babam Fehim HAN'a, annem Sabahat HAN'a ve abim Gökhan HAN'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Kırmızı Dev Karides (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>).....	3
2.2. Su Ürünlerinin Soğutulması.....	6
2.3. Su Ürünlerinin Dondurarak Muhafazası	6
2.4. Dondurma Yöntemleri	7
2.4.1. Daldırarak dondurma	7
2.4.2. Kontak dondurma.....	7
2.4.3. Kriyojenik sıvılarla dondurma	8
2.4.4. Hava akımı ile dondurma	8
2.5. Dondurulmuş Ürünlerin Çözdürülmesi	8
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Materyal	11
3.2. Metot	11
3.3. Analizler.....	12
3.3.1. Toplam kurumadde analizi.....	12
3.3.2. Kül tayini	12
3.3.3. Toplam yağ analizi.....	12

3.3.4. Toplam protein analizi	13
3.3.5. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi.....	13
3.3.6. Trimetilamin (TMA-N) analizi	13
3.3.7. Tekstür ölçümü.....	13
3.3.8. Renk ölçümü	14
3.3.9. pH ölçümü.....	14
3.3.10. Pişirme kaybı analizi.....	14
3.3.11. Duyusal analiz.....	14
3.3.12. İstatiksel analizler.....	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	15
4.1. TVB-N Değerine Ait Bulgular	15
4.2. TMA-N Değerine Ait Bulgular.....	18
4.3. pH Değerine Ait Bulgular	21
4.4. Renk Ölçüm Bulguları.....	24
4.4.1. L* değerine ait bulgular.....	24
4.4.2. a* değerine ait bulgular.....	27
4.4.3. b* değerine ait bulgular.....	30
4.5. Pişirme Kaybı Analiz Bulguları	33
4.6. Tekstür Analiz Değerlerine Ait Bulgular.....	36
4.6.1. Sertlik değerine ait bulgular	36
4.6.2. Esneklik değerine ait bulgular.....	40
4.6.3. Bağlılık değerine ait bulgular.....	42
4.6.4. Sakızımsılık değerine ait bulgular.....	44
4.6.5. Çiğnenebilirlik değerine ait bulgular	47

4.7. Duyusal Analiz Bulgular	49
4.7.1. Görünüş değerlerine ait bulgular	49
4.7.2. Tat değerlerine ait bulgular	52
4.7.3. Koku değerlerine ait bulgular	54
4.7.4. Genel beğeni değerleri	56
4.8. Kimyasal Kompozisyon Analizleri Değerlerine Ait Bulgular.....	59
5. SONUÇLAR	61
6. KAYNAKLAR	64

ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	: yüzde
cm	: santimetre
mg/g	: miligram/gram
mg	: miligram
kg	: kilogram
g/ml	: gram/mililitre
cm	: santimetre
ml	: mililitre
nm	: nanometre
L	: parlaklık
a	: kırmızı-yeşil
b	: sarı-mavi
°C	: santigrat derece
(NH ₄) ₂ SO ₄	: amonyum sülfat
NaOH	: sodyum hidroksit
HCl	: hidroklorik asit
KOH	: potasyum hidroksit
MgO	: magnezyum oksit

Kısaltmalar

dk : dakika

SAS : İstatiksel Analiz Sistemi (Statistical Analysis System)

TVB-N : Toplam uçucu bazik azot

TMA-N : Trimetilamin azot

KH : Havada çözdürülmüş kabuklu örnekler

KS : Suda çözdürülmüş kabuklu örnekler

KM : Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu örnekler

H : Havada çözdürülmüş kabuksuz örnekler

S : Suda çözdürülmüş kabuksuz örnekler

M : Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz örnekler

TCA : Trikloroasetik asit

AKADEMİK BEYAN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Farklı Dondurma Ve Çözdürme Yöntemlerinin Kırmızı Karides (*Aristaeomorpha foliacea*)'nın Kalitesi Üzerinde Etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

19/04/2019

Ayşegül Tuğçe HAN



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kırmızı Karides'in (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>) sistematik sınıflandırılması	3
Şekil 2.2. Kırmızı Karides'in (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>) dünya üzerindeki dağılım alanları.....	4
Şekil 2.3. Kırmızı Karides'in (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>) görünümü	5
Şekil 4.1. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TVB-N değerleri	18
Şekil 4.2. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TMA-N değerleri	21
Şekil 4.3. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pH analizi değerleri	24
Şekil 4.4. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait L* değerleri	27
Şekil 4.5. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait a* değerleri.....	30
Şekil 4.6. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait b* değerleri.....	32
Şekil 4.7. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pişirme kaybı analizi değerleri	35
Şekil 4.8. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi sertlik değerleri	39
Şekil 4.9. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi esneklik değerleri.....	42
Şekil 4.10. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi bağlılık değerleri	44
Şekil 4.11. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi sakızimsılık değerleri.....	46
Şekil 4.12. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi çiğnenebilirlik değerleri.....	49
Şekil 4.13. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuusal analiz görünüş değerleri.....	51

Şekil 4.14. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuşal analiz tat değeri.....	54
Şekil 4.15. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuşal analiz koku değeri.....	56
Şekil 4.16. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuşal analiz genel beğeni değeri	58



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Karideslerin TVB-N analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	15
Çizelge 4.2. Karideslerin TVB-N analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	15
Çizelge 4.3. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TVB-N değerleri	16
Çizelge 4.4. Karideslerin TMA-N analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	18
Çizelge 4.5. Karideslerin TMA-N analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	20
Çizelge 4.6. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TMA-N değerleri	20
Çizelge 4.7. Karideslerin pH analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	21
Çizelge 4.8. Karideslerin pH analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma Testi sonuçları	23
Çizelge 4.9. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pH analizi değerleri	23
Çizelge 4.10. Karideslerin L* değerine ait varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.11. Karideslerin L* değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	25
Çizelge 4.12. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait L* değerleri	26
Çizelge 4.13. Karideslerin a* değerine ait varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.14 Karideslerin a* değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	29
Çizelge 4.15. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait a* değerleri	29
Çizelge 4.16. Karideslerin b* değerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.17. Karideslerin b* değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	31

Çizelge 4.18. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait b* değerleri	32
Çizelge 4.19. Karideslerin pişirme kaybı analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.20. Karideslerin pişirme kaybı analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	33
Çizelge 4.21. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pişirme kaybı analizi değerleri.....	35
Çizelge 4.22. Karideslerin tekstür analizi sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.23. Karideslerin tekstür analizi sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.24. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait Tekstür analizi sertlik değerleri.....	39
Çizelge 4.25. Karideslerin tekstür analizi esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.26. Karideslerin tekstür analizi esneklik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.27. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi esneklik değerleri.....	41
Çizelge 4.28. Karideslerin tekstür analizi bağlılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.29. Karideslerin tekstür analizi bağlılık değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.30. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi bağlılık değerleri.....	43
Çizelge 4.31. Karideslerin tekstür analizi sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.32. Karideslerin tekstür analizi sakızimsılık değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	45
Çizelge 4.33. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi sakızimsılık değerleri.....	46
Çizelge 4.34. Karideslerin tekstür analizi çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	47

Çizelge 4.35. Karideslerin tekstür analizi çiğnenebilirlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	48
Çizelge 4.36. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi çiğnenebilirlik değerleri.....	48
Çizelge 4.37. Karideslerin duyuusal analiz görünüş değerlerine ait varyans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.38. Karideslerin duyuusal analiz görünüş değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	50
Çizelge 4.39. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuusal analiz görünüş değerleri.....	51
Çizelge 4.40. Karideslerin duyuusal analiz tat değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.41. Karideslerin duyuusal analiz tat değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.42. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuusal analiz tat değerleri	53
Çizelge 4.43. Karideslerin duyuusal analiz koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.44. Karideslerin duyuusal analiz koku değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.45. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuusal analiz koku değerleri.....	55
Çizelge 4.46. Karideslerin duyuusal analiz genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.47. Karideslerin duyuusal analiz genel beğeni değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	57
Çizelge 4.48. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuusal analiz genel beğeni değerleri	58
Çizelge 4.49. Karideslerin kimyasal kompozisyon analiz değerleri.....	59

1. GİRİŞ

Karides pek çok dünya ülkesi için çok değerli ve lezzetli kabul edilen bir insan gıdasıdır. Denizlerimiz ve iç sularımız, soğuk ve sıcak su balığı çeşitlerinin avlanması ve yetiştirilmesi için uygun ekolojik özelliklere sahip olması ve taşıdığı çok çeşitli balık türleri bakımından zengin kaynaklardır.

Denizlerimizde balıklara ek olarak kabuklular, yumuşakçalar ve diğer türler de avlanmaktadır (Çelikkale vd. 1999; Anonim 1). Türkiye sularında bugüne kadar 61 karides türü saptanmış olup, bunlardan ekonomik değere sahip olanların ve avcılığı yapılanların sayısı sınırlıdır.

Balıklar haricindeki su ürünleri kabuklu ve yumuşakçalar olarak iki grup altında toplanır. Karides, ıstakoz ve yengeç kabuklu (*Crustaseae*) sınıfında, istiridye, midye, mürekkep balığı ve tarak yumuşakça (*Molluscae*) içinde yer alır (Hobbs ve Hodgkiss 1982).

Karidesler, su ürünleri sektöründe önemli ticari değere sahip kabukluların büyük bir bölümü oluştururlar. Dünya denizlerindeki yıllık üretimleri 3.4 milyon ton civarındadır. Karidesler tür olarak ülkemiz sularında oldukça geniş bir dağılıma sahip olup özellikle avlandığı yerler Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'dir (Çelikkale vd. 1999; Anonim 1). Karides pek çok dünya ülkesi için ekonomik değeri yüksek ve tüketici talebi oldukça fazla olan bir gıdadır. Denizlerde belli bölgelerde lokalize olarak yaşamaları, diğer su ürünlerine göre daha az avlanmaları, yenilebilir kısımlarının elde edilmesinde daha fazla fire vermeleri gibi nedenlerle ekonomik değeri yüksek kabuklu su ürünleri arasında yer almaktadır. Ülkemizde ekonomik açıdan büyük bir öneme sahip olan karides eti, besin kalitesi yüksek, proteince zengin değerli bir gıda maddesidir. Ancak bütün hayvansal su ürünlerinde olduğu gibi karides etlerinde de bağ dokunun zayıf olması nedeniyle kolay sindirilebilir, bunun için de kolay bozulabilir bir gıda maddesidir (Varlık vd. 2000). Muhafaza süresine ve muhafaza sıcaklığına bağlı olarak karides etinde, diğer su ürünlerinde olduğu gibi duyuşsal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler meydana gelir (Hayes 1992; Varlık vd. 2000).

Karidesin ölümünden hemen sonraki dönem çok kritiktir. Ölümünden hemen sonra otolitik ve bakteriyel enzimler, protein, lipid ve karbonhidratlarda yıkıma başlarlar. Karidesler, yakalanmalarının ardından kısa sürede canlılıklarını kaybetse de karides dokusu hala biyokimyasal olarak aktiftir. Dolayısıyla hem bakterilerin hem de enzimlerin (otoliz) aktivitesinden dolayı son derece hızlı bir bozulma sürecine girmektedirler. Karidesler avlanma ve hasat sonrası çeşitli fiziksel ve kimyasal değişimlere uğramaktadırlar. Karides kalitesini korumada en etkili yöntemlerden birisi dondurmadır. Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin kalite üzerine etkileri önemlidir. Su ürünlerinde kalite türe, cinsiyete, avlama bölgesine, mevsime, beslenme durumuna göre değişebilmektedir.

Kırmızı karides (*Aristaeomorpha foliacea*) Akdeniz'de ve özellikle ülkemiz kıyılarında avcılığı yapılan önemli bir karides türüdür. Demersal bir tür olan kırmızı karides, nispeten dar bir alan olan 250 ile 1300 metre derinliklerde yayılım gösterdiği

halde Akdeniz ve Ege Denizinin orta yamaçlarında yayılımı 400 ile 600 metre derinlikler arasındadır (Cartes 1995).

Karideslerin kalitesi trol çekildiğinde değişmeye başlar. Karides trolleri, denizin dibinden karides miktarına bağlı olarak 1,5 ila 5 saat arasında çekilir. En erken yakalanan karidesler güverteye atılmadan önce ölür ve bozulmaya başlayabilir. Özellikle karides avlama sezonunda yüksek sıcaklık, karidesin trol teknesinde bozulmasına neden olmaktadır. Karideslerin güvertede ayrılması birkaç saat sürebilir, böylece karides bozulmaya başlayabilir. Ayrıca, güvertede rüzgar ve güneşe maruz kalmak karideslerin bozulmasını hızlandırır. Bu nedenle, karidesler hızla muhafazaya alınmalıdır.

Su ürünlerinin bozulmadan uzun süre depolanması, dondurma tekniğinin geliştirilmesiyle sağlanmıştır. Fiziksel muhafaza yöntemleri arasında yer alan ve kalitenin nması çin en iyi yöntem olan dondurma teknolojisinde kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik aktivite yavaşlamaktadır (Gökoğlu 2002).

Bu tez çalışmasında kırmızı karidesler (*Aristaeomorpha foliacea*) kabuklu ve kabuksuz olarak iki farklı gruba ayrılarak ve üç farklı dondurma yöntemi ile dondurulduktan sonra üç farklı çözündürme yöntemi ile çözündürülerek dondurma ve çözündürme yöntemlerinin karidesin kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Kırmızı Karides (*Aristaeomorpha foliacea*)

Karidesler, kabuklu hayvanlar (Crustaceae) sınıfından ön ayaklıların (Decapoda) ekonomik açıdan önemli bir grubunu meydana getirmektedirler. Karideslerin vücudu, 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. Vücutları toraks ve abdomen üzerinde uzamış şekildedir. Sefalotoraksı örten kabuğun (karapaks) ön ucunda sivri bir diken şeklinde, kenarları testere gibi dişli bir çıkıntı (rostrum) yer alır ki, bu rostrum genel olarak türlerin bir birinden ayırt edilmeleri ve tanınmalarında rol oynamaktadır. Tüm su ürünlerinde olduğu gibi, karideslerin de kimyasal kompozisyonu türlere, cinsiyete, yaşa, vücut bölgesine, beslenme durumuna, göçlere, mevsimlere ve çevre koşullarına göre değişmektedir (Gökoğlu 2002).

Kırmızı Karides'in Sistematik Sınıflandırılması;

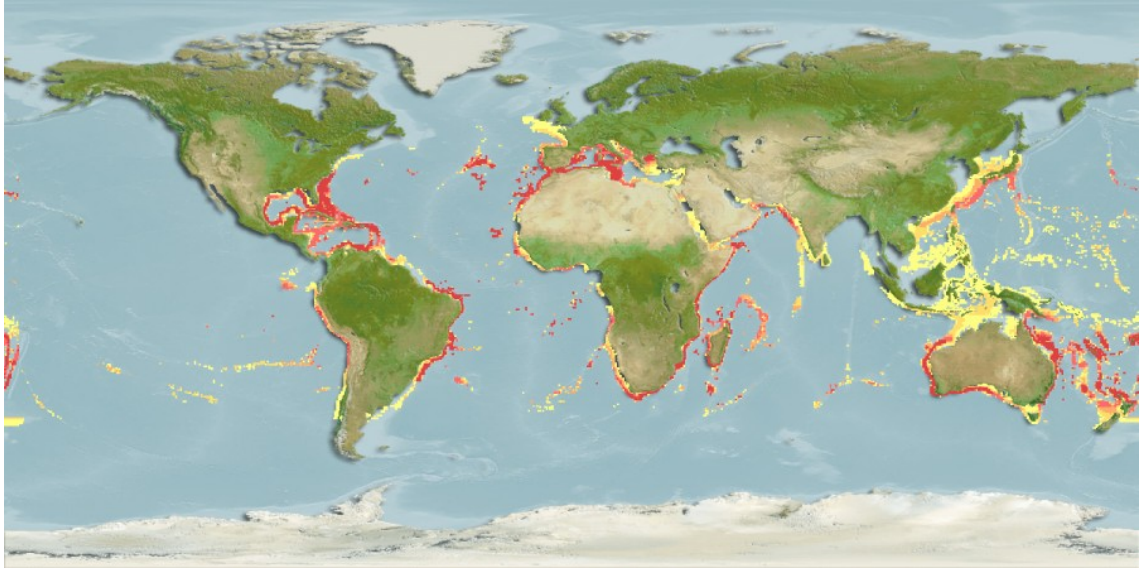
Şube: Arthropoda
Sınıf: Crustacea
Altsınıf: Malacostraca
Takım: Decapoda
Alttakım: Natantia
Bölüm: Penaeidea
Familiya: Aristaeidae
Tür: <i>Aristaeomorpha foliacea</i>

Şekil 2.1. Kırmızı Karides'in (*Aristaeomorpha foliacea*) sistematik sınıflandırılması

Aristaeomorpha foliacea (Risso 1827) kozmopolit bir türdür. Buna rağmen derin sularda yaşar ve genellikle büyüklüğü ile dikkat çeken bir türdür. Kırmızı karidese Karadeniz haricindeki diğer denizlerimizde rastlamak mümkün olabilmektedir. Ayrıca Doğu Atlantik, Güney Afrika, Japonya ve Avustralya'da da görülmektedir. Çamurlu zemin üzerinde yaşamını sürdüren bu canlı genellikle 120-350 m derinliklerde yaşamaktadır. 1300 m derinliğe kadar bulunduğu da rapor edilmiştir. Avcılığı trol ağları, derin su algarnası ile yapılmaktadır. Genellikle *Parapenaeus longirostris* ve diğer türlerle birlikte olduğundan, bu tür için ayrı bir istatistik bulunmamaktadır. Diğer türler ile birlikte, karışık olarak taze ve donmuş halde değerlendirilmektedir (Artuz 2005).

Kırmızı karides (*Aristaeomorpha foliacea*), derin su (bentik) karidesi olup, genellikle çamurlu tabanlarda dağılım gösterir (Fischer vd. 1987). Kıtasal eğim boyunca denizaltı siperleri ve kanyonlarda kümelenmekte olan bu tür geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir (Ragonese vd. 1997). Akdeniz, Atlantik, Hint Okyanusu, Batı Pasifik ve Güney Afrika'da görüldüğü rapor edilmiştir (Farfante ve Kensley 1997; Bianchini 1999)(Şekil 2.2).

Son yıllarda derin su türlerinin avlanmasına olan ilginin artması ile kırmızı karidesin de ekonomik önemi bir hayli artmıştır. Avcılığı genellikle *Parapenaeus longirostris* ve diğer türlerle birlikte olduğundan, bu türün avlanma miktarı ile ilgili kayıt 2007 yılına kadar bulunmamaktadır. 2007'de 150 ton olan kırmızı karides avlanma miktarı 2013 yılına gelindiğinde 1363.6 ton'a yükselmiştir (Anonim 2). Akdeniz ve Ege kıyılarımızdan dip trolü ile avlanan kırmızı karidesin bir kısmı taze olarak tüketime sunulurken önemli bir kısmı ise işleme fabrikalarında işlenerek dış pazara gönderilmektedir. Şekil 2.2'de Kırmızı Karidesin dünya üzerindeki dağılım alanları belirtilmiştir.



Şekil 2.2. Kırmızı karidesin (*Aristaeomorpha foliacea*) dünya üzerindeki dağılım alanları (FAO)



Şekil 2.3. Kırmızı karidesin (*Aristaeomorpha foliacea*) görünümü

Kırmızı karidesin karapaksı kısa tüylerle kaplıdır. Baş kalkanının her iki yanının alt taraflarında uzunlamasına eğri ve uzun çıkıntılar bulunmaktadır. Kuvvetli bir hepatik dikenini vardır. Kırmızı karidesin en önemli özelliği adından da anlaşılacağı üzere koyu kırmızı bir vücut rengine sahip olmasıdır (Bono vd. 2012). İleriye uzanmış karina bölgesi, baş kalkanının her iki alt yanında ve diğer karina boyunca, hafif eğik bir şekilde ve üst tarafına doğru uzanır. Dişi ve genç bireylerde rostrum uzun ve aşağıya doğru eğiktir. Maksimum boyları 22 cm'ye varan uzunluklarda olabilen türün yaygın bulunan boyları ise 15-18 cm civarındır (Artüz 2005; Mytilineou vd. 2006). Kırmızı karideslerde seksüeldimorfizm görülür. Dişiler daha büyük olurken, erkekler dişilere oranla daha küçük boyutlarda olurlar. Ayrıca dişi bireylerin rostrumları erkek bireylerin rostrumlarına göre daha uzun yapıdadır.

2.2. Su Ürünlerinin Soğutulması

Beslenme bakımından su ürünleri, içerdiği azotlu bileşiklerden dolayı, yüksek besin değerine sahip gıdalar arasında yer alırlar. Ülkemizde avlanan su ürünlerinin büyük bir kısmı taze olarak kıyı bölgelerimizde tüketilmektedir. Avlanma yerinden uzak bölgelere taşınanların ise kalitelerinin korunarak tüketiciye ulaştırılması gereklidir. Ancak su ürünleri bozulmaya karşı hassas olduklarından, avlandıktan hemen sonra orijinal tazeliklerini mümkün olduğunca korumalarını sağlayacak önlemlerin alınması gerekmektedir. Bozulma ve depolama arasındaki yakın ilişki nedeniyle hasattan hemen sonra kabuklu su ürünleri hızla soğutulmalıdır (Pardio vd. 2011).

Su ürünlerinin kalitesinin korunması amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi olan ve en yaygın kullanılan yöntem dondurmadır. Su ürünlerinin soğukta saklanması suretiyle bozulmaları bir ölçüde geciktirilebilirken, dondurmak suretiyle daha uzun sürede depolanabilmektedir.

Soğutma ile su ürünleri $-1/+4^{\circ}\text{C}$ 'de soğukta muhafaza edilebilmektedir. Fakat soğuk depolama sırasında mikroorganizmaların gelişimi ve biyokimyasal olaylar yavaşlatabilsede su ürünlerinin muhafaza ömrü sınırlı olmaktadır (Binici ve Kurtkaya 2014).

En ideal soğutma ortamı buzdur. Avlandıktan sonra su ürünlerinin bozulmasının önlenmesi için sıcaklığının en kısa zaman zarfında buzun donma noktasına düşürülmelidir. Soğutmanın temel prensibi, ürünün buz ile temas etmesinin sağlanması ve dondurulmadan sıcaklığının 0°C 'ye indirilmesidir.

2.3. Su Ürünlerinin Dondurarak Muhafazası

Dondurarak muhafaza teknolojisi gıdaların uzun süre bozulmadan depolanabilmelerini sağlayan bir konserve etme yöntemidir. Su ürünleri gibi kolay bozulabilir gıdaların taze durumda uzun süre muhafazası ancak dondurma teknolojisi ile mümkündür. Soğutma yöntemleri kullanarak, gıdalar -1 ile $+4^{\circ}\text{C}$ 'de soğukta muhafaza edilebilirler, ancak soğuk depolama sırasında mikroorganizmaların gelişimi ve biyokimyasal olaylar yavaşlatıldığından gıdanın muhafaza ömrü sınırlıdır. Oysa dondurma ile mikroorganizmaların gelişimi tamamen önlenemekte, biyokimyasal olaylar ve enzim aktivitesi yavaşlayarak devam etmektedir. Çok düşük sıcaklıklarda (-30°C) enzimlerin aktivitesi de durabilmekte dolayısıyla depolama sıcaklığı düştükçe raf ömrü de artmaktadır. Ancak bu kadar düşük sıcaklıklarda depolama yapabilmek için harcanacak enerji, daha uzun süre depolamanın sağlayacağı faydayı karşılayamayacağından bu sıcaklığın altında depolama tercih edilmemekte ve ürünler genellikle -18°C 'de depolanmaktadır. Sıcaklığın -10°C ve -12°C arasında olduğu

depolamada “dondurulmuş” ifadesi kullanılmaktayken, -18°C ve altındaki depolama için “derin dondurulmuş” tanımı kullanılmaktadır. Su ürünlerinin depolama süresini uzatmak amacıyla yapılan dondurma işlemi, bozulma ve ekonomik kaybın en aza indirilmesinde, ayrıca halk sağlığı problemleri ve gıda kaynaklı patojenlerin kontrol edilmesinde çok önemli rol oynamaktadır (Olgunoğlu ve Polat 2002)

Dondurma ile artan çözünen madde konsantrasyonu substrat ve enzim inhibasyonunu arttırmaktadır. Ancak dondurma tekstüre ve diğer özelliklerin değişimine neden olabilmektedir (Pardio vd. 2011).

2.4. Dondurma Yöntemleri

2.4.1 Daldırarak dondurma

Bu yöntemde sıvı soğutucular kullanılmaktadır. Bir soğutma ekipmanında soğutulmuş şeker şurubu, salamura veya gliserol çözeltisi kullanılır. Gıda maddeleri bu sıvılara daldırılarak dondurulduğundan yöntem, bu ismi almıştır. Ambalajlanmış veya ambalajlanmamış ürün, soğutulmuş suya daldırılarak veya bu sıvı ürün üzerine püskürtülerek dondurulur. Ürünün ambalajlı olması durumunda, soğutucu ile soğutulan arasında bir engel olduğundan yöntem indirekt kontakt dondurma olarakta anılır (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999). Bu yöntemde balıklar, soğutulmuş tuzlu su çözeltisine daldırılarak dondurulurlar. Daldırma çözeltisi olarak -21°C 'de %23'lük tuz çözeltisi kullanılır. Her ne kadar dondurulacak ürünün solüsyonla direkt kontakt edilmesinde çok iyi bir ısı transferi mümkün ise de solüsyonun ürüne nüfus etmesi nedeniyle, üründe renk ve lezzet değişimleri gibi kalite kayıpları oluşabilmektedir. Ayrıca solüsyon birkaç kullanımdan sonra balık kanı ve mukoz sıvı ile kirlenmekte ve mikrobiyal kirlenmeye neden olmaktadır (Gökoğlu 2002).

2.4.2. Kontakt dondurma

Plakalı metal dondurucularla yapılan dondurma yöntemidir. Dondurmada plaka kullanıldığından plakalı dondurma yöntemi de denilmektedir. Soğutulmuş metal plakalar ürün ile direkt temasa getirilerek ürün dondurulur. Donma süresi kısa ve donma hızı yüksektir. Bu yöntemde ısı kondüksiyon ile iletilir. Yöntem küçük balıkların ve kıyılmış etlerin paketlenerek dondurulması için uygundur. Bu tip dondurucularda plakalar vertikal ve horizontal yerleştirilmiş olabilir. Bunlardan vertikal olanları genellikle denizde ve tüm balık olarak (işlemeden) dondurma durumlarında tercih edilir. Horizontal plaka sistemli dondurucularda plakalar 5cm kalınlıktadır ve uniform şekilde ambalajlanmış balıkların dondurulmasında kullanılır (Göğüş ve Kolsarıcı 1992). Donma süresi ambalajla plakanın temas derecesine, ambalaj materyalin cins ve kalınlığına, dondurulan ürünün çeşidine, sıcaklık derecesine ve gıdanın kalınlığına göre değişir.

2.4.3. Kriyojenik sıvılarla dondurma

Kaynama derecesi çok düşük olan sıvılaştırılmış gazlara kriyojenik sıvılar denir. Bu sıvılaştırılmış gazlar ayrıca soğutma ekipmanında soğutulmamakta, kendi fiziksel özellikleri ile soğutucu görevi yapabilmektedir. Gıdaların dondurulmasında en fazla kullanılan kriyojenik sıvılar, sıvı azot ve sıvı karbondioksittir. Kriyojenik dondurma çok düşük derecelerde, genellikle -60°C 'nin altında gerçekleştirilen dondurma olarak tanımlanmaktadır. Su ürünlerinde daha çok karides ve kalamar gibi duyarlı türlerde uygulanmaktadır. Bu işlem sıvı azotun buharlaşma gizli ısısından yararlanılarak gerçekleştirilir. Ancak çok pahalı bir yöntemdir. Bu nedenle pratikte yaygın olarak kullanılmaz. Kriyojenik dondurmada kullanılan cihazların basit ve ucuz olmalarına ve az yer kaplamaları gibi olumlu yönlerin yanı sıra, kriyojenik sıvıların pahalı olması yöntemin en olumsuz yönüdür (Varlık vd. 2004).

2.4.4. Hava akımı ile dondurma

Bu yöntemde balık soğuk hava cereyanında ve süratle hava hızında dondurulur. Sıcaklık $-35/-45^{\circ}\text{C}$, bağıl nem %90-95, hava hızı 2-5m/s'dir. Bu yöntem bütün balık cinslerinin ve paketli fileto veya tüm balıkların dondurulması için çok uygundur (Yücel 1997). Bu teknolojiye iyi sonuç elde edebilmek için, balıkların tepsilere tek sıra olacak şekilde dizilmeleri ve herhangi bir başka ambalaj kullanılması önerilmemektedir (Göğüş ve Kolsarıcı 1992).

2.5. Dondurulmuş Ürünün Çözdürülmesi

Çözdürme dondurma işleminin son aşamasıdır. Bu aşamada dondurulmuş ürünün sıcaklığı 0°C 'ye yükselir. Çözdürme sırasında ürünlerdeki önemli değişimler dondurma sırasında oluşan buz kristallerinin erimesi ve kas fibrilleri tarafından doku sıvılarının reabsorpsiyonu ile ilişkilidir. Çözdürme koşulları ürünün başlangıç özelliklerinin korunmasını garanti etmelidir. Dondurulmuş su ürünlerinin kalitelerinin korunmasında hızlı dondurma nasıl önemli ise hızlı çözdürmede aynı şekilde önemlidir. Böylece ürünün yüksek sıcaklıklara uzun süre maruz kalması önlenmiş olur. Bilindiği gibi yüksek sıcaklıklarda enzimatik ve bakteriyel faaliyetlerde hızlanır. Dondurulmuş ürünün çözdürülmesinde kullanılan yöntem ürünün fazla ısınmasını, damla kaybını, dehidrasyonu ve bakteriyel gelişmeyi önleyecek şekilde seçilmelidir. Çözdürme sırasında ortam sıcaklığı 20°C 'yi kesinlikle geçmemelidir (Gökoğlu, 2002).

Dondurulmuş üründe depolama ve çözündürme sırasındaki başlıca değişimler dehidrasyon, damlama kaybı, protein denatürasyonu ve renk bozulmasıdır. Donma oranı, sıcaklık, dondurulmuş depolama süresi ve çözündürme yöntemi kalite kaybı üzerinde etkili faktörlerdir (Einen vd. 2002). Dondurulmuş besinlerin kalitesi, dondurma işleminde olduğu kadar çözündürme işlemi ile de yakından ilişkilidir. Çözünme genellikle donmadan daha yavaş gerçekleşen bir olaydır. Bu nedenle çözünme sırasında üründe fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal değişimler görülebilmektedir.

Eğer gereken önlemler alınmazsa, dondurulmuş üründe çözülme sırasında da çok önemli değişimler belirir ve ürün sanki hiç dondurulmamışçasına hızla bozulur. Dondurma sırasında buz kristallerinin oluşumuna bağlı olarak beliren hücre zedelenmeleri, çözülme sırasında görülen hemen her türlü olumsuz değişimlerin başlıca nedenlerinden biridir. Esasen dondurarak depolamanın herhangi bir aşamasında beliren bir olumsuz olay, bunu izleyen diğer aşamalarda başka olumsuzluklara neden olmaktadır. Don çözmedeki koşullar ne olursa olsun ürünün sıcaklık derecesi hemen donma noktasına erişir ve bütün çözülme bu derecede devam eder. Donma noktası civarı bir taraftan rekristalizasyonun en fazla belirttiği, diğer taraftan özellikle psikrofil mikroorganizmaların çoğalabildiği kritik bir bölgedir. Bu nedenle çözülme sırasında mekanik ve mikrobiyolojik değişimler kaçınılmazdır (Gökoğlu 2002).

Dondurulmuş depolama sırasındaki kalite kayıpları lipidoksidasyonu, protein denatürasyonu, süblimasyon ve rekristalizasyon gibi kompleks fizikokimyasal reaksiyonlar nedeniyle olmaktadır. Bunların sonucunda da koku bozulması, ransidite, dehidrasyon, ağırlık kaybı, sertleşme, sululuk kaybı ve damlama kaybı meydana gelmektedir (Sirintra vd. 2007; Pisal vd. 2007). Tekstür, lezzet ve rengi etkileyen en önemli biyokimyasal olay protein denatürasyonudur (Xiong 1997). Su ürünleri kaslarının protein denatürasyonuna memeli kaslarından daha hassas oldukları bildirilmektedir (Matsumoto 1979). Kas proteinleri tekstür karakteristiklerinden sorumludur ve dondurma ve çözündürme sırasındaki değişimleri, yüzey hidrofobisitesi, amino asit modifikasyonu, çözünürlük değişimlerinin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Proteinlerin fonksiyonel özelliklerindeki kayıplar su tutma kapasitesi, vizkozite, jel oluşturma, emülsifikasyon, köpük oluşturma gibi özelliklerin izlenmesi ile değerlendirilmektedir (Xiong 1997).

Bu değişimleri minimize etmenin yolu ürünleri hızlı dondurmaktır. Yavaş dondurmayla hücreler arasında büyük buz kristalleri oluşmaktadır. Kristallerin boyutu arttıkça sayısı azalır. Yapılan çalışmalarda yavaş dondurulmuş ürünlerde daha çok don zararı görülürken, hızlı dondurulmuş örneklerde zararın çok düşük olduğu belirlenmiştir (Grujic vd. 1993; Li ve Sun 2002; Bevilacqua vd. 2004; Anon 1998; Molina-Garcia et al. 2004).

Protein denatürasyonu ve tekstürel kusurlar birçok faktörün yanında türe ve hasatla dondurma arasında geçen süreye de bağlıdır. Ayrıca dondurma öncesi ürüne benzer bir ürün elde etmek için uygun bir çözündürme de gereklidir. Buz kristallerinin boyu, dokudaki lokalizasyonu, çözünme oranı, karideslerin dondurma öncesi biyokimyasal ve fizyolojik durumu ve dondurma öncesi kasın su tutma kapasitesi gibi faktörlere bağlı olarak çözündürme işlemi sırasında su geri absorbe edilmektedir (Pham ve Mawson 1997). Dondurulmuş depolama sırasında kas proteinlerinin stabilitesindeki değişimleri karides türüne ve yaşadıkları ortama bağlı olduğu bildirilmektedir (Davies vd. 1994). Türlerin biyolojik özellikleri bu konuda etkilidir. Bu sebeple farklı karides türlerinin dondurulması ve depolanması konusunda çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Pan ve Yeh (1993) ve Boonsumrej vd (2007) *Penaeus monodon*, Srinivasan vd. (1998) *Machrobrachium rosenbergii*, Diaz-Tenorio vd. (2007) ve Lourdes vd. (2007) *Litopenaeus vannamei*, Mansouri-Najand (2012) *Penaeus merguensis*, Shafieipour ve Sami (2015) *Penaeus duorarum*, Condurso vd (2016) *Parapenaeus longirostris* ve *Parapandalus narval* üzerine çalışmışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılmış olan kırmızı karides (*Aristaeomorpha foliacea*) Antalya Körfezi'nden trol ile avlanan balıkçılardan satın alınmıştır. Balıkçı gemisinde karidesler sülfite vb. kararma önleyici ajanlarla muamele edilmeden alınmış ve soğuk taşıma çantası içerisinde buzla saklanıp kısa sürede bu şekilde laboratuvara transfer edilmiştir.

3.2. Metot

Laboratuvara getirilen karidesler iki gruba ayrılmıştır. Bir grup karidesin başı ve kabukları ayrılmış, diğer grup karides ise bütün halde kabuklu olarak kalmıştır. Her iki grup karides ön soğutma işleminin ardından üç ayrı yöntem ile dondurulmuştur.

1) Karidesler tepsilere dizilerek hava akımlı dondurucuda (-40°C sıcaklık, 4 m/s hava hızı) dondurulmuştur.

2) Karidesler -18°C 'deki derin dondurucuda dondurulmuştur.

3) Karidesler sıvı azot ile dondurulmuştur. Bu dondurma işlemi 1 litrelik sıvı azot tankı içerisinde bulunan sıvı azota karideslerin 1 dakika süre ile daldırılması ile gerçekleştirilmiştir. Dondurma sırasında örneklerin iç sıcaklıkları termocouple kullanılarak ölçülmüştür.

Dondurulmuş karidesler dondurma işlemi tamamlandıktan sonra zaman kaybetmeden ağzı kilitli polietilen torbalar içerisinde paketlenmiştir. Paketlenen karidesler -18°C 'de derin dondurucuda 30 gün depolanmıştır. Depolanma süresinin sonunda örneklerin 3 farklı yöntemle (ortam sıcaklığında, buzdolabında, mikrodalga fırında) çözündürülmesi gerçekleştirilmiştir.

1) Buzdolabında çözündürme için örnekler 4°C 'deki buzdolabına konulmuş ve örnek iç sıcaklığı 0°C 'ye düşünceye kadar bekletilmiştir. Çözündürme işlemi 15 saatte tamamlanmıştır.

2) Mikrodalga fırında örnekler fırının defrost ayarında çözündürülmüştür. Çözündürme işlemi 3 dakikada tamamlanmıştır.

3) Havada çözündürülen örnekler $18-20^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki ortamda bekletilmiştir. Çözünme işlemi 3 saatte tamamlanmıştır.

Çözündürme işlemi biten karideslerin kalite kontrol analizleri yapılmıştır.

3.3. Analizler

3.3.1. Nem analizi

Karides örneklerinin kuru madde miktarı 105°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutularak belirlenmiştir (AOAC 1990). Örneklerin konulacağı petri kaplarının darası ölçülmüştür (X). Karides örneklerinden yaklaşık 2 g alınarak petri kaplarına tartılmıştır (X1). Örneklerin tartıldığı bu petriler sıcaklığı 105°C olan etüvde 8 saat tutulmuştur. Ağırlıkları desikatör ile sabit tartıma getirildikten sonra tartımları yapılmıştır (X2). Karides örneklerinin kurumadde miktarları aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Kuru Madde} = \left[\frac{X2 - X}{X1 - X} \right] \times 100 \quad (3.1)$$

$$\%Nem = 100 - \text{Kuru Madde}$$

3.3.2. Ham kül tayini

Sabit tartıma getirilen krozeler içerisine tartılan örnekler 550 ± 5°C’deki çeker ocaklı kül fırınında beyaz kül haline gelinceye kadar bekletilmiştir. (AOAC 1990). Boş krozeler 550-590°C’de kül fırınında 30 dakika kadar bekletilip ardından desikatöre alınarak sabit tartıma getirilmiştir (X1). Krozelerin içerisine yaklaşık 2 g kadar kurutulup örnekten konularak tekrar tartımı yapılmıştır (X2). 550°C’de ayarlı kül fırınında beyaz kül oluşuncaya kadar, yaklaşık 8 saat bekletilerek ardından desikatöre alınmıştır (X3). Krozelerdeki örneklerin kül içeriği ise aşağıda gösterilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%Kül = [(X3 - X1)/(X2 - X1)] \times 100 \quad (3.2)$$

3.3.3. Ham yağ analizi

Homojenize edilmiş karides örneklerine 20 ml metanol + 10 ml kloroform eklenmiştir. Örnekler ultratorrax homojenizatör ile iyice karıştırılmış ve üzerlerine yine 10 ml kloroform ve 20 ml saf su eklenerek yine ultraturaxta karıştırılmıştır. Örnekler bu aşamada 2000 rpm hızda 10 dk süreyle santrifüj edilmiş ve üst tabakada biriken kısım darası bilinen balona (1) filtre kağıdından geçirilerek aktarılmıştır. Tüpte kalan kısma 4 ml %10’luk kloroformda hazırlanmış metanol çözeltisi eklenmiş ve ultraturaxta karıştırılmıştır. Tüpler tekrar aynı şartlarda santrifüj edilerek üstte biriken kısım önceki balona (2) aktarılmıştır. Balonda biriken yağ-çözücü karışımı, döner buharlaştırıcıda (rotary evaporatör) ayrıştırılmış ve balonlar etüvde kurutularak ham yağ % olarak hesaplanmıştır (Bligh ve Dyer 1959).

3.3.4. Ham protein analizi

Örneklerin ham protein analizleri AOAC (1990)'ye göre Kjeldahl yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnek bir katalizör yardımıyla derişik sülfürik asit (H_2SO_4) ile parçalanmış, açığa çıkan azot ise amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$) olarak bağlanmıştır. Daha sonra ortama kuvvetli bir alkali (NaOH) ilave edilerek meydana gelen amonyak distile edilip, ayarlı bir asit çözeltisinde tutulmuş ve ayarlı bir alkali çözelti ile geri titre edilmek suretiyle örnekteki toplam azot miktarı belirlenmiştir. Bulunan azot değeri 6.25 faktörü ($N \times 6.25$) ile çarpılarak ham protein miktarı % olarak hesaplanmıştır.

3.3.5. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi

10 g karides örneği erlen içerisinde alınarak ve üzerine 1 mg MgO, 1-2 damla silikon köpük kesici ilave edilmiştir. Örnekler distile edilerek 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). Sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir.

3.3.6. Trimetilamin azot (TMA-N) analizi

Örneğin 10 g'ı 90 ml %5 triklorasetik asit (TCA) ile ultraturrax kullanılarak homojenize edilmiş ve bu homojenat filitre edilmiştir. Filitratin 4 ml'si bir test tüpüne aktarılarak ve üzerine 1 ml %20'lik formaldehit, 10 ml susuz toluen, 3 ml %50'lik potasyum hidroksit (KOH) ilave edilmiştir. Tüpler iyice çalkalandıktan sonra pipet yardımıyla üstteki toluene fazından 5 ml alınarak üzerine %0,2'lik 5ml pikrik asit ilave edilmiştir. Spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür (Schormüller 1968). Analiz sonuçları mg/100g olarak tespit edilmiştir.

3.3.7. Tekstür ölçümü

Tekstür ölçümü TA.XT2 tekstür analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıkıştırma (kompresyon) kuvveti ile tekstür profil analizi gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizi için 5kg'lık yük hücreğine ve 35 mm çapındaki silindirik proba sahip TA.XT2 cihazı ürüne temas ettiği andan itibaren 5 mm/sn hız ile %40 derinliğe daldırılarak iki ardışık sıkıştırma işlemi uygulanmıştır. Elde edilen verilerden örneklerin sertlik (hardness), esneklik (springness), bağlılık (cohesiveness), sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) özellikleri değerlendirilmiştir. Sertlik değerleri tekstür analiz cihazının örnekleri kesmek için uyguladığı maksimum kuvvet saptanarak belirlenmiştir. Tüm örneklerin tekstür ölçümleri 7 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.8. Renk ölçümü

Karideslerin renk ölçümleri CR-400 Minolta chromometer renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. L*, a*, b* değerleri belirlenmiştir. Kullanılmadan önce cihaz beyaz standart magnezyum oksit plaka ile 100 L* değerine kalibre edilmiştir.

Renk ölçümleri örneklerde 3 ayrı bölgede ölçülerek sonuçlar ortalama değerler şeklinde verilmiştir. Örneklerde L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerlerini ifade eder.

3.3.9. pH ölçümü

Homojenize edilen karides örneği 1/1 oranında distile su ilavesinden sonra pH-metre probunun daldırılmasıyla pH ölçümü gerçekleştirilmiştir (Manthey vd. 1988).

3.3.10. Pişirme kaybı

Karideslerin pişirme kaybı analizi için tüplerin içerisine tartılan örnekler 90°C’de 30 dakika ısıtma işlemi uygulanmış ve örneklerin ağırlık ölçümleri sonrasında aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır (Hughes vd.1997).

$$\text{Pişirme kaybı (\%)} = \frac{(\text{pişirilmemiş örnek ağırlığı} - \text{pişirilmiş, soğutulmuş örnek ağırlığı})}{\text{pişirilmemiş örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (3.3)$$

3.3.11. Duyusal analiz

Duyusal analiz için 10 kişilik bir panelist grubundan oluşan panel gerçekleştirilmiştir. Panelistler su ürünleri tüketim alışkanlığı olan kişiler arasından seçilmiştir. Panelistler örnekleri renk, görünüş, koku, tat ve genel beğeni özellikleri yönünden değerlendirmiştir. Değerlendirmede 1-9 arası hedonic skala kullanılmıştır. Bu skalada 7-9 “çok iyi”, 6.9-4 “iyi”, 3.9-1.0 “kötü” olarak değerlendirilmiştir.

3.3.12. İstatistiksel analizler

Analizlerden elde edilen veriler, SAS 9.4 (Statistical Analysis System, Cary, NC, USA) programı kullanılarak varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Önemli varyans kaynaklarına ait farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

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

Çizelge 4.1. Karideslerin TVB-N değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	3257.993735	110.74**
Dondurma yöntemi	2	19.741581	0.67
Çözdürme yöntemi	2	676.194235	22.98**
Karides grubu	1	264.538335	8.99**
Depolama süresi x dondurma Yöntemi	2	19.741581	0.67
Depolama süresi x çözdürme yöntemi	2	676.194235	22.98**
Depolama süresi x karides grubu	1	264.538335	8.99**
Dondurma yöntemi x çözdürme yöntemi	4	371.564278	12.63**
Dondurma yöntemi x karides grubu	2	94.227593	3.20
Çözdürme yöntemi x karides grubu	2	84.604593	2.88
Depolama süresi x dondurma Yöntemi x çözdürme yöntemi x karides grubu	16	229.236693	7.79**
Hata	36	29.41913	

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

Çizelge 4.1.'de karideslerin TVB-N değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2'de Duncuna çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi, çözdürme yöntemi ve karides grubu istatistiksel açıdan (p<0.01) önemli bulunmuştur. Dondurma yönteminin ise TVB-N değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Karideslerin TVB-N değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	TVB-N değeri (mg /100g)
Depolama Süresi	
0. gün	13.26b
30. gün	26.71a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	20.93a
Derin dondurucuda dondurma	19.90a
Sıvı azotla dondurma	19.12a
Çözdürme yöntemi	
Ortam sıcaklığı (20°C)	26.08a
Buzdolabı (4°C)	17.47b
Mikrodalga fırında	16.40b
Karides grubu	
Kabuklu	21.90a
Kabuksuz	18.07b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TVB-N değerleri (mg/100g)

Dondurma Yöntemi	Çözündürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	13.26 ± 5.92	34.3 ±12.12	29,80 ±11.03
	Soğutucuda	13.26 ± 5.92	21.18 ±8.72	15.72 ±10.23
	Mikrodalgada	13.26 ± 5.92	23.22 ±8.84	13.97 ± 1.97
Hava akımlı dondurucu	Havada	13.26 ± 5.92	35.24 ±3.25	34.06 ±5.46
	Soğutucuda	13.26 ± 5.92	27.72±2.84	8.38 ±2.00
	Mikrodalgada	13.26 ± 5.92	4.79 ±2.84	9.76 ±7.87
Sıvı azot	Havada	13.26 ± 5.92	46.9±4.95	47.27 ±2.64
	Soğutucuda	13.26 ± 5.92	8.29 ±6.03	5.6 ±1.97
	Mikrodalgada	13.26 ± 5.92	43,29±1.23	22.29 ±3.83

Çalışmada elde edilen TVB-N değerlerinin dondurma yöntemleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli görülmesi de sıvı azotla dondurulan karideslerin TVB-N değerleri diğer yöntemlerle dondurulan örneklerinkinden nispeten düşük bulunmuştur.

Çözündürme yöntemleri açısından kıyaslandığında en yüksek TVB-N değerlerinin ortam sıcaklığında çözündürülen örneklerde belirlendiği görülmektedir. Buzdolabında ve mikrodalga fırında çözündürülen örnekler arasında TVB-N değerleri bakımından önemli farklılık gözlenmemiştir.

Karideslerin kabuklu ya da kabuksuz olarak dondurulmalarının da TVB-N değerleri üzerinde etkileri olduğu belirlenmiştir. Kabuklu dondurulan karideslerde daha yüksek TVB-N değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Karideslerin kabuklarını uzaklaştırma işleminin mikrobiyal yükü %99 oranında azalttığı bildirilmektedir. (Al-dagal ve Bazaraa 1999).

Dondurulmuş karides örneklerinde depolama süresinin TVB-N değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. 30 günlük depolama süresinde TVB-N değerleri önemli derecede yükselme göstermiş ancak tüketilebilirlik sınır değerlerine ulaşmamıştır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1).

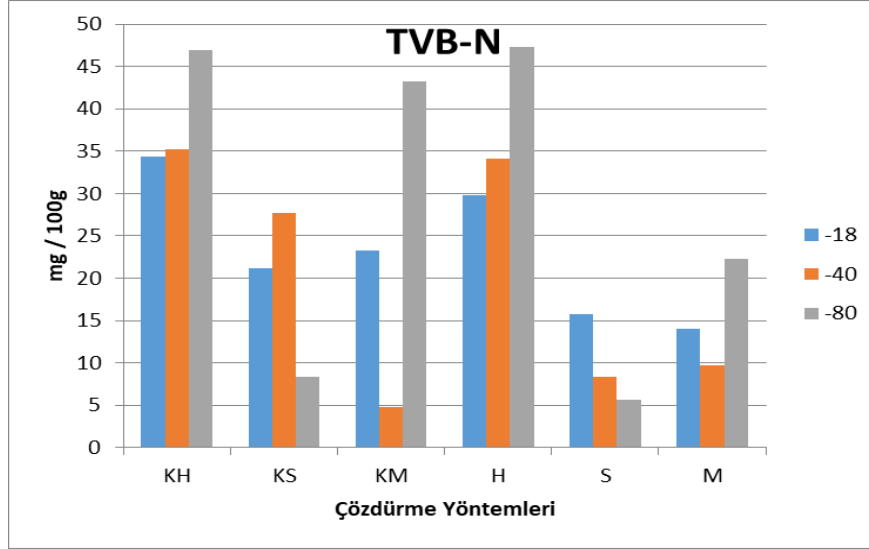
TVB-N su ürünlerinin kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olarak yaygın bir kullanıma sahiptir. Taze ve dondurulmuş su ürünlerinde bozulmanın ileri derecelerinin belirlenmesinde iyi bir indikatör olduğu bildirilmektedir (Ludorf ve Meyer 1973). Karidesler için en yüksek kabul edilebilir sınır değer 30 mg/100g olarak bildirilmektedir (Shamshad vd. 1992; Mendes vd. 2005).

Boonsumrej vd. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada hava akımında ve sıvı azot ile dondurulan karideste (*Penaeus monodon*) TVB-N değerlerinin 10.2-14.16 mg /100g olarak belirlenmiştir.

Yu vd. (2018) karidesin (*Macrobrachium rosenbergii*) dondurulması üzerine yaptıkları bir çalışmada en yüksek TVB-N değerlerin derin dondurucuda (-18°C'de) dondurdukları karideslerde belirlediklerini, bunu sırasıyla hava akımında ve sıvı azot ile dondurulmuş örneklerin takip ettiğini bildirmişlerdir. Depolama sonunda hava akımında ve derin dondurucuda dondurulan karideslerde sınır değerler aşılırken sıvı azot ile dondurulan örneklerin tketebilirlik sınırının altında kaldığı bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışma sonuçlarımızla benzerlik göstemektedir.

Shafieipour ve Sami (2015) -40°C'de dondurup -18°C'de depoladıkları karidesleri (*Penaeus duorarum*)  farklı yöntemle zdrdkleri araştırmalarında, üç farklı zdrme döngüsü uygulamışlardır. Bu araştırmaya göre zdrme döngülerindeki artışla birlikte TVB-N değerlerinde artış belirlenirken, zdrme yöntemleri arasında bir farklılığın olmadığını belirtmişlerdir.

Concurso vd. (2016) derin su pembe karidesi (*Parapenaeus longirostris*) ve Narwal karidesi (*Parapandalus narval*) olarak bilinen iki tür karidesi -40°C'de dondurup -18°C'de 6 ay depolamış ve depolama sırasında kalite değişimlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada da depolama süresince TVB-N değerlerinde artış belirlemişler ve depolama sonunda her iki karides türünün TVB-N değerlerinin 35 mg/100g'a ulaştığını tespit edilmiştir.



KH= Havada çözdürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözdürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözdürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözdürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.1. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TVB-N değerleri

4.2. Trimetilamin (TMA-N) Değerlerine Ait Bulgular

Çizelge 4.4. Karideslerin TMA-N değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	16.84901250	305.81**
Dondurma Yöntemi	2	0.66126667	12.00**
Çözdürme yöntemi	2	0.43890417	7.97**
Karides grubu	1	0.22781250	4.13*
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	0.66126667	12.00**
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	0.43890417	7.97**
Depolama süresi x Karides grubu	1	0.22781250	4.13*
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	0.03061458	0.56
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	0.01621667	0.29
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	0.05002917	0.91
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	0.20621042	3.74**
Hata	36	0.05509583	

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

Karideslerin TMA-N değerine ait varyans analiz sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4'de ve Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelgelere göre depolama süresi, dondurma yöntemi, çözdürme yöntemi ($p<0.01$) ve karides grubunun ($p<0.05$) TMA-N değerleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur.

Depolamanın karideslerin TMA-N değerleri üzerinde önemli ($p<0.01$) bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda TMA-N düzeyleri önemli derecede artış göstermiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.2).

Dondurma yöntemleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek ($p<0.01$) TMA-N değeri derin dondurucuda -18°C 'de dondurulan örneklerde saptanırken bunu sıvı azot ve hava akımı ile dondurulmuş örnekler izlemiştir (Çizelge 4.6 , Şekil 4.2).

Çözdürme yöntemlerini kıyasladığımızda en yüksek ($p<0.01$) TMA-N değerlerinin buzdolabında çözödürölen örneklerde olduğu görölmektedir. Ortam sıcaklığında ve mikrodalga fırında çözödürölen örnekler arasında TMA-N değerleri bakımından önemli farklılık gözlenmemiştir. Buzdolabında uzun süreli yavaş bir çözödürme olması bu sonucu doğurduğunu düşöndörmektedir.

Kabuklu karideslerde kabuksuz karideslere kıyasla daha yüksek ($p<0.05$) TMA-N değerleri belirlenmiştir. Karideslerin kabuklarını uzaklaştırma işleminin mikrobiyal yükü %99 oranında azalttığı bildirilmektedir. (Al-dagal ve Bazaraa 1999).

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

TMA-N miktarının ölçümü taze olarak satılan su ürünlerindeki mikrobiyal bozulmanın seviyesini göstermek amacıyla önem arz etmektedir. Su ürünlerindeki TMA-N tüketilebilir limit değerleri aşğıdaki 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 örneklerimizin 30 günlük depolama sonrasında TMA-N değerleri taze örneklerinkinden önemli ($p<0.01$) düzeyde yüksek olmasına rağmen örneklerimizin hiçbirinde TMA-N düzeyleri bakımından tüketilebilirlik limit değerlerinin aşılmadığı gözlenmiştir. Tüm örnekler içerisinde en yükdek 2.87 mg/100g TMA-N düzeyi gözlenmiştir.

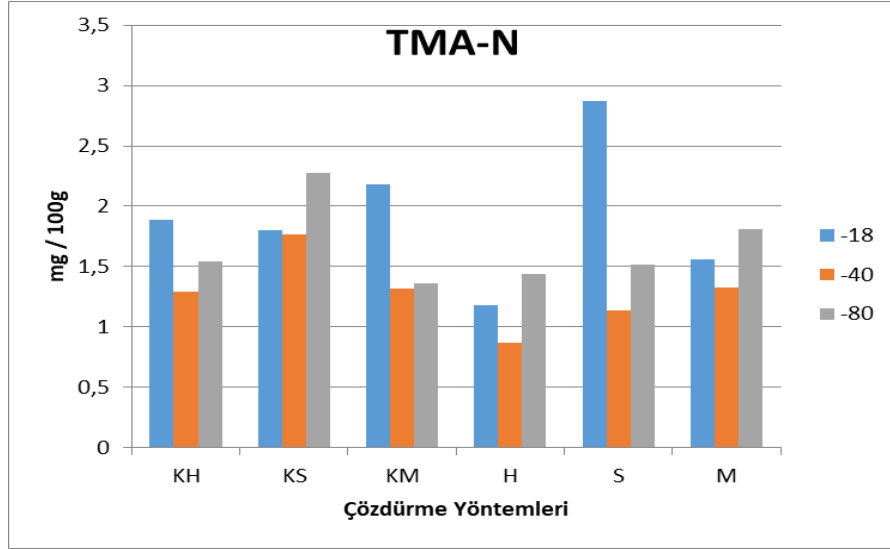
Çizelge 4.5. Karideslerin TMA-N değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	TMA-N Değeri (mg / 100g)
Depolama Süresi	
0. gün	0.88b
30. gün	1.64a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	0.97c
Derin dondurucuda dondurma	1.30a
Sıvı azotla dondurma	1.15b
Çözdürme yöntemi	
Ortam sıcaklığı (20°C)	1.00b
Buzdolabında (4°C)	1.27a
Mikrodalga fırında	1.14b
Karides grubu	
Kabuklu	1.33a
Kabuksuz	1.21b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.6. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TMA-N değerleri

Dondurma Yöntemi	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	0.88 ± 0.017	1.29 ± 0.12	0.87 ± 0.02
	Soğutucuda	0.88 ± 0.017	1.77 ± 0.02	1.14 ± 0.03
	Mikrodalgada	0.88 ± 0.017	1.32 ± 0.04	1.33 ± 0.03
Hava akımlı dondurucu	Havada	0.88 ± 0.017	1.89 ± 0.03	1.18 ± 0.19
	Soğutucuda	0.88 ± 0.017	1.80 ± 0.02	2.87 ± 0.01
	Mikrodalgada	0.88 ± 0.017	2.18 ± 0.03	1.56 ± 0.18
Sıvı azot	Havada	0.88 ± 0.017	1.54 ± 0.05	1.44 ± 0.35
	Soğutucuda	0.88 ± 0.017	2.28 ± 0.10	1.52 ± 0.16
	Mikrodalgada	0.88 ± 0.017	1.36 ± 0.12	1.81 ± 0.12



KH= Havada çözdürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözdürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözdürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözdürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.2. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait TMA-N değerleri

4.3. pH Değerlerine Ait Bulgular

Çizelge 4.7. pH değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	0.00003177	0.07
Dondurma yöntemi	2	0.20458255	479.36**
Çözdürme yöntemi	2	0.07626120	178.69**
Karides grubu	1	0.01165257	27.30**
Depolama süresi x dondurma Yöntemi	2	0.07446656	174.48**
Depolama süresi x çözdürme yöntemi	2	0.04594419	107.65**
Depolama süresi x karides grubu	1	0.00020663	0.48
Dondurma Yöntemi x çözdürme yöntemi	4	0.02503467	58.66**
Dondurma Yöntemi x karides grubu	2	0.03946930	92.48**
Çözdürme yöntemi x karides grubu	2	0.12535711	293.72**
Depolama süresi x dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	9	0.01636440	38.34**
Hata	28	0.00042679	

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

Çizelge 4.7’de karideslerin pH değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Dondurma yöntemi, çözdürme yöntemi ve karides grubu istatistiksel açıdan ($p<0.01$) önemli bulunmuştur. Depolama süresi ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Dondurulmuş karideslerin 30 günlük depolama sonrası pH değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3). Ancak dondurma yöntemleri açısından incelendiğinde sıvı azot ile dondurulan karideslerde en düşük pH değerleri belirlenmiştir. Bunu hava akımında ve derin dondurucuda dondurulmuş örnekler izlemiştir.

Üç farklı yöntemle dondurmanın tatlı su karidesinin (*Macrobrachium rosenbergii*) kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada pH değerinde depolamanın ilk birkaç haftasında azalma daha sonra ise artış belirlenmiştir. Araştırmacılar başlangıçtaki bu azalmayı anaerobik glikolizis nedeniyle laktik asit oluşumu ile daha sonraki artışı ise bakteriyel ve enzimatik faaliyetler sonucu oluşan bazik bileşikler ile ilişkilendirmişlerdir. Aynı çalışmada en düşük pH değerinin sıvı azot ile dondurulmuş karides örneklerinde belirlendiği, hava akımında (-35°C) ve derin dondurucuda (-18°C) dondurulan örneklerin pH değerlerinin daha yüksek olduğu bildirilmiş ve bu sonucu sıvı azot ile hızlı donma meydana geldiğinden mikrobiyal ve enzimatik aktivitenin engellenmesiyle gerçekleşmiş olabileceği şeklinde yorumlamışlardır (Yu vd. 2018). Bu çalışma sonuçları bizim çalışma sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir.

Çözdürme yöntemleri açısından incelendiğinde ise en yüksek pH değerleri ortam sıcaklığında çözdürülmüş örneklerde belirlenirken. En düşük pH değerleri buzdolabında çözdürülmüş örneklerde belirlenmiştir. Ortam sıcaklığında çözdürme sırasında yüksek sıcaklık nedeniyle bakteriyel faaliyetin olmuş olabileceği ve bu durumun da pH artışına neden olmuş olabileceğini düşündürmektedir.

Karideslerin kabuklu ya da kabuksuz olmalarının da pH değerleri üzerinde önemli bir etkisi gözlenmemiştir.

Su ürünlerinin kalite kontrolunda en sık kullanılan fiziksel yöntemlerden birisinin pH ölçümü olduğu bildirilmektedir. Mikrobiyal ve enzimatik aktivitelerin oksidasyon redüksiyon dengesini değiştirmesi serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunu değiştirmekte bu da pH değerlerini etkilemektedir (Concurso vd. 2016). Ayrıca pH değerinin 7.7 ya da daha az olması karidesin birinci derecede olduğu. 7.70-7.95'in iyi değil ancak kabul edilebilir kaliteyi gösterdiği ve 7.95'in kabul edilemez kalitede olduğu bildirilmiştir (Marshall ve Wiese-Lehigh 1997). Çalışma örneklerimizin sınır değerlerini aşmadığı görülmektedir. Genellikle kabuklu su ürünlerinin daha yüksek oranda protein olmayan azotlu bileşikler içermesi nedeniyle pH değerlerinin balıklar ve memelilerinkinden daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Shahidi 1994).

İki farklı karides türünün (*Parapenaeus longirostris* ve *Parapandalus narval*) -40°C'de dondurulduğu bir çalışmada her iki karides türünün pH değerlerinin depolama süresince 7.3-7.8 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Concurso vd. 2016).

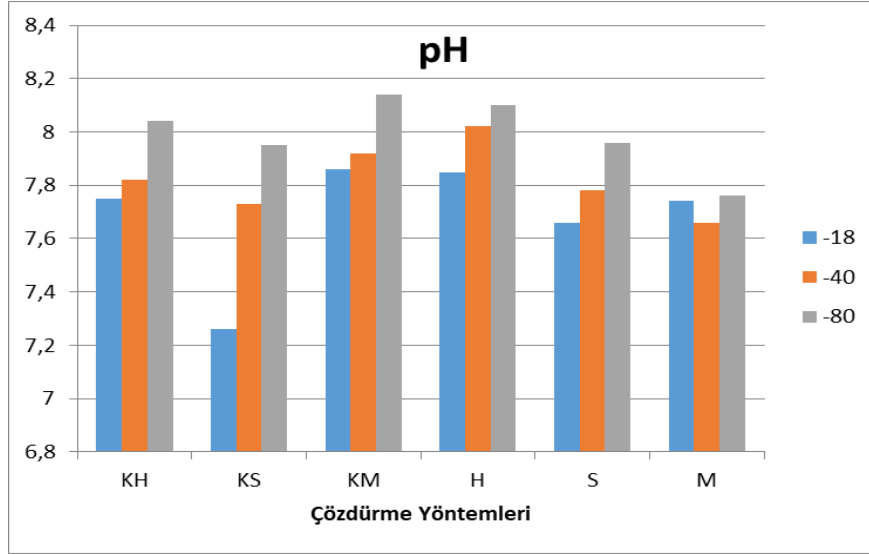
Çizelge 4.8. pH değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Depolama süresi	pH Değeri
0. gün	7.83a
30. gün	7.83a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	7.83a
Derin dondurucuda dondurma	7.96b
Sıvı azotla dondurma	7.73c
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	7.89a
Buzdolabında (4°C)	7.76b
Mikrodalga fırında	7.84a
Karides grubu	
Kabuklu	7.83a
Kabuksuz	7.83a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pH Analizi değerleri

Dondurma Yöntemi	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	7.83±0.021	7.75±0.02	7.85±0.02
	Soğutucuda	7.83±0.02	7.26±0.03	7.66±0.02
	Mikrodalgada	7.83±0.02	7.86±0.02	7.74±0.01
Hava akımlı dondurucu	Havada	7.83±0.02	7.82±0.01	8.02±0.01
	Soğutucuda	7.83±0.02	7.73±0.01	7.78±0.01
	Mikrodalgada	7.83±0.02	7.92±0.02	7.66±0.01
Sıvı azot	Havada	7.83±0.02	8.04±0.01	8.10±0.03
	Soğutucuda	7.83±0.02	7.95±0.01	7.96±0.01
	Mikrodalgada	7.83±0.02	8.14±0.03	7.76±0.02



KH= Havada çözdürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözdürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözdürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözdürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.3. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pH değerleri

4.4. Karideslerin Renk Ölçüm Bulguları

4.4.1. L* değerine ait bulgular

Çizelge 4.10. L* değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	52.3776125	73.73**
Dondurma Yöntemi	2	83.8380542	118.02**
Çözdürme yöntemi	2	34.5428942	48.63**
Karides grubu	1	5.5500014	7.81**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	83.8380542	118.02**
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	34.5428942	48.63**
Depolama süresi x Karides grubu	1	5.5500014	7.81**
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	25.9511958	36.53**
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	2.1393764	3.01
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	0.6114597	0.86
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x	16	7.3101083	10.29**
Çözdürme yöntemi x Karides grubu			
Hata	36	0.7103764	

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

Çizelge 4.10'da karideslerin L* değerine ait varyans analiz sonuçları ve Çizelge 4.11'de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir.

Depolama süresi, dondurma yöntemi, çözündürme yöntemi ve karides grubu istatistiksel açıdan ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.11. L* değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	L* Değeri
Depolama Süresi	
0. gün	38.09b
30. gün	39.80a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	37.13c
Derin dondurucuda dondurma	38.85b
Sıvı azotla dondurma	40.86a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	37.72c
Buzdolabında (4°C)	40.12a
Mikrodalga fırında	38.99b
Karides grubu	
Kabuklu	39.22a
Kabuksuz	38.67b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Rengin karidesler için önemli bir özellik olduğu ve karideslerin kabul edilebilirliğinin rengine bağlı olduğu bildirilmektedir (Niamnuy vd. 2008).

Renk ölçümünde L* değeri “parlaklık” ya da “aydınlık” ifadesidir. L* değerindeki artış parlaklıktaki artışla birlikte renkte solgunluk artışını göstermekte, L* değerinde azalma ise matlık ve koyuluk artışını göstermektedir. Karides örneklerimizin 30 günlük depolama sonunda L* değerinde az da olsa bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.4). Derin su pembe karidesi ve narwal karidesinin dondurulmuş depolama sırasında L* değerinde artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Concurso vd. 2016).

Karideslerin dondurulmuş depolama sırasında renginde bir miktar solma görüldüğü bildirilmektedir (Chandrasekaran 1994; Okpala ve Bono. 2016). Karides rengi, başlıca pigmenti olan astaksantin ve bunun esterleri ile bağlantılıdır. Depolama koşulları astaksantin oksidasyon ve izomerasyon reaksiyonları nedeniyle karides rengini etkilemektedir. Çünkü bu reaksiyonlar renksiz bileşiklerin oluşumuna neden olarak tipik kırmızılık ve sarılığın azalmasını yol açarak rengi etkilemektedir (Chen vd. 1995; Niamnuy vd. 2008).

Diğer yandan başka bir çalışmada ise dondurulmuş depolama sırasında tatlı su karidesinin (*M. rosenbergii*) L* değerinde azalma bildirilmektedir. Bildirilen bu çalışmanın araştırmacıları L* değerindeki bu azalmayı dondurulmuş depolama sırasında su kaybı ve pigment kaybı nedeniyle olduğu şeklinde yorumlamışlardır (Yu vd. 2018).

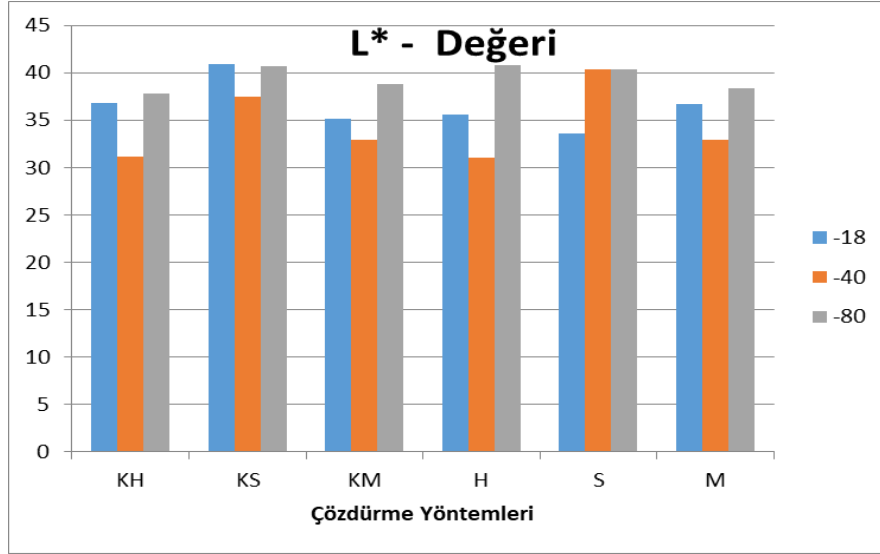
Dondurma yöntemleri kıyaslandığında en yüksek L^* değerinin sıvı azot ile dondurulan örneklerde belirlendiği görülmektedir. Sıvı azot ile dondurulan örneklerde parlaklığın ve aydınlığın daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Yüksek donma hızları ürün içinde küçük ve çok sayıda buz kristali oluşturmakta, bu da ışığı daha yoğun olarak yansıtmaktadır. Oysa daha düşük donma hızları daha büyük ve daha az sayıda buz kristali oluşturduğundan, bu da ışığın kırılmasına ve et yüzeyinin kararmasına neden olmaktadır. Sıvı azot ile hızlı bir dondurma gerçekleştiği için L^* daha yüksek L^* değerleri elde edilmiş olacağını düşünmekteyiz.

Çözdürme yöntemleri açısından çalışma sonuçlarımız değerlendirildiğinde, en yüksek L^* değerinin buzdolabında çözörlümüş örneklerde, en düşük L^* değerinin ise ortam sıcaklığında çözörlülen örneklerde belirlendiği görülmektedir. Bu durum çözörlme sıcaklığı ve çözörlme hızının L^* değerini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Yüksek sıcaklıkta çözörlme esnasında karides yüzeyinden hızla su kaybının olması nedeniyle parlaklığını kaybetmiş olabileceğini düşündürmektedir.

Karideslerin kabuklu ya da kabuksuz dondurulmaları da L^* değerlerini önemli derecede etkilemiş olup, kabuklu karideslerde daha yüksek L^* değerleri elde edilmiştir. Kabuğun koruyucu bir etki yaptığı söylenebilir.

Çizelge 4.12. Dondurma ve çözörlme işlemleri uygulanmış karideslere ait L^* değerleri

Dondurma Yöntemi	Çözörlme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	38.09±0.29	36.78±0.65	35.55±0.76
	Soğutucuda	38.09±0.29	40.92±0.54	33.59±1.41
	Mikrodalgada	38.09±0.29	35.15±4.77	36.73±2.25
Hava akımlı dondurucu	Havada	38.09±0.29	31.18±0.74	31.05±0.23
	Soğutucuda	38.09±0.29	37.44±2.96	40.37±0.35
	Mikrodalgada	38.09±0.29	32.95±0.42	32.95±0.14
Sıvı azot	Havada	38.09±0.29	37.77±1.23	40.77±0.37
	Soğutucuda	38.09±0.29	40.72±0.36	40.35±0.11
	Mikrodalgada	38.09±0.29	38.82±2.77	38.36±1.59



KH= Havada çözdürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözdürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözdürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözdürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.4 Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait L* değerleri

4.4.2 a* değerine ait bulgular

Çizelge 4.13. a* değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	24.5233889	81.32**
Dondurma Yöntemi	2	2.87169306	9.52**
Çözdürme yöntemi	2	4.47266806	14.83**
Karides grubu	1	0.24968889	0.83
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	2.87169306	9.52**
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	4.47266806	14.83**
Depolama süresi x Karides grubu	1	0.24968889	0.83
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	2.46363472	8.17**
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	1.95133472	6.47**
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	2.80687639	9.31**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	2.57703368	8.55**
Hata	36	0.3015778	

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

Çizelge 4.13'te karideslerin a* değerine ait varyans analiz sonuçları ve Çizelge 1.14'de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi, dondurma yöntemi ve çözdürme yöntemi istatistiksel açıdan (p<0.01) önemli bulunmuştur. Karides grubu ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Renk, karidesin pazar değeri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Tume vd. 2009). Kırmızı /oranj karides rengi ürün kalitesi ve tazeliği ile ilişkilidir (Latscha 1989). Bu rengin oluşması bir karatenoid olan renk pigmenti astaksantin varlığından kaynaklanmaktadır (Boonyaratpalin. 2001).

Karideslerin 30 günlük depolama süresi sonunda a^* değerleri önemli düzeyde ($p<0.01$) artış göstermiştir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.5). Yapılan bir çalışmada tatlı su karidesinin (*M. Rosenbergii*) dondurulmuş depolaması sırasında a^* değerinde artış bildirilmiştir (Yu vd. 2018). Bu artışın karideste var olan fenoloksidazın donmuş depolama sırasında bile melanin üretmek için dioksi fenilalanin ile reaksiyona girmesi nedeniyle olabileceği yorumu yapılmıştır. Benzer şekilde Sun vd. (2016) dondurulmuş depolama sırasında çin karidesi (*Fenneropenaeus chinensis*) a^* değerlerinde artış görüldüğünü ve dondurma işleminin proteinlere bağlı karatenoidleri ayrıştırması nedeniyle bu artışın meydana gelmiş olabileceğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışma sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir. Buna karşın başka araştırmacılar tarafından derin su pembe karidesi ve narwal karidesinde dondurulmuş depolama sırasında a^* değerlerinde azalma olduğu bildirilmiştir (Concurso vd. 2016).

Dondurma yöntemlerine göre sonuçlarımızı değerlendirdiğimizde, en yüksek a^* değerlerinin hava akımında dondurulmuş örneklerde, en düşük değerlerin ise sıvı azotla dondurulmuş örneklerde belirlendiği görülmektedir. Yapılan bir çalışmada üç farklı yöntemle dondurulan tatlı su karidesi (*M. rosenbergii*) a^* değerleri üzerine dondurma yöntemlerinin önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Yu vd. 2018).

Çözdürme yöntemleri de karideslerin a^* değerleri üzerinde etkili olmuştur. Buna göre en düşük a^* değerleri mikrodalgada çözdürülmüş örneklerde belirlenmiştir. Mikrodalgada çözdürmenin oksidasyonu aktive edebileceği bildirilmektedir (Boonsumrej 2007). Oksidasyon sonucunda kırmızılık değerinde azalma olabilir. Diğer yandan mikrodalgada çözdürme esnasında protein denatürasyonu olabileceği de bildirilmekte (Boonsumrej 2007) ve bu da rengin daha opak görünmesine neden olabilmektedir (Einen vd. 2002).

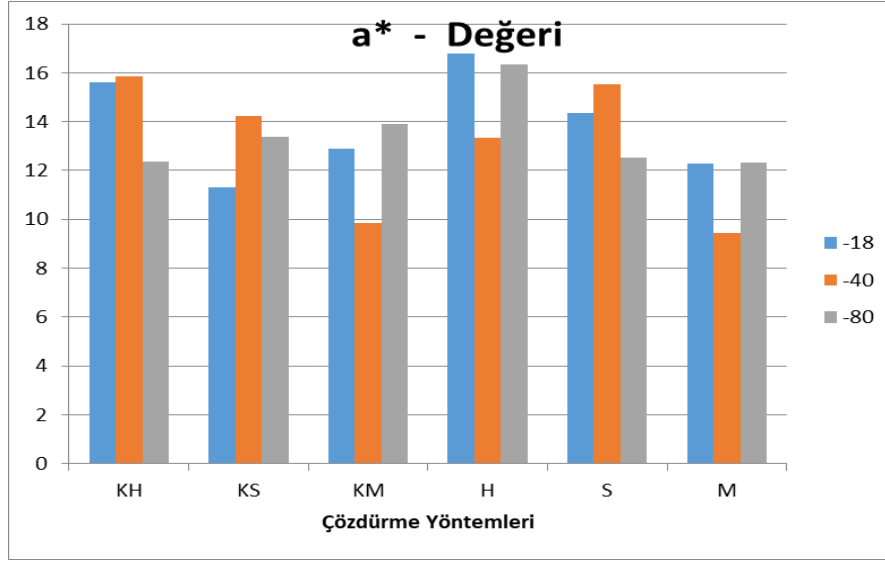
Çizelge 4.14. a* değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	a* Değeri
Depolama Süresi	
0. gün	12.89b
30. gün	14.05a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	13.85a
Derin dondurucuda dondurma	13.38b
Sıvı azotla dondurma	13.18b
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	14.33a
Buzdolabında (4°C)	13.36b
Mikrodalga fırında	13.22c
Karides grubu	
Kabuklu	13.41a
Kabuksuz	13.53a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.15. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait a* değerleri

Dondurma Yöntemi	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	12.89±0.28	15.60±0.19	16.80±0.75
	Soğutucuda	12.89±0.28	11.30±0.04	14.36±0.42
	Mikrodalgada	12.89±0.28	12.89±0.70	12.28±0.22
Hava akımlı dondurucu	Havada	12.89±0.28	15.87±0.12	13.34±0.41
	Soğutucuda	12.89±0.28	14.25±1.01	15.54±0.18
	Mikrodalgada	12.89±0.28	9.83±0.67	9.43±0.09
Sıvı azot	Havada	12.89±0.28	12.37±0.11	16.33±0.65
	Soğutucuda	12.89±0.28	13.38±1.18	12.54±0.31
	Mikrodalgada	12.89±0.28	13.91±0.89	12.31±0.70



KH= Havada çözdürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözdürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözdürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözdürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.5. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait a* değerleri

4.4.3 b* değerine ait bulgular

Çizelge 4.16. Karideslerin b* değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	97.27800139	262.55**
Dondurma Yöntemi	2	0.19467222	0.53
Çözdürme yöntemi	2	1.38948472	3.75*
Karides grubu	1	0.90900139	2.45
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	0.19467222	0.53
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	1.38948472	3.75*
Depolama süresi x Karides grubu	1	0.90900139	2.45
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	0.33292431	0.90
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	0.77833889	2.10
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	1.21673472	3.28*
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	1.16153576	3.13**
Hata	36	0.3705181	

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

Çizelge 4.16'da karideslerin b* değerine ait varyans analiz sonuçları ve Çizelge 4.17'de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi (p<0.01) ve çözdürme yöntemi (p<0.05) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Dondurma yöntemi ve karides grubu ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Karideslerin b* değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	b* Değeri
Depolama Süresi	
0. gün	11.00a
30. gün	8.67b
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	9.75a
Derin dondurucuda dondurma	9.83a
Sıvı azotla dondurma	9.93a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	9.87b
Buzdolabında (4°C)	10.05b
Mikrodalga fırında	9.57b
Karides grubu	
Kabuklu	9.72a
Kabuksuz	9.95a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

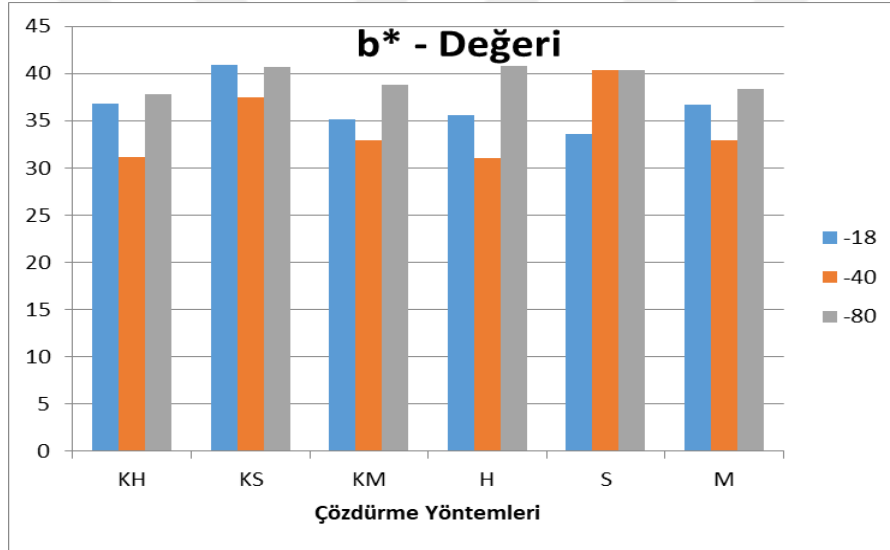
Renk ölçümlerinde b* değeri “sarılık” ve “mavilik” ifadesidir. Karideslerin 30 günlük depolama süresince b* değerlerinde önemli ($p<0.01$) düzeyde azalma belirlenmiştir. Dondurma işlemi karideslerin b* değerlerinde azalmaya neden olmuştur.

Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin b* değerleri üzerinde önemli bir etksi belirlenmemiştir. Ayrıca karideslerin kabuklu ya da kabuksuz dondurulmaları da b* değerlerini etkilemediği görülmektedir.

Yu vd. (2018) tarafında yapılan bir çalışmada da dondurulmuş depolama sırasında tatlı su karidesinin b* değerlerinde azalma bildirilmiş, ancak dondurma yöntemlerinin b* değerleri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Condurso vd. (2016) da benzer şekilde depolama sırasında derin su karidesi ve narwal karidesinin b* değerlerinde azalma bildirmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları bizim sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir. Diğer yandan Sun vd. (2016) çin karidesi (*Fenneropenaeus chinensis*) ile yürüttükleri bir çalışmada dondurulmuş depolama sırasında b* değerinde önemli bir değişim belirlemediklerini bildirmişlerdir. Karides türlerinin farklılığından dolayı farklı sonuç alındığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.18. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait b* değerleri

Dondurma Yöntemi	Çözündürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	11.00±0.55	8.93±0.60	5.94±0.79
	Soğutucuda	11.00±0.55	9.81±0.10	8.49±0.14
	Mikrodalgada	11.00±0.55	7.36±0.57	7.56±0.36
Hava akımlı dondurucu	Havada	11.00±0.55	8.67±0.19	7.45±0.15
	Soğutucuda	11.00±0.55	9.68±0.67	9.52±0.96
	Mikrodalgada	11.00±0.55	10.12±0.54	7.84±0.50
Sıvı azot	Havada	11.00±0.55	6.78±0.83	9.48±0.36
	Soğutucuda	11.00±0.55	9.35±0.02	8.55±0.01
	Mikrodalgada	11.00±0.55	6.84±1.98	9.22±0.14



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.6. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait b* değerleri

4.5. Pişirme Kaybı analiz değerlerine ait bulgular

Çizelge 4.19. Karideslerin pişirme kaybı analizi değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	35.50691067	4.82*
Dondurma Yöntemi	2	4.58302520	0.62
Çözdürme yöntemi	2	5.29169064	0.72*
Karides grubu	1	31.07303739	4.22
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	34.55725666	4.69
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	8.52252580	1.15
Depolama süresi x Karides grubu	1	17.73081240	24.1
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	8.52252580	1.16
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	19.48755188	2.65
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	40.97253543	5.56**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	11.43735896	1.55
Hata	36	0.3705181	

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

Çizelge 4.20. Karideslerin pişirme kaybı değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

	Pişirme kaybı (%)
Depolama Süresi	
0. gün	37.72b
30. gün	39.11a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	38.59a
Derin dondurucuda dondurma	38.81a
Sıvı azotla dondurma	37.98a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	37.62b
Buzdolabında (4°C)	38.01b
Mikrodalga fırında	39.67a
Karides grubu	
Kabuklu	37.93a
Kabuksuz	39.02a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.19’de karideslerin pişirme kaybı analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi ve çözdürme yönetemi istatistiksel açıdan (p<0.01) önemli bulunmuştur. Dondurma yöntemi ve karides grubu ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Karideslerin 30 günlük depoalama süresi sonunda pişirme kaybı değerlerinde önemli bir ($p<0.01$) artış tespit edilmiştir. Dondurma işlemi sırasında hücre membranları zarar görmekte, buna bağlı olarak su tutma kapasitesi azaltmakta ve pişirme kaybı artmaktadır (Wheeler vd. 1990). Su tutma kapasitesi etlerin önemli bir özelliğidir. Dondurma işlemi sırasında donma hızına bağlı olarak oluşan kas liflerindeki filamentler arasında buz kristalleri oluşmaktadır. Hızlı dondurmada daha küçük buz kristalleri oluşurken, yavaş dondurmada daha iri kristaller oluşmaktadır. Bu kristaller suyun liflerin içinden dışına çıkmasını arttırmaktadır. Bu durum da su tutma kapasitesini azaltmakta, pişirme kaybını arttırmaktadır. Srinivasan vd. (1997) çoklu dondurma döngüleri uyguladıkları karideslerde (*M. rosenbergii*) dondurma döngüsü arttıkça pişirme kaybının arttığını bildirmişlerdir. Taze karideste %11.7 olarak belirlenirken dondurma döngülerinde %17.8- 15.2 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çalışma sonuçlarımız dondurma yöntemleri açısından değerlendirildiğinde yöntemler arasında istatistiksel bir farklılık görülmemekle birlikte oransal olarak sıvı azot ile dondurulan örneklerin pişirme kayıpları biraz daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.21 , Şekil 4.7). Hızlı dondurma ile küçük buz kristalleri oluşumu ve hücrelerin daha az zarar görmesi pişirme kayıplarını da azaltmaktadır.

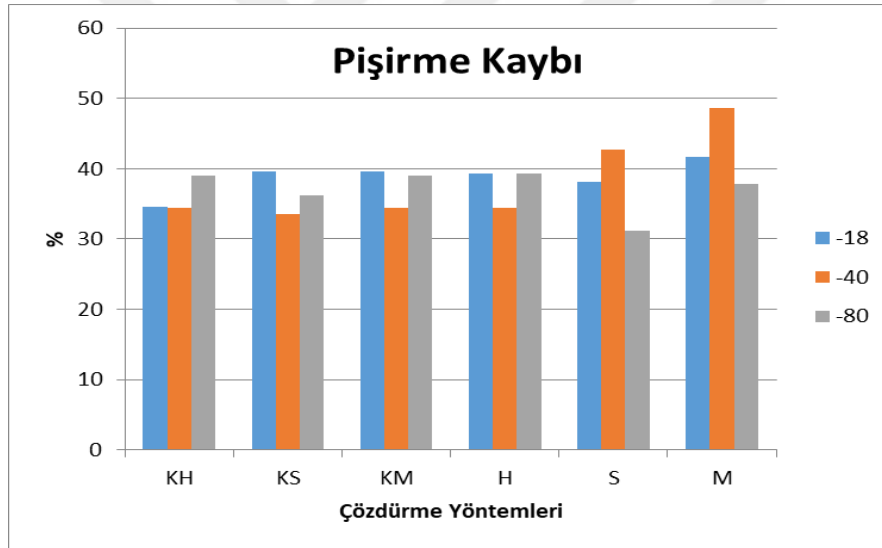
Çözdürme yöntemleri açısından çalışma sonuçlarımız değerlendirildiğinde mikrodalga fırında çözdürülmüş örneklerin pişirme kayıpları diğer örneklerinkinden yüksek bulunmuştur. Ortam sıcaklığında ve buzdolabında çözdürülmüş örneklerin pişirme kaybı değerleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Mikrodalga fırında çözdürmenin hızlı bir çözdürme sağladığı halde proteinlerin denatürasyonu ve destabilizasyonuna neden olabileceği bildirilmektedir (Srinivasan vd. 1997; Sirintra vd. 2007). Muhtemelen mikrodalga fırından çözdürdüğümüz karideste daha fazla protein denatürasyonu nedeniyle pişirme kayıpları daha yüksek bulunmuştur.

Çalışma örneklerimizde kabuklu ve kabuksuz karideslerin pişirme kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemekle birlikte kabuksuz karideslerde kabuklu karideslerden oransal olarak daha fazla pişirme kayıpları görülmektedir. (Çizelge 4.19)

Srinivasan vd. (1998) hava akımında ve kabuklu olarak dondurulmuş ve çeşitli çözdürme işlemlerine tabi tutulmuş karideslerde pişirme kaybında önemli bir değişim gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Kabuklu olarak dondurulan karideslerde pişirme kaybının çözdürme yöntemleri ve depolama süresinden bağımsız olduğunu ancak kabuksuz olarak dondurulan karideslerde ise suda çözdürülenlerde mikrodalga çözdürülenlerden daha fazla pişirme kaybı gözlediklerini de bildirmişlerdir. Genel olarak kabuklu olarak dondurulan karideslerde kabuksuz dondurulanlara kıyasla daha düşük pişirme kayıpları tespit edilmiş ve kabuğun muhtemelen koruyucu etkisinden dolayı böyle bir sonuca ulaştıklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.21. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pişirme kaybı analizi değerleri

Dondurma Yöntemi	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	37.72 ± 1.06	34.64 ± 0.50	39.35 ± 5.33
	Soğutucuda	37.72 ± 1.06	39.54 ± 1.23	38.15 ± 0.96
	Mikrodalgada	37.72 ± 1.06	39.58 ± 2.96	41.65 ± 1.08
Hava akımlı dondurucu	Havada	37.72 ± 1.06	34.46 ± 2.34	34.47 ± 3.39
	Soğutucuda	37.72 ± 1.06	33.47 ± 0.69	42.73 ± 2.25
	Mikrodalgada	37.72 ± 1.06	34.47 ± 6.76	48.62 ± 0.75
Sıvı azot	Havada	37.72 ± 1.06	39.05 ± 1.67	39.36 ± 3.09
	Soğutucuda	37.72 ± 1.06	36.14 ± 0.51	31.18 ± 4.67
	Mikrodalgada	37.72 ± 1.06	39.00 ± 1.20	37.85 ± 2.54



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.7. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait pişirme kaybı analizi değerleri

4.6. Tekstür Analizi Değerlerine Ait Bulgular

4.6.1. Sertlik analizi değerine ait bulgular

Çizelge 4.22. Karideslerin tekstür analizi sertlik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	361720.486	19.35**
Dondurma Yöntemi	2	202887.913	10.85**
Çözdürme yöntemi	2	159318.659	8.52**
Karides grubu	1	254767.117	13.63**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	202887.913	10.85**
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	159318.659	8.52**
Depolama süresi x Karides grubu	1	254767.117	13.63**
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	97195.404	5.20**
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	50302.678	2.69**
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	204509.837	10.94**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	129924.706	6.95**
Hata	36	18692.932	

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

Çizelge 4.22’de karideslerin Tekstür profil analizi sertlik (hardness) değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.43’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi, dondurma yöntemi, çözündürme yöntemi ve karides grubu istatistiksel açıdan (p<0.01) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.23. Karideslerin tekstür analizi sertlik değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Sertlik Değeri (kg)
Depolama Süresi	
0. gün	2032.22b
30. gün	2173.98a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	2170.06a
Derin dondurucuda dondurma	2140.98a
Sıvı azotla dondurma	1998.27b
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	2045.71b
Buzdolabında (4°C)	2196.36a
Mikrodalga fırında	2067.24b
Karides grubu	
Kabuklu	2162.59a
Kabuksuz	2043.62b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Sertlik gıda maddesinin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Duyusal olarak, azı dişleri arasında gıdanın sıkıştırılması için gereken güçtür. Tekstür profili analizinde ise ilk sıkıştırmanın bitip geri çekilmenin başladığı noktaya karşılık gelmektedir

Çalışma örneklerimizin dondurma ve 30 günlük depolama işlemi sonrası sertlik değerlerinde artış belirlenmiştir.

Tekstürü etkileyen biyokimyasal değişimlerden biriside protein denatürasyonudur. Karideslerin ve diğer deniz ürünlerinin dondurulmuş depolanması sırasındaki doku sertliğindeki artışlar, myofibriller proteinlerinin çapraz bağlanması ve toplanmasının yanı sıra myosin denatürasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir (Connell, 1964; Sikorski vd. 1976). Su ürünlerinin kasları dondurma denatürasyonuna karşı memeli kaslarından daha hassastır. Dondurma, proteinlerin kümeleşmesini ve çözündürme sırasında su kaybını arttırarak ürünün sertleşmesine neden olmaktadır (Sikorski and Kolakowska 1990). Daha düşük donma oranı ve daha yüksek çözünme sıcaklığının daha fazla protein denatürasyonuna neden olduğu bildirilmektedir (Shenouda, 1980). Yavaş dondurma ile damlama kaybında artış meydana gelmesi kasın sertleşmesine neden olmaktadır.

Nip ve Moy (1981) kısa süreli dondurulmuş depolamanın karides tekstürünü önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir. Sirivinasan vd. (1997)'e göre karides kas dokusunun kesme kuvveti, dondurulmuş depolamanın ilk aşamalarında (1 aya kadar), taze donmamış karideslere kıyasla hiçbir değişiklik göstermemiştir. Oysa 3 ve 6 aylık depolamadan sonra kesme kuvvetinde azalma tespit edilmiştir. Diğer yandan 1 ve 3 aydan uzun süren depolamada karides kasında sertleşme görüldüğü Hale ve Waters (1981) tarafından rapor edilmiştir. Aynı araştırmacılar dondurma işleminin karides kasında sertleşmeye neden olduğunu bunun nedenini kas liflerinin büzülmesi ve damlama kaybının artmasına bağlamışlardır. Benzer bir çalışmada da Sun vd. (2016) çin karidesi (*Fenneropenaeus chinensis*)'nin dondurulmuş depolama sırasında sertlik değerlerinde artış belirlemişlerdir.

Dondurma yöntemlerini karşılaştırdığımızda en düşük sertlik değerleri sıvı azot ile dondurulan örneklerde belirlenmiştir. Hava akımında ve derin dondurucuda dondurlan örneklerin sertlik değerleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Pan ve Yeh (1993) sıvı azot ile dondurulan karides (*Penaeus monodon*) kasının bütünlüğünün hava akımında dondurulan karidesten daha iyi korunduğunu bildirmişlerdir. Diaz Tenorio vd. (2007) farklı dondurma çözündürme yöntemleri uyguladıkları karidesin (*Litopenaeus vannamei*) tekstürü üzerinde dondurma ve çözündürme yöntemlerinin etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Kriyojenik dondurmanın tekstürel karakteristiklere en az zarar veren yöntem olduğunu bildirmişleridir. Çünkü hızlı dondurma ile proteinler daha az kümeleşmekte ve hücreler daha az zarara

uğramaktadır. Başka araştırmacıların çalışmalarında da sıvı azotun en iyi yöntem olduğu vurgulanmıştır (Pan and Yeh 1993; Chen and Pan 1997). Farklı yöntemlerle dondurulmuş tatlı su karidesinin (*M. rosenbergii*) dondurulmuş depolanması sırasında sertlik değerlerinde azalma bildirilmiştir (Yu vd. 2018). Bu örneklerden sıvı azot ile dondurulanlarda sertlik değerlerinin hava akımlı dondurucuda -35°C’de ve derin dondurucuda -18°C’de dondurulan örneklerinkinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Tüm bu çalışmaların sonuçları bizim çalışma sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir.

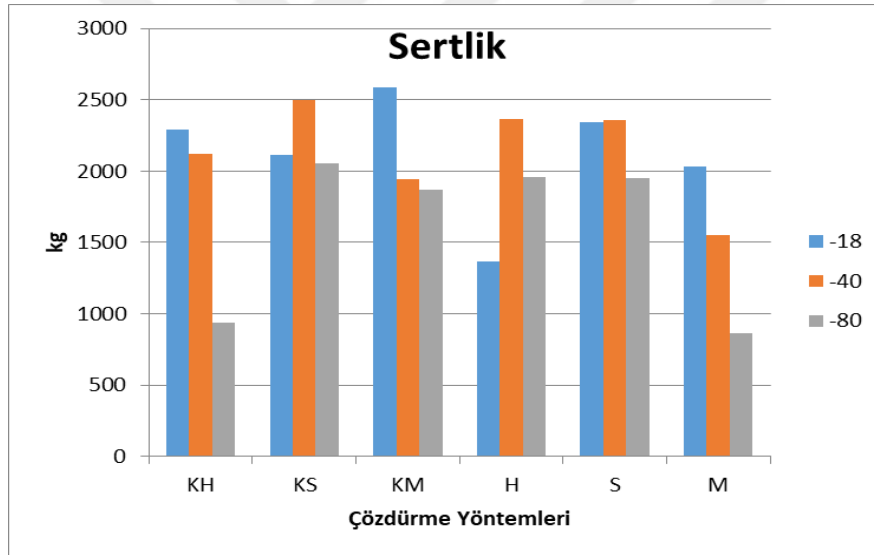
Çözdürme yöntemleri karşılaştırıldığında en yüksek sertlik değerlerinin buzdolabında çözdürülmüş örneklerde belirlendiği görülmektedir. Srinivasan vd. (1998) 1 ve 6 ay boyunca dondurulmuş depolanan ve daha sonra bir buzdolabında çözdürülen karideslerin (*Machrobrachium rosenbergii*) kesme kuvveti, benzer şekilde depolanmış ancak suda veya bir mikrodalga fırında çözdürülmüş olan karideslerin kesme kuvvetine kıyasla yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar tarafından soğuk ortamlarda yavaş bir çözdürme işleminin tercih edildiği bildirilmektedir. Çünkü çözülmüş dokularda difüzyonun gerçekleşmesi için yeterli zaman vardır ve su dokulardaki orijinal konumlarına geri dönebilir (Jul, 1984; Hui vd. 2013). Üç farklı yöntemle çözdürülen dondurulmuş karideste (*Penaeus duorarum*) en düşük protein çözünürlüğü mikrodalga ve suda çözdürme yöntemlerine kıyasla buzdolabında çözdürülmüş örneklerde belirlenmiş olup, protein çözünürlüğünün azalmasının kesme kuvvetini arttırdığı belirtilmektedir (Shafieipour ve Sami 2015).

Shafieipour ve Sami (2015) üç farklı yöntemle çözdürdükleri karideslerde en fazla çözünme kaybının mikrodalgada çözdürülmüş örneklerde görüldüğünü bunu suda ve buzdolabında çözdürme yöntemlerinin izlediğini bildirmişlerdir. Mikrodalga fırında çözdürmenin hızlı bir çözdürme sağladığı halde proteinlerin denatürasyonu ve destabilizasyonuna neden olabileceği ve ayrıca da asimetrik bir şekle sahip olması nedeniyle de karideslerin çözdürülmesinde uygun bir yöntem olmadığını bildirilmektedir (Srinivasan vd. 1997; Sirintra vd. 2007).

Kabuklu olarak dondurulan örneklerimiz kabuksuz örneklerle karşılaştırıldığında daha yüksek sertlik değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Srinivasan vd. (1998) tatlı su karidesi ile yürüttükleri çalışmada karidesin kabuklu ya da kabuksuz dondurulmasının tekstürü etkilediğini bildirmişlerdir. Kabuklu dondurulmuş çiğ karides kasının kesme kuvvetinin 6 aylık depolama süresi boyunca çözdürme yöntemiyle tutarlı bir değişim göstermiştir. Buzdolabında çözdürülmüş karidesin kesme kuvveti, su veya bir mikrodalga fırında çözülmüş olanlardan daha büyük bulunmuştur. Kabuklu olarak dondurulmuş karideslerde ise kas dokusunun kesme kuvvetinde depolama sırasında tutarlı bir değişiklik olmamıştır. Bu araştırmacılar kabukların varlığının donmuş depolama ve ardından çözülme sırasında tekstürel bozulmayı geciktirdiği şeklinde yorumlamışlardır.

Çizelge 4.24. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi sertlik değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	2032.22±158.89	2290.59±13.22	1367.08±304.55
	Soğutucuda	2032.22±158.89	2112.76±53.91	2341.81±81.12
	Mikrodalgada	2032.22±158.89	2586.60±173.25	2031.23±30.75
Hava akımlı dondurucu	Havada	2032.22±158.89	2118.59±76.98	2365.79±35.03
	Soğutucuda	2032.22±158.89	2495.68±215.21	2357.08±80.43
	Mikrodalgada	2032.22±158.89	1943.80±43.12	1553.69±24.59
Sıvı azot	Havada	2032.22±158.89	937.15±18.19	1954.47±128.66
	Soğutucuda	2032.22±158.89	2057.87±38.65	1948.41±30.53
	Mikrodalgada	2032.22±158.89	1870.18±20.18	862.55±128.62



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.8. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi sertlik değerleri

4.6.2. Esneklik değerine ait bulgular

Çizelge 4.25. Karideslerin tekstür analizi esneklik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	0.52102351	81.59**
Dondurma Yöntemi	2	0.03584284	5.61**
Çözdürme yöntemi	2	0.00877905	1.37
Karides grubu	1	0.00414831	0.65
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	0.03875625	6.07**
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	0.00939936	1.47
Depolama süresi x Karides grubu	1	0.01617356	0.68
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	0.00877808	2.53*
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	0.00543977	0.85
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	0.04510628	7.06**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	0.01298075	2.03*
Hata	36	0.00638554	

(**) p<0.01 düzeyinde önemlin (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.25’de karideslerin tekstür analizi esneklik (springiness) değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve Çizelge 4.26’da Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi, dondurma yöntemi ve çözündürme yöntemi (p<0.01) ve karides grubu istatistiksel açıdan (p<0.05) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Karideslerin tekstür analizi esneklik değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Esneklik Değeri (cm)
Depolama Süresi	
0. gün	0.93a
30. gün	0.83b
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	0.87b
Derin dondurucuda dondurma	0.86b
Sıvı azotla dondurma	0.91a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	0.89a
Buz dolabında (4°C)	0.88a
Mikrodalga fırında	0.87a
Karides grubu	
Kabuklu	0.88a
Kabuksuz	0.87a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Esneklik, bir ürünün ilk sıkıştırma sırasında deforme olduktan sonra fiziksel olarak ne kadar iyi yayıldığını gösterir. İki vuruş arasındaki bekleme süresi nispeten önemli olabilir. Esneklik, ikinci sıkıştırmada tespit edilen ürün yüksekliğinin, orijinal sıkıştırma mesafesine bölünmesiyle ölçülür (Gupta vd. 2007).

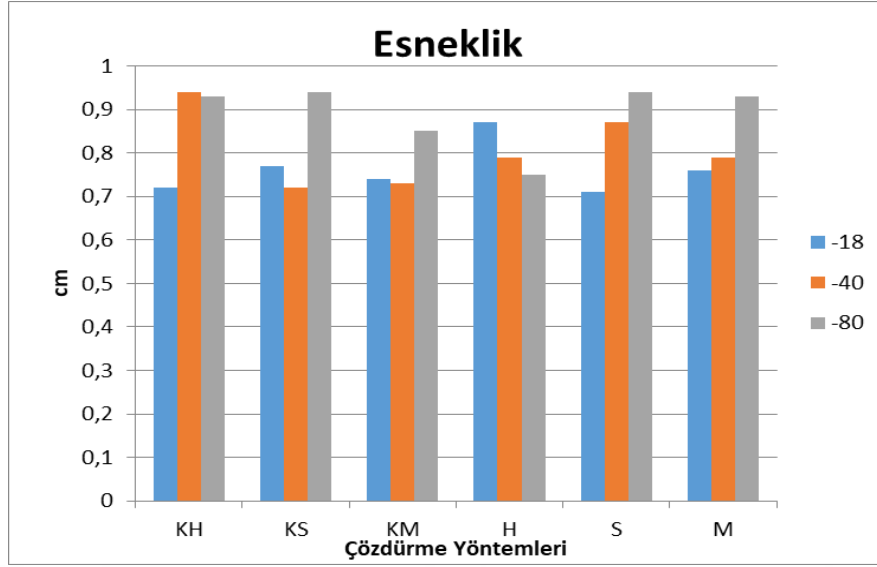
Dondurma ve dondurulmuş depolama karideslerin esneklik değerlerini önemli ($p<0.01$) ölçüde etkilemiştir. Karideslerin 30 günlük dondurulmuş depolama süresi sonunda esneklik değerlerinde önemli ($p<0.01$) azalma tespit edilmiştir. Benzer şekilde farklı yöntemlerle dondurulmuş tatlı su karidesinin (*M. rosenbergii*) (Yu vd. 2018) ve Pasifik beyaz karidesinin (*Litopenaeus vannamei*) (Ma vd. 2007) dondurulmuş depolanması sırasında esneklik (springiness) değerlerinde azalma bildirilmiştir. Başka bir çalışmada da çin karidesinin (*Fenneropenaeus chinensis*) 120 günlük dondurulmuş depolanması sonunda esneklik değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Tsironi vd. (2009) dondurulmuş depolama sıcaklıklarının karidesin sertlik değerlerini önemli derecede etkilediğini, fakat yapışkanlık, bağlılık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi ölçülen diğer tekstür parametrelerinin ise depolama sırasında çok küçük değişiklikler gösterdiğini dolayısıyla diğer tekstür parametrelerinin karideslerin kalite değişimleri için iyi bir gösterge olmadığını bildirmişlerdir.

Dondurma yöntemleri açısından incelendiğinde en yüksek esneklik değerlerinin sıvı azotla dondurulan örneklerde bulunduğu, derin dondurucuda ve hava akımında dondurulan örnekler arasında ise önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Çözdürme yöntemleri arasında esneklik değerleri bakımından önemli bir fark belirlenmemiştir. Karideslerin kabuklu ve kabuksuz dondurulmaları da esnekleri değerlerini etkilememiştir.

Çizelge 4.27. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi esneklik değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	0.93±0.02	0.72±0.11	0.87±0.08
	Soğutucuda	0.93±0.02	0.77±0.09	0.71±0.16
	Mikrodalgada	0.93±0.02	0.74±0.12	0.76±0.18
Hava akımlı dondurucu	Havada	0.93±0.02	0.94±0.01	0.79±0.15
	Soğutucuda	0.93±0.02	0.72±0.11	0.87±0.08
	Mikrodalgada	0.93±0.02	0.73±0.18	0.79±0.08
Sıvı azot	Havada	0.93±0.02	0.93±0.02	0.75±0.11
	Soğutucuda	0.93±0.02	0.94±0.02	0.94±0.02
	Mikrodalgada	0.93±0.02	0.85±0.12	0.93±0.03



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.9. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait Tekstür Analizi Esneklik Değerleri

4.6.3. Bağlılık değerine ait bulgular

Çizelge 4.28. Karideslerin tekstür analizi bağlılık değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	0.00011250	0.39
Dondurma Yöntemi	2	0.00375000	12.92**
Çözdürme yöntemi	2	0.00562917	19.39**
Karides grubu	1	0.04450139	153.31**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	0.00375000	12.92**
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	0.00562917	19.39**
Depolama süresi x Karides grubu	1	0.04450139	153.31**
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	0.01115417	38.43**
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	0.00133889	4.61*
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	0.00927639	31.96**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	0.00596615	20.55**
Hata	36	0.00029028	

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

Çizelge 4.29. Karideslerin tekstür analizi bağıllık değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Bağıllık Değeri
Depolama Süresi	
0. gün	0.48a
30. gün	0.48a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	0.47c
Derin dondurucuda dondurma	0.49a
Sıvı azotla dondurma	0.48b
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	0.47b
Buzdolabında (4°C)	0.47b
Mikrodalga fırında	0.49a
Karides grubu	
Kabuklu	0.46b
Kabuksuz	0.51a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

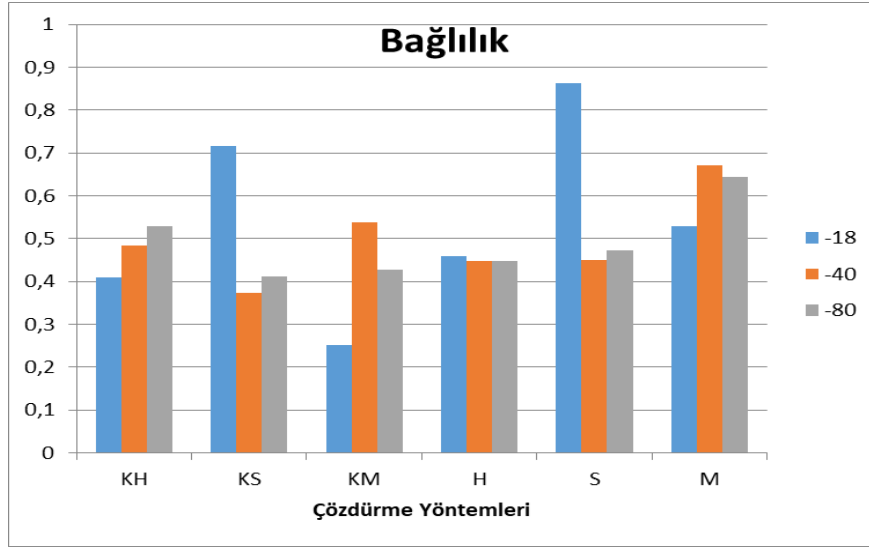
Çizelge 4.28’de karideslerin tekstür analizi bağıllık değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve Çizelge 4.29’da Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi, dondurma yöntemi ve çözündürme yöntemi ($p<0.01$) ve karides grubu istatistiksel açıdan ($p<0.05$) önemli bulunmuştur.

Bağıllık gıda maddesinin yapısını oluşturan iç bağların gücünü göstermektedir. Tekstür profili analizinde ikinci sıkıştırmada gözlenen pozitif kuvvetin ilk sıkıştırmada gözlenen pozitif kuvvete oranıdır.

Dondurma yöntemleri arasında en yüksek bağıllık değerleri derin dondurucuda belirlenirken, Çözdürme yöntemleri arasında en yüksek değer mikrodalgada çözündürülmüş örneklerde belirlenmiştir. Kabuksuz karideslerin bağıllık değerleri ise kabuklu karideslerinkinden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi bağıllık değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	0.393±0.003	0.409±0.003	0.460±0.044
	Soğutucuda	0.393±0.003	0.717±0.019	0.862±0.028
	Mikrodalgada	0.393±0.003	0.252±0.031	0.530±0.014
Hava akımlı dondurucu	Havada	0.393±0.003	0.485±0.012	0.448±0.014
	Soğutucuda	0.393±0.003	0.373±0.025	0.450±0.025
	Mikrodalgada	0.393±0.003	0.537±0.032	0.670±0.010
Sıvı azot	Havada	0.393±0.003	0.529±0.002	0.447±0.016
	Soğutucuda	0.393±0.003	0.412±0.006	0.473±0.020
	Mikrodalgada	0.393±0.003	0.427±0.013	0.643±0.017



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.10. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait Tekstür Analizi Bağlılık değerleri

4.6.4. Sakızimsılık değerine ait bulgular

Çizelge 4.31. Karideslerin tekstür analizi sakızimsılık değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	410337.9739	221.12**
Dondurma Yöntemi	2	28959.8915	15.61**
Çözdürme yöntemi	2	24537.3599	13.22**
Karides grubu	1	10.6953	0.01
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	28959.8915	15.61**
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	24537.3599	13.22**
Depolama süresi x Karides grubu	1	10.6953	0.01
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	70025.3462	37.74**
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	116003.8762	62.51**
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	14036.1221	7.56**
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	40930.0186	22.06**
Hata	36	1855.696	

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

Çizelge 4.31’de karideslerin tekstür analizi sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Depolama süresi, dondurma yöntemi ve çözdürme yöntemi istatistiksel açıdan ($p<0.01$) önemli bulunmuştur. Karides grubu ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çiğnenebilirlik, yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Szczesniak vd. 1963).

Karideslerin dondurma ve 30 gün depolama süresi sonunda sakızimsılık değerlerinde önemli bir artış tespit edilmiştir.

Dondurma yöntemleri açısından kıyaslandığında sıvı azotla dondurulan karidesin sakızimsılık değerleri diğer yöntemlerle dondurulan karidesinkinden önemli ($p<0.01$) derecede yüksek bulunmuştur.

Çözdürme yöntemlerini kıyasladığımızda ise ortam sıcaklığında çözdürülmüş örneklerde en yüksek ($p<0.01$) sakızimsılık değerleri belirlenmiştir.

Karideslerin kabuklu ya da kabuksuz dondurulmalarının sakızimsılık değerleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır.

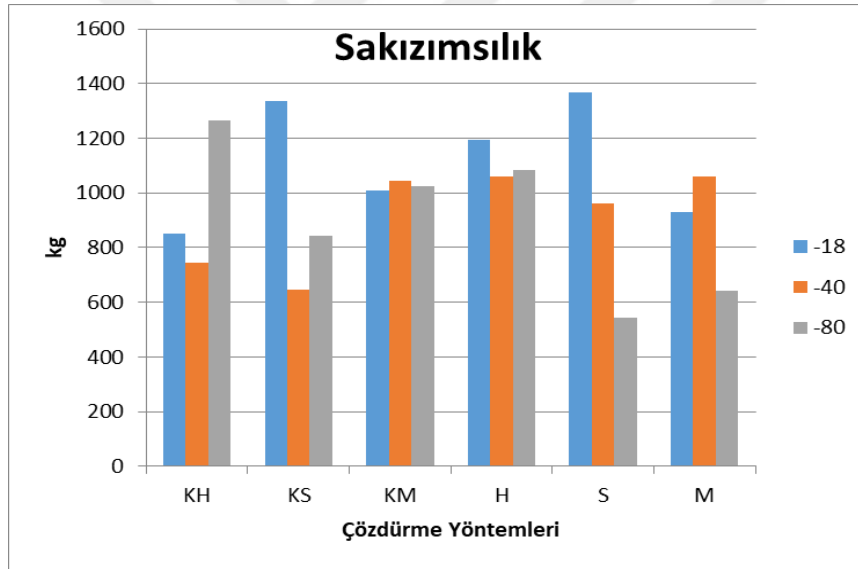
Çizelge 4.32. Karideslerin tekstür analizi sakızimsızlık değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Sakızimsılık Değeri (kg)
Depolama Süresi	
0. gün	763.20b
30. gün	914.18a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	813.93b
Derin dondurucuda dondurma	823.74b
Sıvı azotla dondurma	878.40a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	875.14a
Buzdolabında (4°C)	825.54b
Mikrodalga fırında	815.38b
Karides grubu	
Kabuklu	839.07a
Kabuksuz	838.30a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.33. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi sakızımsılık değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	763.22±33.14	849.83±68.98	1196.16±275
	Soğutucuda	763.20±33.14	1335.90±22.85	1367.60±89.86
	Mikrodalgada	763.20±33.14	1009.0±3.69	929.67±55.57
Hava akımlı dondurucu	Havada	763.20±33.14	774.04±20.47	1061.79±51.29
	Soğutucuda	763.20±33.14	644.84±18.03	963.03±42.56
	Mikrodalgada	763.20±33.14	1043.30±39.69	1060.90±28.26
Sıvı azot	Havada	763.20±33.14	1264.73±2.60	1083.19±21.10
	Soğutucuda	763.20±33.14	843.20±6.40	544.42±34.59
	Mikrodalgada	763.20±33.14	1023.60±13.78	640.35±21.818



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; M= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.11. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi sakızımsılık değerleri

4.6.5. Çiğnenebilirlik değerine ait bulgular

Çizelge 4.34. Karideslerin tekstür analizi çiğnenebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	132281.1447	2.51
Dondurma Yöntemi	2	16901.8558	0.32
Çözdürme yöntemi	2	32736.6448	0.62
Karides grubu	1	42074.7073	0.80
Depolama süresi x dondurma yöntemi	2	11710.6469	0.22
Depolama süresi x çözdürme yöntemi	2	22864.7902	0.43
Depolama süresi x karides grubu	1	55214.8803	1.05
Dondurma yöntemi x çözdürme yöntemi	4	18847.2227	0.36
Dondurma yöntemi x karides grubu	2	10079.3414	1.90
Çözdürme yöntemi x karides grubu	2	1613.2272	0.03
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	22068.2232	0.42
Hata	36	52629.963	

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

Çizelge 4.34'te karideslerin Tekstür analizi çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve Çizelge 4.35'de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Depolama süresi ve dondurma yöntemi ($p<0.01$) ve karides grubu ($p<0.05$) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Çözdürme yöntemi ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çiğnenebilirlik yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Szczesniak vd. 1963).

Dondurma ve dondurulmuş depolamanın karidesin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir. Farklı yöntemlerle dondurulmuş tatlı su karidesinin (*M. rosenbergii*) dondurulmuş depolanması sırasında çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerinde azalma bildirilmiştir (Yu vd. 2018).

Dondurma yöntemleri, çözdürme yöntemleri ve karides grubu çiğneme değerleri üzerinde önemli etkilerinin olmadığı belirlenmiştir. Yu vd. (2018) dondurma yöntemleri arasında çiğnenebilirlik açısından istatistiksel olarak bir farklılık belirlememekle birlikte sıvı azot ile dondurulanlar örneklerin çiğnenebilirlik değerleri diğerlerinden göreceli olarak daha yüksek bulmuşlardır (Çizelge 4.36 , Şekil 4.12).

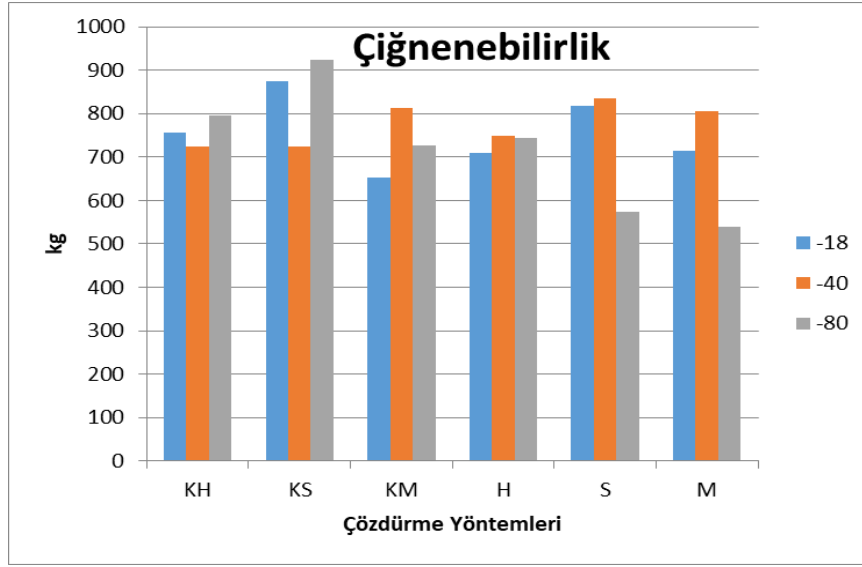
Çizelge 4.35. Karideslerin tekstür analizi çiğnenebilirlik değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Çiğnenebilirlik Değeri (kg)
Depolama Süresi	
0. gün	689.65a
30. gün	744.48a
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	734.13a
Derin dondurucuda dondurma	717.08a
Sıvı azotla dondurma	698.74a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	708.86a
Buzdolabında (4°C)	722.75a
Mikrodalga fırında	697.95a
Karides grubu	
Kabuklu	731.96a
Kabuksuz	701.54a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.36. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi çiğnenebilirlik değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	687.52±152.64	755.76±179.01	708.59±410.16
	Soğutucuda	687.52±152.64	874.58±320.70	816.77±303.34
	Mikrodalgada	687.52±152.64	651.86±178.52	715.28±301.59
Hava akımlı dondurucu	Havada	687.52±152.64	725.22±173.26	747.84±253.04
	Soğutucuda	687.52±152.64	723.94±409.86	835.20±367.92
	Mikrodalgada	687.52±152.64	812.14±342.25	806.48±270.71
Sıvı azot	Havada	687.52±152.64	796.24±385.48	743.56±310.61
	Soğutucuda	687.52±152.64	924.05±138.92	573.30±325.33
	Mikrodalgada	687.52±152.64	725.95±219.35	538.66±83.50



KH= Havada çözdürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözdürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözdürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözdürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.12. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait tekstür analizi çiğnenebilirlik değerleri

4.7. Duyusal Analiz Bulguları

4.7.1. Görünüş değerlerine ait bulgular

Karideslerin duyusal görünüş değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.37’ye göre depolama süresi istatistiksel açıdan önemli ($p<0.01$) bulunurken, dondurma yöntemi, çözdürme yöntemi ve karides grubunun görünüş değerleri üzerinde etkisi bulunmamıştır.

Karideslerin 30 günlük depolanması sonunda görünüş değerlerinde önemli ($p<0.01$) bir azalma belirlenmiştir (Çizelge 4.39 , Şekil 4.13). Bu durum dondurma ve dondurulmuş depolamanın karideslerin görünüş olarak kalite kaybına uğradığını göstermektedir.

Çizelge 4.37. Karideslerin duysal analiz görünüş değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	93.35185185	0.0001**
Dondurma Yöntemi	2	2.24074074	0.0634
Çözdürme yöntemi	2	0.06018519	0.9276
Karides grubu	1	1.18518519	0.2251
Depolama süresi* Dondurma Yöntemi	2	2.24074074	0.0634
Depolama süresi* Çözdürme yöntemi	2	0.06018519	0.9276
Depolama süresi* Karides grubu	1	1.18518519	0.2251
Dondurma Yöntemi* Çözdürme yöntemi	4	1.30324074	0.1688
Dondurma Yöntemi* Karides grubu	2	0.57407407	0.4893
Çözdürme yöntemi* Karides grubu	2	1.94907407	0.0904
Depolama süresi* Dondurma Yöntemi* Çözdürme yöntemi*	16	0.71643519	0.5752
Karides grubu			
Hata	185	0.80000000	

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

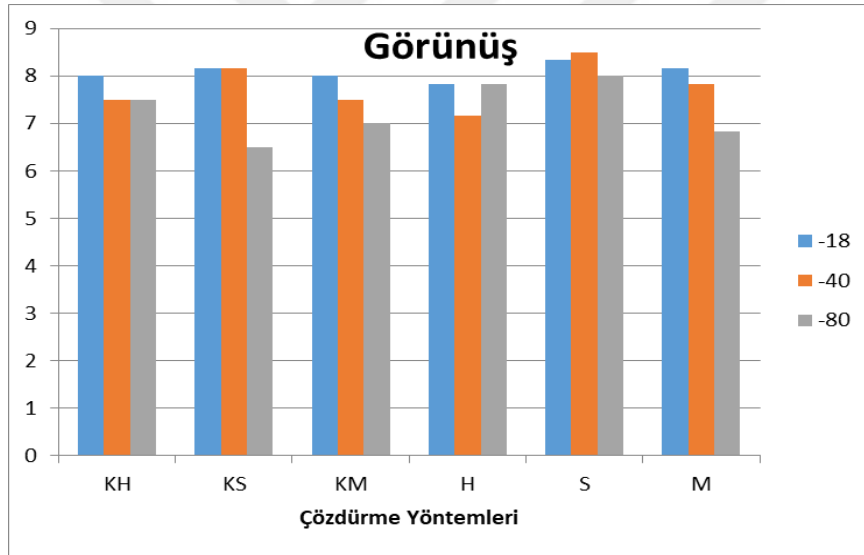
Çizelge 4.38. Karideslerin duysal analiz görünüş değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Görünüş Değeri
Depolama Süresi	
0. gün	9.00a
30. gün	7.68b
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	8.44a
Derin dondurucuda dondurma	8.44a
Sıvı azotla dondurma	8.14a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	8.32a
Buzdolabında (4°C)	8.37a
Mikrodalga	8.33a
Karides grubu	
Kabuklu	8.26a
Kabuksuz	8.41a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çizelge 4.39. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuşsal analiz görünüş değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözündürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	9 ± 0	8±0.89	7.83±0.98
	Soğutucuda	9 ± 0	8.17±0.41	8.33±0.81
	Mikrodalgada	9 ± 0	8±0.63	8.17±0.75
Hava akımlı dondurucu	Havada	9 ± 0	7.5±1.22	7.17±1.94
	Soğutucuda	9 ± 0	8.17±0.98	8.5±0.84
	Mikrodalgada	9 ± 0	7.5±0.84	7.83±0.98
Sıvı azot	Havada	9 ± 0	7.5±0.54	7.83±0.41
	Soğutucuda	9 ± 0	6.5±2.43	8±1.55
	Mikrodalgada	9 ± 0	7±0.89	6.83±1.72



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.13. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuşsal analiz görünüş değerleri

4.7.2. Tat değerlerine ait bulgular

Karideslerin duysal tat değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.39’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.40’da verilmiştir. Depolama süresi ($p<0.01$) ve karides grubu ($p<0.05$) istatistiksel açıdan önemli ($p<0.01$) bulunurken, dondurma yöntemi ve çözündürme yöntemi tat değerleri üzerinde etkisi bulunmamıştır.

Dondurma ve 30 günlük depolama sonraki karidesin tat değerlerinde önemli bir azalma tespit edilmiştir. Dondurma ve depolama tat da olumsuz değişimlere neden olmuştur.

Dondurma yöntemleri ve çözündürme yöntemlerini tat değerlerini önemli derecede etkilememiştir.

Kabuklu dondurulan karideslerin tat değerleri kabuksuz dondurulandan düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.40. Karideslerin duysal analiz tat değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	121.5000000	0.0001**
Dondurma Yöntemi	2	1.2638889	0.0745
Çözündürme yöntemi	2	1.0555556	0.1137
Karides grubu	1	3.1296296	0.0115*
Depolama süresi* Dondurma Yöntemi	2	1.2638889	0.0745
Depolama süresi* Çözündürme yöntemi	2	1.0555556	0.1137
Depolama süresi* Karides grubu	1	3.1296296	0.0115*
Dondurma Yöntemi* Çözündürme yöntemi	4	0.2777778	0.6781
Dondurma Yöntemi* Karides grubu	2	0.2824074	0.5561
Çözündürme yöntemi* Karides grubu	2	0.0740741	0.8570
Depolama süresi* Dondurma Yöntemi* Çözündürme yöntemi*	16	0.2065972	0.9728
Karides grubu			
Hata	180	0.4796296	

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

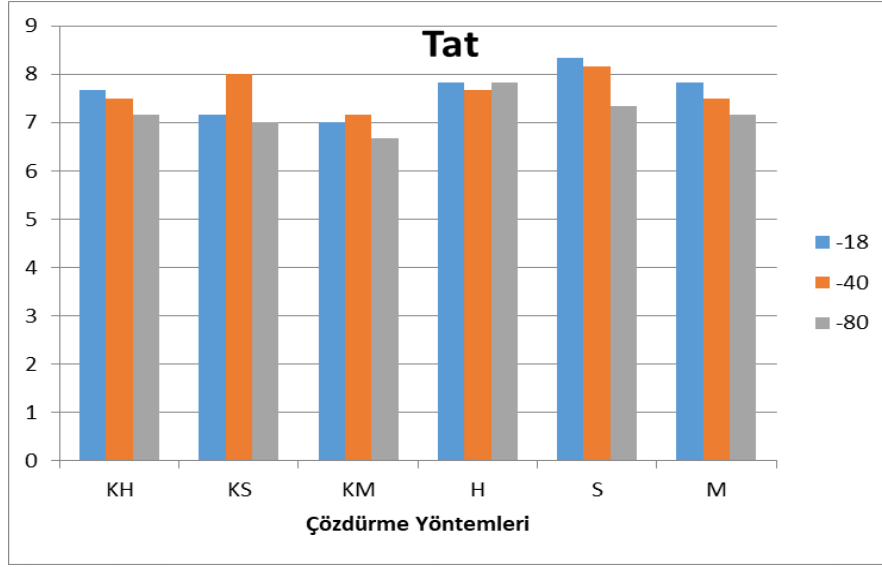
Çizelge 4.41. Karideslerin duyuusal analiz tat değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Tat Değeri
Depolama Süresi	
0. gün	9.00a
30. gün	7.50b
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	8.33a
Derin dondurucuda dondurma	8.32a
Sıvı azotla dondurma	8.09a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	8.31a
Buzdolabında (4°C)	8.33a
Mikrodalga	8.11a
Karides grubu	
Kabuklu	8.13b
Kabuksuz	8.37a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çizelge 4.42. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuusal analiz tat değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
			Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	9 ± 0	7.67±0.82	7.83±0.41
	Soğutucuda	9 ± 0	7.17±1.60	8.33±0.52
	Mikrodalgada	9 ± 0	7.00±0.89	7.83±1.33
Hava akımlı dondurucu	Havada	9 ± 0	7.5±0.84	7.67±1.03
	Soğutucuda	9 ± 0	8.00±0	8.17±0.75
	Mikrodalgada	9 ± 0	7.17±1.17	7.5±1.05
Sıvı azot	Havada	9 ± 0	7.17±0.98	7.83±0.76
	Soğutucuda	9 ± 0	7.00±1.09	7.33±0.82
	Mikrodalgada	9 ± 0	6.67±1.37	7.17±0.98



KH= Havada çözdürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözdürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözdürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözdürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözdürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.14. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyu analizi tat değerleri

4.7.3. Koku değerlerine ait bulgular

Karideslerin duyu koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.44’de verilmiştir. Depolama süresi, dondurma yöntemi, çözdürme yöntemi ve karides grubunun koku değerleri üzerinde etkisi bulunmamıştır.

Çizelge 4.43. Karideslerin duyu analizi koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	59.11574074	0.0001
Dondurma Yöntemi	2	0.75462963	0.2729
Çözdürme yöntemi	2	4.08796296	0.0011
Karides grubu	1	1.67129630	0.0905
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	0.75462963	0.2729
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	4.08796296	0.0011
Depolama süresi x Karides grubu	1	1.67129630	0.0905
Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi	4	0.12268519	0.9311
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	0.33796296	0.5577
Çözdürme yöntemi x Karides grubu	2	0.19907407	0.7086
Depolama süresi* Dondurma Yöntemi x Çözdürme yöntemi* Karides grubu	16	0.16608796	0.9970
Hata	180	0.5768519	

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

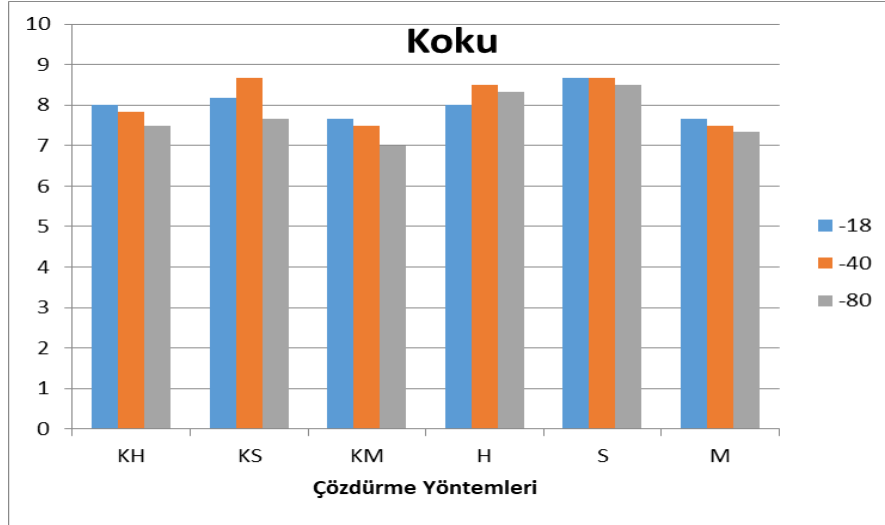
Çizelge 4.44. Karideslerin duyuşal analiz koku değęerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Koku Değeri
Depolama Süresi	
0. Gün	9.00a
30. Gün	7.95b
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	8.55a
Derin dondurucuda dondurma	8.51a
Sıvı azotla dondurma	8.36a
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	8.51a
Buzdolabında (4°C)	8.69a
Mikrodalga	8.22b
Karides grubu	
Kabuklu	8.39a
Kabuksuz	8.56a

Küçük harfler farklı başlıklar altındaki değęerler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.45. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuşal analiz koku değęerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözdürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	30	
Derin dondurucu	Havada	9 ± 0	Kabuklu	Kabuksuz
	Soğutucuda	9 ± 0	8±1.09	8±1.55
	Mikrodalgada	9 ± 0	8.17±0.41	8.67±0.52
Hava akımlı dondurucu	Havada	9 ± 0	7.67±1.37	7.67±1.03
	Soğutucuda	9 ± 0	7.83±1.17	8.5±0.84
	Mikrodalgada	9 ± 0	8.67±0.52	8.67±0.52
Sıvı azot	Havada	9 ± 0	7.5±1.05	7.5±1.64
	Soğutucuda	9 ± 0	7.5±1.37	8.33±0.82
	Mikrodalgada	9 ± 0	7.67±1.21	8.5±0.55
			7±1.47	7.33±1.21



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.15. Dondurma ve çözdürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyuşsal analiz koku değeri

4.7.4. Genel beğeni değeri

Karideslerin duyuşsal genel beğeni değeri için varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir. Depolama süresi, dondurma yöntemi ve karides grubunun koku değeri üzerinde etkisi önemli, çözdürme yöntemlerinin etkisi önemsiz bulunmuştur.

Dondurma ve 30 günlük depolama sonrası karideslerin genel beğeni değeri üzerinde önemli derecede azalma tespit edilmiştir.

Sıvı azotla dondurulmuş örneklerin genel beğeni değeri, hava akımında ve derin dondurucuda dondurulmuş örneklerinkinden düşük bulunmuştur.

Kabuksuz karideslerin genel beğeni değeri kabuklu dondurulan karidesin değeriyle önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.46. Karideslerin duyusal analiz genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Depolama süresi	1	93.35185185	0.0001
Dondurma Yöntemi	2	1.42129630	0.0346
Çözdürme yöntemi	2	0.83796296	0.1356
Karides grubu	1	2.66666667	0.0121
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi	2	1.42129630	0.0346
Depolama süresi x Çözdürme yöntemi	2	0.83796296	0.1356
Depolama süresi x Karides grubu	1	2.66666667	0.0121
Dondurma Yöntemi* Çözdürme yöntemi	4	0.28240741	0.6061
Dondurma Yöntemi x Karides grubu	2	0.01388889	0.9671
Çözdürme yöntemi* Karides grubu	2	0.43055556	0.3563
Depolama süresi x Dondurma Yöntemi* Çözdürme yöntemi x Karides grubu	16	0.14004630	0.9924
Hata	180	74.6666667	

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

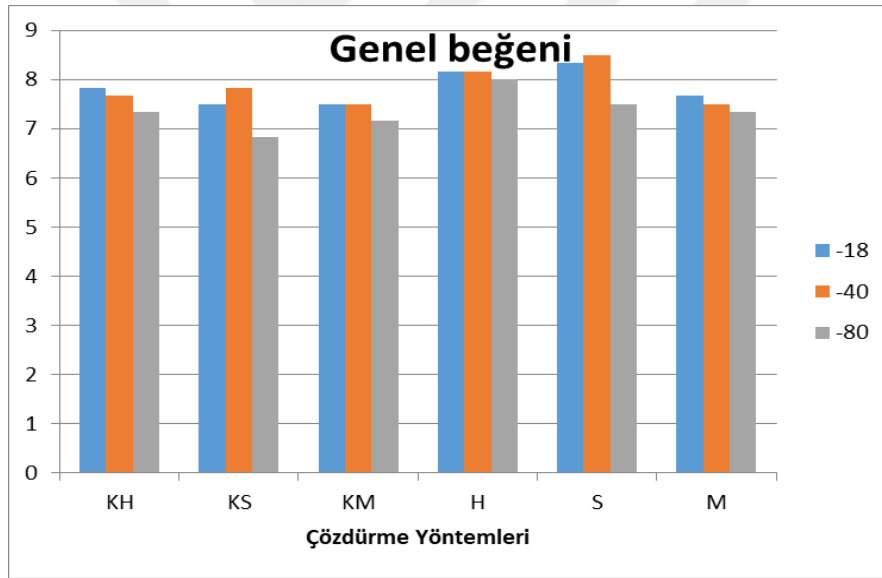
Çizelge 4.47. Karideslerin duyusal analiz genel beğeni değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Genel Beğeni Değeri
Depolama Süresi	
0. gün	9.00a
30. gün	7.68b
Dondurma yöntemi	
Hava akımlı dondurucuda dondurma	8.43a
Derin dondurucuda dondurma	8.42a
Sıvı azotla dondurma	8.18b
Çözdürme yöntemi	
Oda sıcaklığında (20°C)	8.43a
Buzdolabında (4°C)	8.37a
Mikrodalga	8.22a
Karides grubu	
Kabuklu	8.23b
Kabuksuz	8.45a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çizelge 4.48. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyusal analiz genel beğeni değerleri

Dondurma Yöntemleri	Çözündürme Yöntemi	Depolama Günleri		
		0	Kabuklu	Kabuksuz
Derin dondurucu	Havada	9 ± 0	7.83±0.41	8.17±0.75
	Soğutucuda	9 ± 0	7.5±0.84	8.33±0.52
	Mikrodalgada	9 ± 0	7.5±0.84	7.67±1.21
Hava akımlı dondurucu	Havada	9 ± 0	7.67±0.52	8.17±0.75
	Soğutucuda	9 ± 0	7.83±0.41	8.5±0.55
	Mikrodalgada	9 ± 0	7.5±1.05	7.5±1.05
Sıvı azot	Havada	9 ± 0	7.33±1.03	8±0.63
	Soğutucuda	9 ± 0	6.83±0.98	7.5±0.55
	Mikrodalgada	9 ± 0	7.17±1.47	7.33±1.63



KH= Havada çözündürülmüş kabuklu karides; KS= Buzdolabında çözündürülmüş kabuklu karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuklu karides; H=Havada çözündürülmüş kabuksuz karides; S= Buzdolabında çözündürülmüş kabuksuz karides; KM= Mikrodalgada çözündürülmüş kabuksuz karides

Şekil 4.16. Dondurma ve çözündürme işlemleri uygulanmış karideslere ait duyusal analiz genel beğeni değerleri

4.8. Kimyasal Kompozisyon Analizleri Değerlerine Ait Bulgular

Çizelge 4.49. Karideslerin kimyasal kompozisyon analiz değerleri

Kimyasal Kompozisyon	<i>A. foliacea</i>
Ham protein (%)	19.0 ± 0.2
Ham yağ (%)	1.18 ± 0.01
Nem (%)	22.76 ± 1.05
Ham kül (%)	1.62 ± 0.06

Sonuçlar ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Çizelge 4.49’da çalışma örneğimiz kırmızı karides (*Aristaeomorpha foliacea*)’e ait kimyasal kompozisyon analiz sonuçları verilmiştir. Örneklerimizin nem içeriği %77.24 olarak belirlenmiştir. Bono vd. (2012) Akdenizin çeşitli bölgelerinde avladıkları *A. foliacea*’nın nem içeriğini %72.6-76.3 arasında belirlemişlerdir. Örneklerimizin nem içeriği bu bildirilen değerlerden biraz yüksek bulunmuştur. Çeşitli çalışmalarda farklı karides türleri için farklı nem değerleri bildirilmiştir. Pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) için %76.97 (Okpala vd. 2015), *Macrobranchium rosenbergii* için %61.58 (Azam vd (2013) ve %78,34 (Kamal vd. 2000), *Pandalus borealis* için %78.4 (Paul 2014) bildirilmiştir.

Örneklerimizin ham protein içeriği %19.0 olarak tespit edilmiştir. Akdenizin çeşitli bölgelerinde avlanan *A. foliacea*’nın protein içeriği 20.31- 24.03 arasında belirlenmiştir. Çalışma örneklerimizin protein içeriği bu değerlerden düşük bulunmuştur. Okpala vd (2015) pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) için protein içeriğini %76.97, Azam vd (2013) *Macrobranchium rosenbergii* için %33.11, Kamal vd. (2000) *Macrobranchium rosenbergii* için %18.46 ve Paul (2014) *Pandalus borealis* için %15 olarak bildirmişlerdir.

Çalışmamızdaki karidesin ham yağ içeriği %1.18 olarak tespit edilmiştir. Akdenizin çeşitli bölgelerinde avlanan *A. foliacea*’nın yağ içeriği % 0.47-0.55 arasında belirlenmiştir. Örneklerimizin yağ içeriği bu değerlerin altında bulunmuştur. Okpala vd (2015) pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) için yağ içeriğini %1.20, Azam vd (2013) *Macrobranchium rosenbergii* için % 2.27, Kamal vd. (2000) *Macrobranchium rosenbergii* için %1.8, *Penaeus monodon* için %1.3 ve Paul (2014) *Pandalus borealis* için %1.8 bulmuşlardır.

Çalışmamızda karideslerin ham kül içeriği %1.62 olarak bulunmuştur. Akdenizin çeşitli bölgelerinde avlanan *A. foliacea*’nın kül içeriği ise % 2.39-2.55 arasında belirlenmiştir. Okpala vd (2015) pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) için kül içeriğini %2.07, Azam vd (2013) *Macrobranchium rosenbergii* için % 2.13, Kamal vd.

(2000) *Penaeus monodon* için %1.29, Paul (2014) *Pandalus borealis* için %4.7 olarak bildirmişlerdir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular ile bu çalışmalara ait bulguların bir kısmının benzerlik göstermesine karşın bir kısmında farklılık gösterdiği görülmektedir. Ortaya çıkan bu farklılıkların kompozisyondaki bu farklılıklar karideslerin avlama bölgesi, avlama mevsimi, beslenme, tür gibi faktörlerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.



5. SONUÇLAR

Karidesler ticari değeri yüksek su ürünlerindendir. Karidesler çok çabuk bozulma özelliğine sahiptirler. Bu sebeple avlandıktan hemen sonra soğutularak ya da dondurularak muhafaza edilmektedirler. Dondurma ve çözündürme sırasında kalite kayıpları görülebilmektedir. Bu kayıplarda ürünün ticari değerini düşürerek ekonomik değerini azaltmaktadır. Karideslerin dondurulması, dondurulmuş depolanması ve çözündürülmesi sırasındaki kalite kayıplarının belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup, bu çalışmalarda da farklı karides türleri üzerinedir. Kırmızı karides (*Aristaemorpha foliacea*) Akdeniz’de ve özellikle ülkemiz kıyılarında avcılığı yapılan önemli ve ekonomik değere sahip bir karides türüdür. Bu tür üzerine yapılmış böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada kırmızı karides kabuklu ve kabuksuz olarak iki farklı gruba ayrılmış ve üç farklı dondurma yöntemi (hava akımında -40°C’de; derin dondurucuda -18°C’de; sıvı azot kullanarak) ile dondurulduktan sonra üç farklı çözündürme yöntemi (buzdolabında 4°C’de; ortam sıcaklığında 18-20°C’de; mikrodalga fırında) ile çözündürülerek dondurma ve çözündürme yöntemlerinin karidesin kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

Çalışmamızda karideslerin kalitesinin belirlenmesinde önemli bir gösterge olan TVB-N ve TMA-N tayinleri gerçekleştirilmiştir. Dondurma ve 30 günlük depolama sonrasında karidesin TVBN ve TMA-N değerlerinde önemli artışlar görülmüştür. Ancak bu artışlar her iki parametre için de tüketilebilirlik sınırlarını aşmamıştır. Dondurma yöntemleri arasında sıvı azotla dondurulmuş karideslerde en düşük TVB-N ve TMA-N değerleri görülmüştür. Ortam sıcaklığında çözündürülen örneklerde de yüksek değerler belirlenmiştir. Ayrıca kabuklu dondurulan karideslerde kabuksuzlardan daha yüksek TVB-N ve TMA-N saptanmıştır.

Su ürünlerinin kalite kontrolunda en sık kullanılan fiziksel yöntemlerden birisi olan pH değeri, 30 günlük depolamada önemli bir değişim göstermemiştir. Karideslerin kabuklu ya da kabuksuz olmaları da pH değerini çok fazla etkilememiştir. Sıvı azotla dondurulmuş ve buzdolabında çözündürülmüş karideslerde en düşük pH değerleri belirlenmiştir.

Renk, karideslerin kalitesi ve kabul edilebilirliğinde önemli bir özellik olması nedeniyle bu çalışmada karideslerin L*, a* ve b* değerleri ölçülmüştür. Parlaklıktaki artışla birlikte renkte solgunluk artışını göstermekte olan L* değeri depolama sonrası artış göstermiştir. Sıvı azot ile dondurulan karideste en yüksek L* değeri ve en düşük a* değeri, buzdolabında çözündürülen karideslerde yüksek L* ve a* değeri belirlenmiştir. Kabuklu karideslerde kabuksuzlara kıyasla daha yüksek L* değeri belirlenmiştir.

Dondurma işlemi karideslerde pişirme kaybının artmasına neden olmuştur. Dondurma işlemi sırasında hücre membranları zarar görmesine bağlı olarak su tutma kapasitesi azalmış ve pişirme kaybı artmıştır. Dondurma yöntemleri açısından değerlendirildiğinde yöntemler arasında istatistiksel bir farklılık görülmemekle birlikte oransal olarak sıvı azot ile dondurulan örneklerin pişirme kayıpları biraz daha düşük bulunmuştur. Çözdürme yöntemleri arasında en yüksek pişirme kaybı mikrodalga ile çözdürülmüş örneklerde belirlenmiştir.

Dondurma işlemi karideslerin sertlik değerlerini arttırmış daha sıkı bir yapıya dönüştürmüştür. Dondurma proteinlerin kümeleşmesini ve çözdürme sırasında su kaybını artırarak ürünün sertleşmesine neden olmuştur. Hava akımında dondurulan ve buzdolabında çözdürülen ürünlerde daha sert bir yapı görülmüştür. Sıvı azotla dondurulan ve ortam sıcaklığında çözdürülen karideslerde sakızimsılık ve çıgnenebilirlik artmıştır.

Dondurma işlemi duyuusal skorlarda azalamaya neden olmakla birlikte, dondurma yöntemi, çözdürme yöntemi ve karidesin kabuklu kabuksuz olması duyuusal skorları etkilememiştir. Panelistler dondurulmuş ve dondurulmamış ürün arasındaki farklı ayırt edebilirken, farklı yöntemlerle dondurulmuş ve çözdürülmüş ürünleri, görünüş, koku ve tat yönünden ayırt edememeleri normaldir. Panelistlerin eğitimli olmamaları bu farklılığı ayırt edememelerinin bir nedenidir.

Sonuç olarak dondurma ve dondurulmuş depolama karideslerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemektedir. Çalışmamızda 30 gün gibi kısa süreli bir depolama yapılmış olmasına rağmen kalite değişimleri gözlenmiştir. Bu sebeple karideslerin dondurulmuş depolama süresinin çok uzun tutulmaması yerinde olur. Diğer yandan sıvı azotla dondurma hızlı bir dondurma yöntemi olması nedeniyle bazı kalite parametrelerinin korunmasını sağlamakla birlikte, özellikle renkte solma ve tekstürde yumuşamaya neden olmuştur. Ayrıca bu nedenlerin yanında sıvı azotla dondurma pahalı bir yöntemdir. Derin dondurucuda dondurma yavaş bir dondurma yöntemidir ve yavaş dondurmanın kalite ve özellikle tekstürel özellikler üzerinde olumsuz etkisi bulunmaktadır. Bu çalışma sonuçlarına göre karideslerin hava akımında dondurma yöntemiyle dondurulmalarının daha uygun olduğu görülmüştür.

Çözdürme yöntemleri arasında ortam sıcaklığında çözdürme yöntemi yüksek sıcaklık nedeniyle mikrobiyal faaliyete izin vermektedir. Mikrodalgada çözdürme ise hızlı bir çözdürme sağlamakla birlikte protein denatürasyona neden olması nedeniyle tekstürel ve renk özelliklerini olumsuz etkilediğinden dondurulmuş karideslerin çözdürülmesinde uygun bir yöntem olmadığı görülmüştür. Buzdolabında düşük sıcaklıkta çözdürme karides kalitesi açısından uygun bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Karideslerin kabuklarını uzaklaştırma işleminin mikrobiyal yükü azalttığı ve bu nedenle kaliteyi koruduğu tespit edilmiştir. Çalışmamız TVB-N ve TMA-N sonuçları da bunu doğrulamaktadır. Ancak kabuklu dondurma diğer yandan tekstürel bozulmayı önlemiştir.

Karideslerin kalitesine dondurma ve çözündürmenin etkisi konusunda yapılmış bilimsel çalışma sayısının sınırlı olması, özellikle Kırmızı karidesin (*A. foliacea*) bu konuda çalışılmamış olması bu alandaki eksikliği giderilmesine ve bu türe ait yeni veriler elde edilmesine katkı sağlanacağı düşüncesindeyiz. Önemli derecede yüksek ticari değer sahip karideslerde meydana gelebilecek kalite kayıpları önemli bir ekonomik kayba neden olmasının yanında insan sağlığı yönünden de olumsuzluklara neden olabilmektedir. Bu sebeple karideslerde kalitenin korunmasına yönelik önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Özellikle dondurulmuş ürünün çözündürülmesinde meydana gelecek hatalar geri dönüşümü olmayan kayıplara neden olacağından böyle bir çalışmanın sonuçları hem karides üreticilerine hem karides işlemecilerine bu konuda yol gösterici olacağı kanısındayız.

6. KAYNAKLAR

- Al-Dagal, M. M., & Bazaraa, W. A. (1999). Extension of shelf life of whole and peeled shrimp with organic acid salts and bifidobacteria. *Journal of Food Protection*, 62(1), 51-56.
- Anonim 1: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/3078> [Son erişim tarihi: 15.03.2019].
- Anonim 2: http://www.tuik.gov.tr/IcerikGetir.do?istab_id=1 [Son erişim tarihi: 15.03.2019].
- AOAC. 1990. Official Methods of Analyses of Association of Analytical Chemist, 15th edn. Washington, DC.
- Artüz, M.L. 2005. Türkiye denizlerinde bulunan karides türleri üzerine etüt. Zoo-Natantia. *Publications Scientifiques*. 22s.
- Azam, K.M.S., Mansur, Md.A., Asadujjaman, Md., Rahman, M., Sarwer, M.G. 2013. Quality and safety aspects of fresh and frozen prawn (*Macrobrachium rosenbergii*), Bangladesh. *American Journal of Food Science and Technology*, 1 (4), 77-81.
- Bevilacqua, M., D'Amore, A., & Polonara, F. 2004. A multi-criteria decision approach to choosing the optimal blanching-freezing system. *Journal of Food Engineering*, 63(3), 253-263.
- Bianchini, M. 1999. The deep-water red shrimp. *Aristaeomorpha foliacea*. of the Sicilian Channel: biology and exploitation (Doctoral dissertation).
- Binici, A. ve Kurtkaya. G. 2014. Soğukta Depolama Yöntemlerinin Su Ürünleri Kalitesine Etkileri. *Bilim ve Gençli Dergisi*, 2(2):23-40.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911-917.
- Bono, G., Badalucco, C.V., Cusumano, S. and Palmegiano, G.B. 2012. Toward shrimp without chemical additives: A combined freezing-MAP approach. *LWT-Food Science and Technology*, 46(1): 274-279.
- Boonsumrej, S., Chaiwanichsiri, Tantratian, S., Suzuki, T., Takai, R. 2007. Effect of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing. *Journal of Food Engineering*, 80(1): 292-299.
- Boonyaratpalin, M.; Thongrod, S.; Supamattaya, K.; Britton, G.; Schlipalius, L.E. 2001 Effects of β -carotenesource, Dunaliellasalina, and astaxanthin on pigmentation,

- growth, survival and health of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, Oxford, 32 (1): 182-190.
- Cartes, J.E. 1995. Diets of. and trophic resources exploited by. bathyal penaeoidean shrimps from the western Mediterranean. *Marine and Freshwater Research*, 46(6): 889-996.
- Chen, H.E., Peng, H.Y. and Chen, B.H. 1995. Changes of carotenoids, colour and vitamin A contents during processing of carrot juice. *J. Agric. Food Chem.*, 43 (7): 1912-1918.
- Chen, Y.C., and Pan, B.S. 1997. Morphological changes in tilapia muscle following freezing by air blast and liquid nitrogen methods. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 32, 159-168.
- Condurso, C., Tripodi, G., Cincotta, F., Lanza, C. M., Mazzaglia, A., & Verzera, A. (2016). Quality assessment of Mediterranean shrimps during frozen storage. *Italian Journal of Food Science*, 28(3), 497-509.
- Connell, J.J. 1964. Fish muscle proteins and some effects on them of processing. In: H.W. Shultz and A.F. Anglemeyer. (Eds.) Symposium on Foods: Proteins and Their Reaction. AVI Publishing Co. Westport, Connecticut. p. 255
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E. ve Okumuş, İ. 1999. Türkiye Su Ürünleri Sektörü ve Avrupa Birliği ile Entegrasyonu. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 1999-63. 533s., İstanbul.
- Davies, E. A., & Adams, M. R. (1994). Resistance of *Listeria monocytogenes* to the bacteriocin nisin. *International Journal of Food Microbiology*, 21(4), 341-347.
- Diaz-Tenorio, L.M., Garcia Carreno, F.L., Pacheco-Auilar, R. (2007). Comparison of Freezing and Thawing Treatments on Muscle Properties of White leg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Food Biochemistry* 31: 563-576.
- Einen, O., Guerin, T., Fjæra, S.O. and Skjervold, P.O. 2002. Freezing of pre-rigor fillets of Atlantic salmon. *Aquaculture*, 212: 129-140.
- Farfante, I.P. and Kensley, B. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. Editions du Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Fischer, W., Bauchotet, M. and Schnider, L. 1987. Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Revision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Rome. FAO. 1. 761-1530.
- Göğüş, A.K. ve Kolsarıcı, N. 1992. Su ürünleri teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1243. 260.
- Gökoğlu, N. 2002. Su ürünleri işleme teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

- Grujić, R., Petrović, L., Pikula, B., & Amidžić, L. (1993). Definition of the optimum freezing rate—1. Investigation of structure and ultrastructure of beef M. longissimus dorsi frozen at different freezing rates. *Meat Science*, 33(3), 301-318.
- Gupta, R.K., Sharma, A., Sharma, R. 2007. Instrumental Texture Profile Analysis (TPA) of Shelled Sunflower Seed Caramel Snack Using Response Surface Methodology. *Food Science Technology Int.*, 13(7):455–460.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M. 1999. Su ürünleri işleme teknolojisi. Ankara, Şahin Matbaa. 366s
- Hale, M.B. and Waters, M.E. 1981. Frozen storage stability of whole and headless freshwater prawns *Machrobrachium rosenbergii*. *Mar. Fish. Rev.*, 42: 18.
- Hayes, P.R. 1992. Food spoilage. In: *Food Microbiology and Hygiene*. (Chapter 3). Second Edition. Elsevier Science Publishers Ltd., England. 106-175.
- Hobbs. G. and Hodgkiss, W. 1982. Bacteriology of fish handling and processing. In: R. Davies (Ed.) *Developments in food microbiology*. Applied Science Publishers Ltd.
- Hui, H., Yongkang, L., Zhongyun, Zh., Yulong, B., Han, L., Huixing, S. 2013. Effects of different freezing treatments on the biogenic amine and quality changes of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) heads during ice storage. *Food Chem.*, 138: 1476-1480.
- Jul, M. 1984. The quality of frozen foods. *Academic Press*. New York, USA.
- Kamal, M., Rahman, M.M., Yasmin, L., Islam, M.N., Nurullah, M., Mazid, M.A. 2000. Studies on the post-mortem changes in shrimp and prawn during ice storage: II. Biochemical aspects of quality changes. *Bangladesh J. Fish. Res.*, 4(1): 91-96
- Latscha, T. 1989 The role of astaxanthin in shrimp pigmentation. *Advances in Tropical Aquaculture*, Tahiti, 9: 319-325.
- Li, B., and Sun, D.W. 2002. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods- a review. *J Food Eng*, 54:175-182.
- Lourdes, M. D., Fernando L. G. and Ramón, P. (2007). Comparison of freezing and thawing treatments on muscle properties of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Food Biochemistry* 31: 563–576
- Ludorf, W., Meyer, V., 1973. *Fische und Fischer zeugnisse*. Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg. 309 p.

- Ma, L., Zhang, B., Deng, S., and Xie, C. 2015. Comparison of the cryoprotective effects of trehalose, alginate and its oligosaccharides on peeled shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during frozen storage. *J Food Sci*, 80(3):C540-C546.
- Mansouri-Najand, L. (2012). The effect of various methods of defrosting on microbial contamination of frozen banana shrimp (*Penaeus merguensis*). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), S1888-S1891
- Manthey M, Karnop G, Rehbein 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.
- Marshall, D.L. and Wiese-Lehigh, P.L. 1997. Comparison of impedance, microbial, sensory and pH methods to determine shrimp quality. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 6(2):17-31.
- Matsumoto, J. J. 1979. "Denaturation Of Fish Muscle Proteins During Frozen Storage." Pp. 205–224. In *Proteins At Low Temperatures*, edited by Owen Fennema. Advances in Chemistry Series 180. Washington, DC: *American Chemical Society*.
- Mendes, R., Gonçalves, A., Pestana, J. and Pestana, C. 2005. Indole production and deep water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) decomposition. *European Food Research and Technology*, 221, 320-328.
- Molina-García, A. D., Otero, L., Martino, M. N., Zaritzky, N. E., Arabas, J., Szczepek, J., & Sanz, P. D. (2004). Ice VI freezing of meat: supercooling and ultrastructural studies. *Meat Science*, 66(3), 709-718.
- Mytilineou, C., Kavadas, S., Politou, C.Y., Kapiris, K., Tursi, A. and Maiorano, P. 2006. Catch composition on red shrimps' (*Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*) grounds in the Eastern Ionian Sea. *Hydrobiologia*, 557(1): 155-160.
- Niamnuy, C., Devahastin, S., Soponronnarit, S. and Vijaya Raghavan, G. S. 2008. Kinetics of astaxanthin degradation and color changes of dried shrimp during storage. *Journal of Food Engineering*, 87(4), 591-600.
- Nip, W. K., & Moy, J. H. (1981). Effect of thawing and subsequent chilling on the quality of prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 5(4), 207-213.
- Okpala, C. O. R. (2015). The physicochemical changes of farm-raised Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as influenced by iced storage. *Food and Nutrition Sciences*, 6(10), 906.
- Olgunoğlu, A.İ. ve Polat, A. 2002. Dondurarak depolanan (-18 C) sudak (*Sander lucioperca*) filetolarında kimyasal ve duyusal değişimler. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 26: 879-884.

- Pan, B.S. and Yeh, W.T. 1993. Biochemical and morphological changes in grass shrimp (*Penaeus monodon*) muscle following freezing by air blast and liquid nitrogen methods. *J. Food Biochem.*, 17: 147.
- Pardio, V.T., Waliszewski, K.N. and Zuñiga, 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 and Technology*, 46(2): 305-314.
- Paul, E. A. (2014). *Soil microbiology, ecology and biochemistry*. Academic press.
- Pham, Q. T., & Mawson, R. F. (1997). Moisture migration and ice recrystallization in frozen foods. In *Quality in Frozen Food* (pp. 67-91). Springer, Boston, MA.
- Pisal, S., Soottawat, B., Wonnop, V., Kongkarn, K. (2007) Comparative studies on chemical composition and thermal properties of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) meats . *Food Chemistry* 103: 1199-1207.
- Ragonese, S., Jereb, P. and Morara, U. 1997. Morphometric relationships of *Sphoeroides pachygaster* (*Pisces tetraodontidae*) of the strait of sicily (Mediterranean Sea). *Cahiers de Biologie Marine*, 38(4): 283-289.
- Schormüller, J. 1968. *Handbuch der lebensmittelchemie*. Springer-Verlag.
- Selçuk, A. 2010. Karideslerdeki enzimatik kararmayı önlemede 4-Hexylresorcinol uygulamasının incelenmesi". İstanbul Üniversitesi . Temmuz. 2010.
- Shafieipour, A. and Sami, M. 2015. The effect of different thawing methods on chemical properties of frozen pink shrimp (*Penaeus duorarum*). *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 9 (1):1-6.
- Shahidi F. 1994. Seafood proteins and preparation of protein concentrates. In: Shahidi F., Botta J.R. (eds) *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*. Springer, Boston, MA.
- Shamshad, S. I., Zuberi, R., & Qadri, R. B. (1992). Bacteriological status of seafoods marketed in Karachi, Pakistan. *Developments in Food Science*.
- Shenouda, S.Y.K. 1980. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. *Adv. Food Res.*, 26: 275.
- Sikorski, Z., Olley, J. and Kostuch, S. 1976. Protein changes in frozen fish. *CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 8: 97.
- Sirintra, B., Saiwarun, Ch., Sumate, T., Toru, S., Rikuo, T. 2007 Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing. *J Food Eng.*, 80: 292-299.

- Srinivasan, S., Xiong, Y.L., Blanchard, S.P., Tidwell, J.H. 1997. Physicochemical Changes in Prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) Subjected to Multiple Freeze-Thaw Cycles. *Journal of Food Science*, 62 (1), 123-127.
- Srinivasan, S., Xiong, Y.L., Blanchard, S.P. and Tidwell, J.H. 1998. Effects of freezing and thawing methods and storage time on physicochemical properties of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) subramanian. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 7(2): 47-68.
- Sun, X., Jin, Q., , Li, X. 2016. Physical quality changes of pre-cooked shrimps during frozen storage. *Advances in Engineering Research*, 63: 76-81.
- Szczesniak A.S. (1963). Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science* 28: 385–389.
- Tsironi, T., Dermesonlouoglou, E., Giannakourou, M., Taoukis, P. (2009). Shelf life modelling of frozen shrimp at variable temperature conditions. *LWT - Food Science and Technology* 42: 664–671.
- Tume, R.K., Sikes, A.L., Tabrett, S. and Smith, D.M. 2009 Effect of background color on the distribution of astaxanthin in black tigerprawn (*Penaeus monodon*): Effective method for improvement of cooked color. *Aquaculture*, 296: 129–135.
- Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Erkan, N. ve Metin, S. 2000. Soğukta Depolanan Karideslerin (*Parapenaeus longirostris*. LUCAS 1846) Bazı Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci.*, 24: 181-185.
- Varlık, C., Erkan, N. ve Baygar. T. 2004. Su Ürünleri besin bileşimi. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları*, (4465). 4-45.
- 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.
- Wheeler, T. L., Miller, R. K., Savell, J. W., & Cross, H. R. (1990). Palatability of chilled and frozen beef steaks. *Journal of Food Science*, 55(2), 301-304.
- Xiong, Y. L. (1997). Protein denaturation and functionality losses. In *Quality in Frozen Food* (pp. 111-140). Springer, Boston, MA.
- Yu, L., Jiang, Q., Yu, D., Xu, Y., Gao, P., & Xia, W. (2018). Quality of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) during the storage at– 18° C as affected by different methods of freezing. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 2100-2109.
- Yücel, A. (1997). Meat and marine products technology. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları*, (47).

ÖZGEÇMİŞ

Ayşegül Tuğçe HAN
tugcee.hann@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2015– 2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2012-2015	Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Deniz Canlıları Uzmanı 2016-2019	The Land of Legends Tema Park
-------------------------------------	-------------------------------