

**BUZDOLABINDA DEPOLANAN HAMSİ
(*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) BALIĞININ
RAF ÖMRÜNE BİBERİYE (*Rosmarinus
officinalis* L.) EKSTRAKTININ ETKİSİ
AYSUN GARGACI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME
TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BUZDOLABINDA DEPOLANAN HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758)
BALIĞININ RAF ÖMRÜNE BİBERİYE (*Rosmarinus officinalis* L.)
EKSTRAKTININ ETKİSİ

AYSUN GARGACI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR

SİNOP – 2010


T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 30/07/2010 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Emin ERDEM

Üye : Yrd. Doç. Dr. Birol BAKİ



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

04.08/2010



Doç. Dr. İsmihan KARAYÜCEL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**BUZDOLABINDA DEPOLANAN HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758)
BALIĞININ RAF ÖMRÜNE BİBERİYE (*Rosmarinus officinalis* L.)
EKSTRAKTININ ETKİSİ**

ÖZET

Bu çalışmada doğal antioksidan olarak kullanılan biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ekstraktının buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) depolanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) balıklarında kullanımının etkisi araştırılmıştır. Demleme yöntemiyle elde edilen biberiye ekstraktında, iç organları çıkarılmış ve çıkarılmamış hamsi balığı yarım saat süre ile bekletilmiş ve buzdolabı koşullarında $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır. Depolama süresinde duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle raf ömrü belirlemeye çalışılmıştır.

Araştırma başlangıcında ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranı sırasıyla $\%19.13\pm 0.72$, $\%3.80\pm 0.4$, $\%74.00\pm 1$ ve $\%1.10\pm 0.10$ olarak bulunmuştur. Duyusal analizlere bakıldığında kontrol grubunda (CK, NK) depolama süresince diğer gruplara (CB, NB) göre daha düşük duyuşal puanlar aldığı görülmüştür. Kimyasal analizlerden, TVB-N miktarı depolamaya bağılı olarak artış göstermiş, biberiye ekstraktında bekletilen (CB, NB) gruplarda kontrol grubuna (CK, NK) göre daha düşük artış belirlenmiştir. TVB-N değerinin CB grubu için 15. gün 35.71 ± 0.32 mg N/100 g, CK grubu için 11. gün 36.04 ± 0.13 mg N/100 g, NB grubu için 13. gün 38.35 ± 0.29 mg N/100 g, NK grubu için 11. gün 35.84 ± 0.49 mg N/100 g' a ulaştığı belirlenmiştir. Depolama boyunca TBA değerlerinde CB grubunda 15. gün 8.70 ± 0.36 μg MDA/g, CK grubunda 9. gün 8.14 ± 0.04 μg MDA/g, NB grubunda 13. gün 8.72 ± 0.52 μg MDA/g, NK grubunda ise 11. gün 8.80 ± 0.12 μg MDA/g olarak belirlenmiştir. Depolamaya bağılı olarak artan TMA değeri CK grubunda 13. gün 8.87 ± 0.07 , CB grubu 7. gün 7.58 ± 1.28 , NK grubu 11. gün 7.34 ± 0.87 , NB grubu 11. gün 11.00 ± 1.19 değerine ulaşmıştır. Depolamanın başlangıcında 6.43 ± 0.08 olarak belirlenen pH değeri, depolamanın son günü olan 15. gün CK, CB, NK ve NB gruplarında sırasıyla, 6.07 ± 0.08 , 6.68 ± 0.03 , 6.54 ± 0.10 ve 6.49 ± 0.12 olarak tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında tüm gruplarda düşük mezofilik aerobik bakteri sayısı gözlenirken bu sayı depolama süresince tüm örneklerde artış göstermiştir. Depolamanın 13. gününde CK, CB, NK ve NB gruplarında mezofilik aerobik bakteri sayıları sırasıyla 6.36, 6.98, 6.57, 6.95 log cfu/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 13. gününde CK, CB, NK ve NB gruplarında psikrofilik bakteri sayıları sırasıyla 5.18, 4.81, 5.98, 4.61 log cfu/g olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hamsi, biberiye, antioksidan, raf ömrü, buzdolabı koşulları

EFFECT OF ROSEMARY (*Rosmarinus officinalis* L.) EXTRACT ON ANCHOVY (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) ITS SHELF LIFE OF STORED IN THE REFRIGERATOR

ABSTRACT

In this study rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract used as natural antioxidants of in refrigerator conditions ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) investigated the effects of stored anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) was fried. Rosemary extract obtained by brewing method, internal organs were removed and pickled fish are not removed and soaked for a period of half an hour $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ were stored in refrigerator conditions. During the storage, sensory, chemical and microbiological analysis were trying to determine shelf life.

At the beginning of the research, crude protein, crude fat, moisture and crude ash ratio 19.13 ± 0.72 , 3.80 ± 0.40 , 74.00 ± 1.00 and 1.10 ± 0.10 found respectively. Looking for sensory analysis in the control group (CK, NK) were significantly lower than other groups (CB, NB) during storage of at sensory scores. From chemical analysis, TVB-N amount was increased due to storage and with rosemary extract (CB, NB) groups were set lower than control group (CK, NK). TVB-N value for CB group was determined at 15th day 35.71 ± 0.32 mg N/100 g, for CK group at 11th day 36.04 ± 0.13 mg N/100 g, for NB group at 13th day 38.35 ± 0.29 mg N/100 g, for NK group at 11th day 35.84 ± 0.49 mg N/100 g. TBA values during storage in the CB group was found at 15th day 8.70 ± 0.36 $\mu\text{g MDA/g}$, for CK group at 9th day 8.14 ± 0.04 $\mu\text{g MDA/g}$, for NB group at 13th day 8.72 ± 0.52 $\mu\text{g MDA/g}$, for NK group at 11th gün 8.80 ± 0.12 $\mu\text{g MDA/g}$. TMA values increased due to storage in the CK group was found at 13th day 8.87 ± 0.07 mg/100 g, for CB group at 7th day 7.58 ± 1.28 mg/100 g, for NK group at 11th day 7.34 ± 0.87 mg/100 g, for NB group 11th day 11.00 ± 1.19 at mg/100 g. The pH value is determined 6.43 ± 0.08 at the beginning of the storage. The last day of storage at 15th day CK, CB, NK and NB groups were found, 66.07 ± 0.08 , 6.68 ± 0.03 , 6.54 ± 0.10 and 6.49 ± 0.12 respectively. At the beginning of storage in all groups, the low number of mesophilic aerobic bacteria count was observed and all samples increased during storage. Storing 13th day of CK, CB, NK, and NB groups mesophilic aerobic bacteria counts were found 6.36, 6.98, 6.57, 6.95 log cfu/g, respectively. Storing 13th day of CK, CB, NK, and NB groups psychrophilic bacteria counts were found 5.18, 4.81, 5.98, 4.61 log cfu/g, respectively.

Key words: Anchovy, rosemary, antioxidant, shelf life, refrigerated conditions

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansa başladığım ilk günden beri verdiği destekle kendime olan güvenimi arttıran, tez konumun seçimi, araştırılması ve yazılmasında destek olan çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR'a,

Laboratuvar çalışmalarımın ilk gününden itibaren tüm çalışmalarımnda büyük bir özveri ile yardımcı olan sevgili arkadaşlarım, yüksek lisans öğrencileri Özgül ÖZER ve Bengünur SÖYLEYEN'e, laboratuvar teknikeri Uğur ÇARLI'ya,

Yüksek lisans eğitimim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen, kardeş olmak için kan bağına ihtiyaç olmadığını gösteren sevgili yüksek lisans arkadaşlarıma,

Tüm eğitimim boyunca maddi manevi destekleriyle yanımda olan, sabır gösteren, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili annem Emine Ayhan GARGACI ve sevgili babam Ünal GARGACI'ya yürekten teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER	vii
ÇİZELGELER	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Su Ürünlerinde Kalite ve Kalite Değişimleri	4
2.1.1. Duyusal Kalite Değişimleri	5
2.1.2. Fiziksel Kalite Değişimleri	5
2.1.3. Kimyasal Kalite Değişimleri	6
2.1.4. Mikrobiyolojik Kalite Değişimleri	6
2.2. Antioksidanlar ve Genel Özellikleri	7
2.3. Aromatik Bitkilerin Antioksidan Özellikleri	8
2.4. Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	8
2.4.1. Biberiyenin Kimyasal Özellikleri	10
2.5. Türkiye Hamsi Balığı (<i>Engraulis encrasicolus</i> , L., 1758) Üretimi	11
2.6. Hamsi Balığının Sistematikteki Yeri ve Özellikleri	12
2.7. Literatür Özeti	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Bitki	21
3.1.2. Balık	21
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Demleme	22
3.2.2. Balığa Antioksidan Uygulanması ve Depolama Koşulları	22
3.2.3. Besin Değerleri Analizi	23

3.2.3.1. Toplam Ham Protein Analizi	23
3.2.3.2. Toplam Ham Yağ Analizi	23
3.2.3.3. Ham Kül Analizi	24
3.2.3.4. Nem Analizi	24
3.2.4. Kimyasal Kalite Analizleri	24
3.2.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi	24
3.2.4.2. Tiyobarbitürük Asit (TBA) Sayısı Tayini	25
3.2.4.3. Trimetilamin Azot (TMA-N)	25
3.2.4.4. pH Analizi	25
3.2.5. Hamsi Balığındaki Duyusal Analiz	26
3.2.6. Toplam Mezofil Aerob (TMBS) ve Toplam Psikrofil Aerob (TPBS) Bakteri Sayısı	26
3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme	26
4. BULGULAR	27
4.1. Besin Değeri Bulguları	27
4.2. Duyusal Analiz Bulguları	28
4.3. Kimyasal Analiz Bulguları	29
4.3.1. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N mg N/100 g)	29
4.3.2. Tiyobarbitürük Asit Sayısı Bulguları (TBA µg MDA/g)	31
4.3.3. Trimetilamin Azot Bulguları (mg/100g)	32
4.3.4. pH Bulguları	33
4.4. Toplam Mezofil Aerob (TMBS) ve Toplam Psikrofil Aerob (TPBS) Bakteri Sayısı Bulguları	34
5. TARTIŞMA	36
5.1. Besin Değerleri	36
5.2. Duyusal Analiz	36
5.3. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N)	37
5.4. Tiyobarbitürük Asit Sayısı (TBA)	38
5.5. Trimetilamin Azot (TMA-N)	39
5.6. PH	39
5.7. Toplam Mezofil Aerob (TMBS) ve Toplam Psikrofil Aerob (TPBS) Bakteri Sayısı	40
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	42

7. KAYNAKLAR

43

ÖZGEÇMİŞ

54

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER

	Sayfa
	No
Şekil 2.4.1. Biberiyenin (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) genel görünüşü	9
Şekil 2.5.1. Yıllara göre hamsi av miktarı	11
Şekil 2.5.2. Hamsi balığının genel görünüşü	12
Şekil 3.1.1.1. Çalışmada kullanılan kuru biberiye	21
Şekil 3.1.2.1. Çalışmada kullanılan hamsi balığı	22
Şekil 4.1.1. Hamsinin besin bileşimi	27
Şekil 4.2.1. Depolama süresince gruplar arası duyu analizi bulguları	29
Şekil 4.3.1.1. Depolama süresince örneklerdeki TVB-N değişimi	30
Şekil 4.3.2.1. Depolama süresince örneklerdeki TBA değişimi	31
Şekil 4.3.3.1. Depolama süresince örneklerdeki TMA değişimi	32
Şekil 4.3.4.1. Gruplar arası pH değişimi	33
Şekil 4.4.1. Depolama süresince toplam mezofil aerob bakteri değişimi	34
Şekil 4.4.2. Depolama boyunca toplam psikrofil aerob bakteri sayısı değişimi	35

ÇİZELGELER

	Sayfa
	No
Çizelge 2.4.1. Türkiye Biberiye İhracatı ve İthalatı (Miktar: Ton, Değer: 1000 \$) (Anonim, 2009)	10
Çizelge 3.2.5.1. Torry tat panel formu	26
Çizelge 4.1.1 Hamsi balığının kimyasal kompozisyon analiz sonuçları	27
Çizelge 4.2.1. Duyusal analiz bulguları	28
Çizelge 4.3.1.1. Depolama süresince örneklerdeki TVB-N değerleri (mg N/100 g)	29
Çizelge 4.3.1.2. TVB-N kalite değerleri	30
Çizelge 4.3.2.1. Depolama süresince örneklerdeki TBA değerleri (μ g MDA/g)	31
Çizelge 4.3.3.1. Depolama süresince örneklerdeki TMA değerleri (mg/100g)	32
Çizelge 4.3.4.1. Depolama süresince örneklerdeki pH değerleri	33
Çizelge 4.4.1. Depolama süresince örneklerdeki mezofilik bakteri sayısı değişimi	34
Çizelge 4.4.2. Depolama süresince örneklerdeki psikrofilik bakteri sayısı değişimi	35

KISALTMALAR LİSTESİ

µg	:	Mikrogram
µl	:	Mikrolitre
BHA	:	Butillenmişhidroksi anisol
BHT	:	Butillenmişhidroksi toluen
CB	:	İç organları çıkarılarak biberiye ekstraktında bekletilenler
CK	:	İç organları çıkarılarak işleme tabi tutulmayan kontrol grubu
FFA	:	Free Fatty Asids (Serbest yağ asitleri)
M	:	Molarite
N	:	Normalite
NB	:	İç organları çıkarılmadan biberiye ekstraktında bekletilenler
NK	:	İç organları çıkarılmadan işleme tabi tutulmayan kontrol grubu
nm	:	Nanometre
PG	:	Propil gallat
PV	:	Peroxide value (Peroksit değeri)
TBA	:	Tiyobarbütirik Asit
TBHQ	:	Tert-butilhidroquinon
TMA	:	Trimetilamin Azot
TVB-N	:	Toplam Uçucu Bazik Azot

1. GİRİŞ

Yaşamın en temel gereksinimlerinden biri olan beslenme, anne karnındaki bebeğin sağlığından, yaşlılık dönemindeki kişinin sağlığına kadar tüm yaş gruplarını ve yaşam kalitelerini etkileyen en önemli faktördür (Anonim, 2010).

Bir insanın günlük alması zorunlu olan 50g hayvansal proteinin kasaplık hayvanlardan ve diğer tüketilebilen kara hayvanlarının etinden sağlanması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle protein açığının büyük bir bölümünün başta balık olmak üzere su ürünlerinden karşılanması bir zorunluluk halini almıştır (Duyar, 2000).

Balık, sindirimi kolay ve besin değeri yüksek bir gıdadır. Balık ve diğer su canlıları yüksek miktarda protein %17–20, mineral (kalsiyum, demir, selenyum, çinko vb.), vitamin (A, B3, B6, B12, D, E) ve doymamış yağ asitleri içerirler (Sidhu, 2003). Bu yağ asitleri sıvı haldedir ve insan hayatı için çok değerlidir. Balık yağları içerdikleri linoleate tipi (n–6) ve linoleniate tipi (n–3) adlı iki tip yağ asidi ile insan diyeti için gereken besin bileşenlerini karşıladıklarından çok değerlidirler. Doymamış yağ asitleri kısa zamanda oksitlenirler. Bu oksitlenme balık tadında acılaşıma şeklinde kendini gösterir ve balıktaki yağların acılaşması bozulma çeşitlerinden biridir (Özyılmaz, 2007).

Gıdalarda bozulma kimyasal reaksiyonlarla veya fiziksel hasarlarla meydana gelir. Ancak bozulmanın en önemli sebebi mikrobiyal gelişme ve bu gelişme sonrası meydana gelen aminler, sülfidler, alkoller, aldehitler, ketonlar ve organik asitlerdir. Bu organik asitler bozulmuş balıkta kötü kokuların oluşmasına sebep olurlar (Gram ve Dalgard, 2002). Üretilen gıdaların %25'ine yakın kısmının hasat sonrası mikrobiyal gelişme sonucu bozulduğu tespit edilmiştir (Baird-Parker, 2000). Gıdalardaki bu tür bozulma, hem ekonomik açıdan maddi zarara sebep olur hem de insan sağlığına zarar verir. Kesimlerde ve gıda üretim tekniklerinde modern gelişmeler olmasına rağmen gıda güvenliği, önemi gittikçe artan halk sağlığı konusudur. Dünya genelinde 2000 yılında yaklaşık iki milyon insanın ishal hastalığından öldüğü, endüstrileşmiş ülkelerde insanların %30'u kadarının gıda kaynaklı bir hastalıktan acı çektiği belirlenmiştir (WHO, 2002).

Balıklarda bozulma ise otolitik, oksidatif ve bakteriyel aktivite sonucu oluşur. Ancak, taze balık etlerinde otolitik aktivite ve pH, kırmızı etlere kıyasla daha hızlıdır. Bu nedenle taze balık ve diğer deniz ürünleri, gerek otolitik ve gerekse bakteriyel bozulmaya, kırmızı etlere oranla daha duyarlıdır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Oksidasyon, yağların bozulmasından sorumlu temel faktörlerden biridir. Lipit

oksidasyonu gıdaların rengini, lezzetini, tekstürünü ve besin değeri gibi kalitesini olumsuz yönde etkileyen, istenmeyen ürünlerin oluşmasına yol açan bir reaksiyondur. Lipitlerde ve yağ içeren gıda maddelerinde oksidasyon, tat ve koku bozulmalarına neden olmaktadır. Aynı zamanda oksidasyon sırasında oluşan tepkime ürünlerinin insan sağlığı açısından tehlike oluşturduğu ve karsinojenik maddelerin oluştuğu ileri sürülmektedir (Kayahan, 2003).

Canlı balığın sindirim sistemi, gıdayı sindirmek için rol oynayan enzimler salgılar. Balık öldükten sonra ters yönde bir etki oluşur ve bu enzimler salgılanmaya devam edilir. Bu enzimler balığın mide ve barsak duvarlarını parçalar. Bu da balığın bozulmasına sebep olur. Balık öldükten sonra enzimlerin çalışma hızı balığın yakalandığı ortama, hava sıcaklığına, avlanmada kullanılan malzemelere, avlanma tekniğine ve beslenmenin dorukta olduğu döneme bağlı değişiklikler gösterir (Öksüz, 2001). Balık öldükten sonra dokulara giden oksijen kesilir Bunun sonucunda balığın metabolik aktiviteleri için gerekli olan enerji anaerobik yolla sağlanır. Anaerobik metabolizma sonucunda glikojen laktik aside parçalanır ve kasta laktik asit birikmesi sonucunda kasın pH'sı düşer. Kasta glikojenden başka bir diğer enerji kaynağı ise kreatin fosfattır. Kreatin fosfatın %60'ı kaybolduktan sonra ette mevcut olan diğer bir enerji kaynağı olan ATP ise ADP'ye dönüşerek kas dokusunda bir kasılmaya neden olur. ATP miktarının en az düzeye indiği ve pH değerinin minimuma düştüğü sırada adale kasılması en yüksek düzeye ulaşarak rigor-mortis (ölüm sertliği) oluşur (Gökoğlu, 2002). Rigor-mortis süresi bazı faktörlere göre değişir, ortalama 1–3 saat olup uygulanacak tekniklerle bu süre bir kaç güne uzatılabilir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Rigor-mortis boyunca eti kasan enerji serbest kalarak et proteinlerini birbirinden ayırır. Böylece et yumuşar. Bu periyoda rigor-mortis sonrası dönem denir (Grigorakis ve ark., 2003). Rigor-mortisten sonra etlerin yumuşamaya başladığı andan, bakteri faaliyetlerinin başlayarak etlerin kokuşmaya başladığı ana kadar meydana gelen değişimler balık etinde otoliz adı verilen bir süreçte gerçekleşir. Otoliz süreci sonucu büyük moleküllü organik bileşikler gerek balığın bünyesinde var olan enzimler gerekse bakterilerin ürettiği enzimler tarafından parçalanarak küçük moleküllü bileşiklere dönüşür. Bir üründe bakteri faaliyetinin başlaması kokuşma başlangıcı olarak kabul edilir. Kokuşma bozulma belirtisidir ve tazeliğin bittiğini gösterir (Gökoğlu, 2002).

Balık yakalandıktan sonra otoliz sürecinin başlangıcına kadar taze kabul edilir. Su ürünlerinde tazelik kontrolü duyuşsal, fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik

yöntemlerle yapılmaktadır. Tazelik kontrolünde bunlardan biri veya bir kaç kullanılabılır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Su ürünleri insan sağlığı açısından büyük önem taşımakla beraber çok sınırlı raf ömrüne sahip, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmanın hızlı seyrettiği hassas gıda maddelerindedir (Ludorff ve Meyer, 1973; Gram ve Huss, 2000; Özyılmaz 2007). Su ürünlerinin daha uzun süre muhafaza edilebilmesi için tuzlama, kurutma, dumanlama, marinasyon gibi teknikler geliştirilmiş, sterilizasyon gibi yüksek sıcaklık uygulamalarından faydalanılmıştır. Ancak bu işleme ve muhafaza tekniklerinin hepsi de taze ürünün karakteristik özelliklerini kaybetmesine neden olmaktadır. Taze tüketimi tercih eden tüketiciye sağlıklı ve daha uzun dayanım ömrüne sahip ürün sunabilmek için sıklıkla tercih edilen yol soğukta buz içinde muhafazadır (Tülsner, 1994; Erkan, 2003).

Başka bir yöntem ise gıdalara koruma amaçlı antimikrobiyal ya da antibakteriyel madde ilavesidir (Altuğ, 2001). Gıdaları korumak amaçlı ilave edilen bu maddeler sentetik veya doğal katkı maddeleri olabilir. Sentetik antioksidanlar muhtemel yağ oksidasyonunu engellemede ve gıdadaki yağ içeriğini stabilize etmede yaygın bir şekilde kullanılır. Fakat sentetik katkı maddeleri gıda sektöründe kullanılmaya başlandığından beri bu kimyasalların güvenilirliği ve yeterliliği hakkında bir takım sorular akla gelmektedir (Dapkevicius ve ark., 1998). Gıdalarda kullanılan yapay koruyucu maddelerinin insan sağlığı açısından istenmeyen muhtemel olabilecek etkileri dolayısı ile tercih edilmemektedir (Tassou ve ark., 1995). Batı toplumunun oluşturduğu “Yeşil Tüketiciler Hareketi” katkı maddeleri içeren ürünlere karşı daha az istek duymaktadırlar (Tuley De Silva, 1996; Smitd ve Gorris, 1999).

Kimyasal katkı maddelerine karşı duyulan bu isteksizlik akla antioksidan ve antimikrobiyal etki gösteren ama kimyasal olmayan koruyucu maddeleri getirmektedir. Bu tanıma uyan baharatların antiseptik ve antimikrobiyal özellikleri çok eski çağlardan beri bilinmektedir (Altuğ, 2001). Ayrıca, tüketicilerin daha çok sağlıklı, kaliteli, doğal ve taze balık ürünlerine karşı talep göstermesi (Anonim, 2010), doğal antioksidanların üretimi ve başta gıda sektörü olmak üzere endüstriyel kullanımı ile ilgili çalışmaların artmasına neden olmuştur. Yapılan birçok çalışmada doğal antioksidanların lipid oksidasyonunu önlemede önemli bir etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Nakatani ve İnatani, 1981; Akhtar ve ark., 1998). Son zamanlarda doğal ürünlerle tedavinin yeniden güncel hale gelmesi bitkilere ve oldukça etkili bir grup oluşturan baharatlara ilgiyi arttırmıştır (Akgül, 1993).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Su Ürünlerinde Kalite ve Kalite Değişimleri

Balık ve balık ürünlerinin kalitesinin belirlenmesi için balığın tazeliği temel ve önemli bir kriteridir (Rodríguez ve ark., 2004). Aquatik gıda ürünleri ölüm sonrası biyokimyasal ve mikrobiyal yıkım ile kalitesini kaybeder (Ólafsdóttir ve ark., 1997). Post mortem süreçte balıkta meydana gelen karakteristik değişimler balığın duyuşal özelliklerine, kimyasal kompozisyonuna, balık türüne, depolama şekline bağılı olarak değışiklik gösterebilir (Huss, 1988; Tülsner, 1994). Balık avlandıktan sonra kalite kaybının azaltılması ve geciktirilmesi için buz içinde buzdolabı sıcaklığında saklanmalı ve buz içinde transferi yapılmalıdır (Rodríguez ve ark., 2005).

İçerdikleri yüksek orandaki doymamış yağ asitleri ve uygun protein içeriğıyle değıerli bir gıda maddesi olan su ürünleri fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulma etkenlerinden kolaylıkla etkilenen hassas gıda grubunu oluşturur (Tülsner, 1994). Ürünün istenilen özelliklerini kaybederek kalite kaybına uğraması ve tüketilmeyecek hale gelmesi bozulma olarak ifade edilir (Varlık ve ark., 2007). Balık ve balık ürünlerinin dayanımını hammaddenin başlangıç kalitesi ve depolama sıcaklığı önemli düzeyde etkiler. Bozulmanın hızını etkileyen faktörlerin başında sıcaklık gelir, bunun yanında avlanma tekniğine, kültür şartlarına, gonad ve kaslarda meydana gelen mevsime bağılı biyokimyasal değışiklere ve türün özelliğine göre bozulma hızı değışim gösterir (Aksnes ve Brekken, 1988; Haaland ve ark., 1990; Shahidi, 1994). Su ürünlerinde kalite değışimleri, duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değışimleri olarak sınıflandırılır (Varlık ve ark., 1993).

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde severek tüketilen taze hamsi balıklarının kalitesini ve raf ömrünü sağılıklı ve güvenli şekilde uzatmada biberiye ekstraktının kullanılabilirliğini belirlemektir.

2.1.1. Duyusal Kalite Değişimleri

Otolitik ve mikrobiyal bozulmayla paralel olarak meydana gelen görünüş, renk, tekstür, koku ve tat oluşmuş değişimler duyusal değişimlerdir (Varlık ve ark., 2007). Su ürünlerinde ölüm sonrası oluşmuş değişimleri belirlemede duyusal tazelik değerlendirmesi, belli kalite dereceleri baz alınarak koku, görünüş, tat ve dokunma duyularının kullanımıyla tespit edilir. Taze su ürünlerinin kendine has renk, doku, koku ve lezzet gibi duyusal özelliklerinde ölüm sonrası meydana gelen bu değişimler tazelik kaybının göstergesidir. Su ürünlerinde bu değişim rengini kaybetme ve opaklaşma şeklinde görülür. Duyusal bozulma dokuda; yumuşama, kokuda; su ürünlerinin kendisine has deniz kokusunun azalması ve lezzette tipik tadın kaybolmasıyla olur (Sikorski ve ark., 1990).

Duyusal analiz sonuçları su ürünlerinin tazeliğinin ve kalitesinin belirlenmesinde kimyasal ve fiziksel analiz metotlarının yanı sıra insan duyularının hepsinin kullanıldığı en önemli kalite kriterlerinden biridir (Botta, 1994).

2.1.2. Fiziksel Kalite Değişimleri

Avdan hemen sonra yoğun depolamadan dolayı ezilme, rüzgâr ve güneşe bağlı olarak meydana gelen yüzey kuruması su ürünlerinde duyusal olarak da tespit edilen fiziksel kalite kayıplarının başında gelir. Bu fiziksel değişimler kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmanın tetikleyicisi olabilir. Fiziksel kayıplar ilerlemiş duyusal kalite değişimleri olarak da karşımıza çıkar (Erkan, 2003). Balıkta tazeliğin azalması ile sonuçlanan fiziksel değişimlerin temelde yapı ve renkli olduğu bildirilmiştir. Balık kasında ölüm sonrasında mikrobiyal ve otolitik değişimler yumuşama ve elastikiyet azalması ile sonuçlandığı ve oluşmuş sert ve kuru yapının doku ölçüm cihazları ile tespit edilebileceği bildirilmiştir. Balık öldükten sonra hücre zarlarının zarar görmesi sebebiyle elektrik iletkenliğinin azalmasından yararlanarak tazelik kontrolü yapılabileceği, balık kasına uygulanan anot ve katot iletimi ve kapasitesinin ölçülmesi olarak bildirilmiştir. Spektroskopik yöntemlerle balık tazeliğinin belirlenmesinde, balık kasının farklı bileşenlerinin ışığı değişik şekillerde emmesi/soğurması tespitinde de optik ölçümler kullanıldığı bildirilmektedir (Çaklı, 2007).

2.1.3. Kimyasal Kalite Değişimleri

Su ürünlerinde ölümden hemen sonra meydana gelen kimyasal değişim rigor mortisten sonra enzimatik faaliyetler sonucu oluşan otolizdir. Otolizde etkin rol oynayan enzimler arasında proteolitik karakterli tripsin ve amilaz sayılabilir. Otoliz ve onu izleyen süreçte balıklarda ve diğer su ürünlerinde öncelikle kendi vücut enzimlerine bağlı reaksiyonlardan ve mikroorganizmaların metabolik aktivitelerinden, oksidasyon gibi kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan değişimler gözlenir. Bu değişimler sırasında meydana gelen kimyasal maddelerin izlenmesiyle su ürünlerinin kalitesi konusunda karar verilir. Soğutulmuş su ürünlerinin kalitesini genellikle istenmeyen biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlardaki artış ve mikroorganizmaların bozulma faaliyetleri etkilemektedir. Su ürünlerinin kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyal florası yaşadıkları bölgeye, türe ve mevsimlere göre değişiklik gösterir (Sikorski ve Pan, 1994).

pH da kimyasal değişimleri izlemede kullanılan bir parametredir. Ölümden hemen sonra rigor mortisle düşen pH değeri, otoliz ve bakteriyel faaliyetlerle ortamın artan alkali seviyesine bağlı olarak yükselmeye başlar. Balıklarda ölüm sonrası pH değerinde meydana gelen değişimleri kaslardaki glikojen seviyesi ve av şekli gibi faktörler etkiler. Depolama çalışmalarında pH mutlaka diğer kalite parametreleriyle birlikte değerlendirilmelidir (Tzikas ve ark., 2007).

Su ürünlerinde diğer bir kimyasal bozulma ise acımsı ekşimiş tadın gelişmesine neden olan yağ bileşiklerinin oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Bunun nedeni su ürünlerinin yüksek miktarda doymamış yağ asitlerini bünyesinde içermesidir. Bu da su ürünlerini oksidatif reaksiyonlara ve acılaşmaya daha müsait yapmaktadır (Huss, 1994).

2.1.4. Mikrobiyolojik Kalite Değişimleri

Su ürünleri diğer protein içerikli gıdalara göre daha hassas olduklarından, tat, doku, koku ve renginde meydana gelen değişimler tazelik veya bozulmuşluk seviyesi hakkında bilgi verir. Bu değişimler temelde mikrobiyal aktiviteyle ilgili olduğundan su ürünlerinin mikro florası sucul ortam ile ilişkilidir. Suyun besin içeriği, su sıcaklığı, suyun bakteri yükü, tuzluluk, av metodu ve soğutma şartları da mikro florayı etkiler. Su ürünlerinin büyük çoğunluğunun mikro florası, soğukta muhafazada inhibe olmayan sıcakkanlı memelilerin normal mikroflorası ile aynıdır. Sağlıklı bir balıkta et sterildir, mikroorganizmalar deri, solungaç, mide ve bağırsak sisteminde mevcuttur (Gram ve Huss, 1996). Su ürünleri kendi bakteriyel floralarının yanı sıra avdan sonra, işlenme

esnasında hızlı bir şekilde kontamine olmaktadır. Soğukta muhafaza edilen balık ve balık ürünlerindeki baskın bakteri grubu mezofilik ve psikrofilik karakterli *Pseudomonas* spp., *Shewanella putrefaciens*, *Moraxella* / *Acinetobacter* ve *Aeromonas*'tır (Gram ve ark., 1987; Ashie ve ark., 1996; Feldhusen, 2000). Mikrobiyal bozulma gıdanın, orijinal tat, koku ve görüntüsünü kaybetmesiyle kendini gösterir (Yıldırım, 2004).

2.2. Antioksidanlar ve Genel Özellikleri

Antioksidanlar, besinlerde doğal olarak bulunduğu gibi sentetik olarak da üretilerek besinlere ilavesi halinde, otoksidasyondan kaynaklanan ve onların renk, koku ve tatlarında meydana gelen bozulmaları önlemek için de katkı maddesi olarak kullanılabilir. Antioksidan grubu katkı maddeleri, gıda sanayiinde bitkisel ve hayvansal yağ içeren maddelerin üretimi, taşınması ve pazarlanması sırasında meydana gelecek otoksidasyondan kaynaklanan zararları önlemede en önemli katkı maddeleridir (Sezgin, 2006).

Antioksidanlar; doğal ve sentetik olarak iki gruba ayrılarak incelenir. Doğal antioksidanlar, besinlerde var olan ve onların bozunma, eksime, renk değiştirme gibi reaksiyonlarını önleyen maddelerdir. Sentetik antioksidanlar yapay olarak elde edilerek besinlere eklenir (Sezgin, 2006). Lezzet vermek amacıyla sentetik ürünlerin yerine doğal bileşiklerin kullanımı yönünde giderek artan ilgi, doğal bileşiklerin kaynağı olan aromatik bitkiler için büyük bir talep oluşturmuştur. İnsanlık tarihi kadar eski olan baharatlar; diğer adıyla aromatik bitkiler, ilk olarak hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Daha sonraları dini törenlerde ve koku maddelerinin üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Gıdaları koruma, lezzet vererek iştah açıcı hale getirme ve diğer kullanımlarla beraber kullanım alanı gelişmiştir (Akgül, 1993).

Ticari olarak kullanılan en önemli antioksidanlar, tert-butilhidroquinon (TBHQ), propil gallat (PG), butillenmişhidroksi toluen (BHT) ve butillenmişhidroksi anisol (BHA)'dur. Son yıllarda, bu tür sentetik gıda katkı maddelerinin güvenilirliklerinin test edilmesi için çok ciddi çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Araştırmalar sonucunda BHT ve BHA gibi yaygın olarak kullanılan antioksidanların toksik aktiviteye sahip olduğu ve insanlar için kanserojen etki gösterdiği saptanmıştır (Torre ve ark., 2001; Yingming ve ark., 2004; Suja ve ark., 2004). Ayrıca, Avrupa pazarlarında TBHQ gibi bazı antioksidanların kullanımı yasaklanmıştır (Nakatani ve Inatani, 1981).

BHT, BHA gibi bilinen sentetik antioksidanların toksik etkilerinin ortaya çıkması ile birlikte doğal antioksidanlara karşı talepler artmıştır (Cuvelier, 1996; Durling ve ark., 2007). Ayrıca, tüketicilerin daha çok sağlıklı, kaliteli, doğal ve taze balık ürünlerine karşı talep göstermesi (Anonim, 2010), doğal antioksidanların üretimi ve başta gıda sektörü olmak üzere endüstriyel kullanımı ile ilgili çalışmaların artmasına neden olmuştur.

2.3. Aromatik Bitkilerin Antioksidan Özellikleri

Doğada yetişen 300'e yakın bitki familyasının yaklaşık üçte biri uçucu yağ içermektedir. Aromatik bitkilerin antioksidan aktivitesi yapılarındaki fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Skerget ve ark., 2005). Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoidler, fenolik asitler ve fenolik terpenlerdir (Javanmardi ve ark., 2003). Flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler çoğunlukla bitkinin yaprak, çiçek ve odunsu kısımlarında bulunmaktadır (Kähkönen ve ark., 1999). Aromatik bitkilerin kimyasal bileşimi birçok etmene bağlı olarak farklılık gösterdiğinden, antioksidan etkileri de değişebilmektedir (Akgül ve Ayar, 1993; Javanmardi ve ark., 2003). Türkiye'de yetişen ve yetiştirilen 31 çeşit aromatik bitkinin antioksidan etkisini ayçiçeği yağında inceleyen Akgül ve Ayar (1993), en güçlü antioksidan etkiye biberiyenin sahip olduğunu ve bunu sırasıyla adaçayı, sumak, kekik, mercanköşk ve zahterin takip ettiğini belirlemişlerdir.

2.4. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Eski Yunan ve Romalılar tarafından çok iyi bilinen biberiye, hem mutfakta hem de tıbbi tedavi amaçlı olarak kullanılmıştır. Ayrıca "bağlılık" sembolü olarak kabul edilmiş ve düğün törenlerinde gelin tacına takılmıştır. Terapi etkisi antik çağlardan beri bilindiğinden, hasta odalarında yakılmak suretiyle havanın temizlenmesinde kullanılmıştır (Kırpık, 2005). Yurdumuzda doğal olarak yetişen biberiye; kuşdili, hasalban, akpüren (*Rosmarinus officinalis* L.) adlarıyla da bilinen tıbbi, aromatik bir bitki türüdür. Biberiye 50-100 cm boyunda, çalı görünümünde, kış aylarında yaprağını dökmeyen, çiçekleri soluk mavi renkli, çok yıllık bitkidir (Şekil 2.4.1).



Şekil 2.4.1. Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) genel görünüşü (orijinal)

Genellikle maki florası içinde bulunan bu tür Güney ve Kuzey Anadolu ve adalarda yaygın olarak yetişir. Mersin ve Adana yöresinde maki florası içinde, orman içi boşluklarda, tarla ve üzüm bağı kenarlarında, özellikle de koruma altındaki ağaçlandırma sahaları içinde yayılış göstermektedir (Kırpık, 2005). Çanakkale (Erenköy), İçel (Tarsus), Yüreğir (Mustafalar Köyü) ve Hatay (İskenderun)'da süs bitkisi amacıyla yetiştiriciliği yapılmaktadır. Akdeniz makiliklerinde doğal olarak bulunan biberiye, Dünya'da Fransa'nın güney bölgesinden başlayarak, ülkemizin de dahil olduğu bir kuşak üzerinde ve Afrika'nın kuzeyinde yer alan ülkelerden Tunus ve Cezayir kıyılarında, doğal olarak yayılış göstermekte olup, Akdeniz ülkeleri ile ABD ve İngiltere'de üretilmektedir ve süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Aysel, 2008 ; Anonim (1987) 'den). Biberiye, Akdeniz kıyısında, kalkerli tepelerde, sürekli yeşil kalan, doğal olarak yetişebilen çok yıllık bir bitki olup, karakteristik özelliği 1.8 m, linear dizilişli ve dar yapraklı bir bitkidir.. Biberiye, 9–28°C'de, 4.5–8.7 toprak pH'sında, kayalıktan kumlu topraklara kadar toleranslı olarak yetişebilmekte, kış sonu ve ilkbahar başlarında çiçeklenebilmekte, ciddi hastalık ve zararlısı olmamakta birlikte sert kış koşullarına dayanmamaktadır. Kültürü yapılarak veya doğal floradan yılda bir veya iki kez hasat edilebilmektedir (Simon ve ark., 1984). Biberiyenin bileşimindeki uçucu yağdan dolayı hoş aroması nedeniyle, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde yaygın olarak kullanılan baharatlardan biridir. Biberiye, kozmetik endüstrisinde kolonya, losyon ve şampuan yapımında da kullanılmaktadır. Ayrıca, biberiyenin güçlü bir antioksidan

aktiviteye sahip olduğu da bildirilmektedir (Banyai ve ark., 2003). Biberiyede bulunan önemli antioksidan aktivite fenolik diterpenlerden; karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asitten ileri gelir (Aysel, 2008; Anonim (2003)'den). En güçlü antioksidan etkiye ise karnosik asit sahiptir ve bu etki yaklaşık karnosoldan üç kat, BHT ve BHA'dan yedi kat daha fazladır (Richheimer ve ark., 1996).

Ülkemiz birçok bitkinin dış satımını yaparken, aynı zamanda birçok bitkinin de dış alımını gerçekleştirmektedir. Dış alımı yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler incelendiğinde, bunların aynı zamanda ihraç ürünümüz olan bitkiler olduğu görülmektedir (Çizelge 2.4.1).

Çizelge 2.4.1. Türkiye Biberiye İhracatı ve İthalatı (Miktar: Ton, Değer: 1000 \$) (Anonim, 2009)

	2004		2005		2006		2007		2008	
	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer
İhracat	453	856	505	1478	576	1.152	432	1.019	573	1.588
İthalat	380	326	350	311	426	385	387	375	554	613

2.4.1. Biberiyenin Kimyasal Özellikleri

Biberiye yağının başlıca bileşenleri, %20 α -pinen, %20 1.8 cineol, %18 kafur, %7 kamfen, %6 β -pinen, %5 borneol, %5 mirsen, %3 bornil asetat, %2 α -terpineoldür (Bayrak, 2006).

Biberiye ekstraktının antioksidatif özelliklere sahip olduğu, bu konuda BHA ve BHT ile kıyaslanan, doğal bir antioksidan kaynağı oluşturduğu vurgulanmaktadır (Tewari and Virmani, 1987).

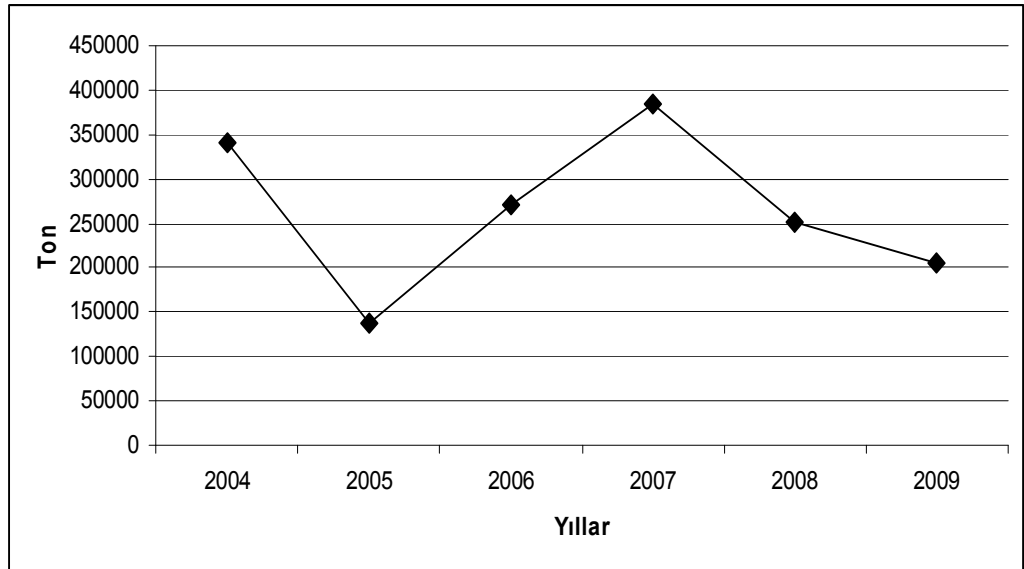
Uçucu yağı, 1.8 cineol, alfa-pinen, kamfor, bornil asetat, kamfen, linalol, limonen, borneol, mirsen, terpineol ve karyofillen içerir. Bitki ve ekstraktları antibakteriyel ve antioksidan etkili olup, yağ ve et kalitesinin korunmasında da kullanıldığı belirtilmektedir (Simon ve ark., 1984).

2.5. Türkiye Hamsi Balığı (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) Üretimi

2009 yılı su ürünleri üretimi bir önceki yıla göre %3.58 azalarak yaklaşık 623 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin yaklaşık %61.12'si deniz balıklarından, %7.13'ü diğer deniz ürünlerinden, %6.29'u içsu ürünlerinden ve %25.47'si yetiştiricilikten elde edilmiştir (TUİK, 2010).

Avcılıkla yapılan üretim 464 462 ton, yetiştiricilik üretimi ise 158 729 ton olarak gerçekleşmiştir. Avcılığı yapılan deniz ürünleri üretim miktarı bir önceki yıla göre %6.14 oranında azalarak yaklaşık 425 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Deniz ürünleri üretiminde ilk sırayı %57.81'lik oran ile Doğu Karadeniz Bölgesi almıştır. Bunu %15.89 ile Batı Karadeniz, %11.15 ile Ege, %8.28 ile Marmara ve %6.87 ile Akdeniz Bölgeleri izlemiştir.

Deniz balıkları içinde önemli olan türlerden hamsi balığı %18.67 oranında azalarak yaklaşık 205 bin ton avlanmıştır. Bu miktarın iç tüketim için avlanılan miktarı %26.58 oranında azalarak yaklaşık 115 bin ton, balık unu fabrikalarına gönderilen miktar ise %5.78 azalarak 90 bin ton olmuştur (TUİK, 2010).



Şekil 2.5.1 Yıllara göre hamsi av miktarı (TUİK, 2010)

2.6. Hamsi Balığının Sistematikteki Yeri ve Özellikleri

Akşiray (1987), hamsi balığının sistematikteki yerini aşağıdaki şekilde göstermiştir;

Phylum: Vertebrata

Subphylum: Pisces

Supclassis: Gnathostomata

Classis: Osteichthyes

Ordo: Clupeiformes

Subordo: Clupeidae

Family: Engraulidae

Genus: *Engraulis*

Species: *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758).



Şekil 2.5.2 Hamsi balığının genel görünüşü (orijinal)

Ülkemiz balıkçılığında en önemli yeri hamsi balığı alır. Denizlerimizde *Engraulis encrasicolus maeticus* (Azak-Doğu Karadeniz Hamsisi) ve *Engraulis encrasicolus ponticus* (Batı Karadeniz Hamsisi) olmak üzere iki alt türü bulunmaktadır. Genel olarak hamsinin sırt tarafı yeşil-mavi veya siyaha yakın koyu mavidir. Yan taraflarında boyuna şerit mevcuttur. Karın tarafı ise parlak gümüşüdür. Vücut sathındaki bu renkler yaz aylarında daha açık kış aylarında ise daha koyudur. Hamsilerin ortalama boyları 12 cm ve ortalama ağırlıkları 16 g yaşadığı ortam şartları

uygun olduğunda 18 cm boya ulaşabilmektedir. Pelajik balıklardır. Hamsi 1. yaşın sonunda cinsi olgunluğa ulaşmaktadır. Hamsiler omnivor beslenme özelliği göstermektedirler (Duman, 2006), küçük zooplankton ve fitoplankton türleri ile copepoda, cirripedia ve mollusca larvaları ile beslenirler ve besin tüketimleri yazın en yüksek düzeydedir (Çelikkale 1988; Kayalı (1988)'den; Genç 2007).

2.7. Literatür Özeti

Baharatların doğrudan gıda ortamında kullanımını hakkında literatürde yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ancak baharatların esansiyel yağları veya ekstraktları kullanılarak antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin ölçüldüğü çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda esansiyel yağların çalışma mekanizmaları, özelliklerinden dolayı balık veya diğer gıdaların muhafazasında kullanımını ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları;

Rac ve Ostric (1955), ilk defa biberiye yaprakları ekstraktlarının antioksidan özellikte olduklarını belirtmişlerdir.

Bracco ve ark. (1981), biberiye ekstraktlarının antioksidan aktivitesini diterpen olan karnosol ve karnosik asitten ileri geldiğini bildirmiştir. Buna ilave olarak rosmanolünde yüksek derecede antioksidatif etkisi olduğu bildirilmektedir (Nakatani ve Inatani, 1981).

Simon ve ark. (1984), bitki ve bitki ekstraktlarının antibakteriyel ve antioksidan etkiye sahip olduğunu, yağ ve et kalitesinin korunmasında kullanıldığını bildirmişlerdir.

Antioksidanlar, otoolside olabilir materyallerin oksidasyon başlangıcını geciktiren veya oksidasyon hızını azaltan maddeler olduğu bildirilmiştir. Gerek sentetik ve gerekse doğal yüzlerce bileşiğin antioksidan özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Nawar, 1985).

Dziezak (1986), Amerika Birleşik Devletlerinde “Food and Drug Administration” kuruluşu tarafından antioksidanlar, “acılaşmayı, bozulmayı ve renk bozukluğunu geciktirerek gıdanın korunması amacıyla kullanılmasına izin verilen maddeler” olarak bildirilmiş ve 1947 yılından beri yağları stabilize etmek amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir.

Biberiye ekstraktının antioksidatif özelliklere sahip olduğu ve bu konuda BHA ve BHT ile kıyaslanan doğal bir antioksidan kaynağı olduğu vurgulanmaktadır (Tewari ve Virmani, 1987).

Baharatlar, şifalı otlar, kakao kabukları, kahve çekirdekleri, yulaf, çay, fasulye, bakla, bezelye, domates, kızılıçık, sebzeler (özellikle soğan ve biber), zeytin yaprağı ve soya fasulyesi gibi bitkisel ürünlerde etkin antioksidan etki olduğu bildirilmiş ve ticari açıdan en fazla ümit verici olanların biberiye ve yulaf ekstraktları olduğu belirtilmiştir (Sherwin, 1990).

Akgül ve Ayar (1993), Türkiye’de yetişen ve yetiştirilen 31 çeşit aromatik bitkinin antioksidan etkisini ayçiçeği yağında incelemiş en güçlü antioksidan etkiye biberiye’nin sahip olduğunu ve bunu sırasıyla adaçayı, sumak, kekik, mercanköşk ve zahterin takip ettiğini belirtmişlerdir.

En güçlü antioksidan etkiye karnosik asit sahip olduğu ve bu etkinin yaklaşık karnosoldan üç kat, BHT ve BHA’dan yedi kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Richheimer ve ark., 1996).

Banyai ve ark. (2003), biberiye’nin güçlü bir antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Biberiyede bulunan önemli antioksidan aktivite fenolik diterpenlerden; karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asitten ileri gelir (Anonim, 2003).

Oluwatuyi ve ark. (2004), biberiye’nin güçlü antioksidan, antibakteriyel ve antimutajenik etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Aysel (2008), yaptığı çalışmada bazı bitkilerin ekstrakte edilmeden doğrudan kullanımıyla oda koşullarında depolamada iyi antioksidan aktivite gösterebileceklerini ortaya koymuştur.

Chang ve ark. (1977), vakum buhar distilasyonu yöntemiyle biberiyeden elde ettikleri ekstraktı renksiz, kokusuz doğal antioksidan olarak yemeklik yağlara eklemişlerdir.

Biberiye ekstraktları antioksidan içerikleri nedeniyle et ve et ürünlerinde kullanılmaktadır. Ham ekstraktların yeşil renkte, acı tatta ve biberiye kokusuna sahip olduğu bildirilmiştir (Lölinger, 1983). Birçok araştırmacı değişik et ürünlerinde yaptıkları çalışmalarda yağ oksidasyonunun yavaşlatılmasında biberiye’nin önemli bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir (Barbut ve ark., 1985; Stoick ve ark., 1991; Liu ve ark., 1992; Dang ve ark., 2001; Sebranek ve ark., 2005).

Liu ve ark. (1992), yaptıkları çalışmada domuz bifteklerine %0.5 oranında sodyum tripolifosfat ve %0.05 oleoresin biberiye ilave etmişler, çiğ biftekleri -30°C’de 8 ay ve pişirilmiş ürünleri de 4°C’de 8 gün süre ile depo etmişlerdir. Araştırmacılar depolama boyunca lipid oksidasyonuna paralel olarak örneklerin tiyobarbitürik asit

(TBA) değerlerinin arttığını ancak sodyum tripolifosfat ve oleoresin biberiye ilaveli örneklerdeki TBA artışının kontrol gruplarına göre daha az olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar lipid oksidasyonu sonucu oluşan bileşiklerden hekzanol oluşumunun antioksidan ilaveli örneklerde daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Wada ve Frang (1992), 30°C’de sardalya balığı (*Sardina pilchardus*, W., 1792) yağı ve dondurulmuş balıketi üzerine biberiye ekstraktı ile alfa-tokoferolu birlikte uygulamışlar, çalışma sonunda biberiye ekstraktı ve alfa-tokoferolun aralarında kuvvetli bir sinerjik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Vareltzis ve ark. (1997), biberiye ekstraktının, dondurularak muhafaza edilen istavrit (*Trachurus trachurus*, L. 1758) ve berlam balığı (*Merluccius merluccius*, L. 1758) fileto ve kıymalarının oksidasyonu büyük ölçüde geciktirdiğini saptamışlardır.

Lopez-Bote ve ark. (1998), -20°C’de 6 gün muhafaza edilen tavuk etlerinde, lipid oksidasyonunun önlenmesinde, biberiye ekstraktı ve α -tokoferolün aynı düzeyde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Akhtar ve ark. (1998), biberiye ekstraktının yüksek miktarda karnosik asit ve karnosol gibi fenolik diterpenik madde içerdiğini ve yaptıkları çalışmada biberiye ekstraktının dondurulmuş ve buzdolabında depolanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın depolanması süresince çok etkili bir antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir.

Turp (1999), tavuk köftelerinde askorbik asit, α -tokoferol+askorbik asit ve biberiye ekstraktı kullanımının köftelerin kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırıcı, 300 ppm biberiye ekstraktı, 500 ppm L (+) askorbik asit, 500 ppm askorbik asit + 200 ppm (+) α -tokoferol kullanarak tavuk köfteleri üretmiştir. Tavuk köftelerinin 4°C’de 7 gün depolanması sırasında en düşük TBA değerinin biberiye ekstraktı katkılı örneklerde olduğunu saptamıştır. Depolamanın 7. gününde tavuk köftelerinin duyusal değerlendirmesi sonucunda, en çok beğenilen biberiye katkılı örneklerin olduğu bildirilmiştir.

Trojakova ve ark. (2000), yaptıkları bir araştırmada kolza yağı oksidasyonuna karşı biberiye ekstraktının tokoferollere benzer bir antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Santana ve Mancini-Filho (2000), deneysel koşullarda alfa tokoferol, BHT ve biberiye ekstraktlarının balık filetoalarının yağ asidi kompozisyonuna etkisini araştırmışlar, çalışmanın sonucunda en etkili maddenin alfa tokoferol olduğu saptamışlardır.

Sanchez-Escalante ve ark. (2001), doğal antioksidan olarak taurin, karnosin, biberiye ve askorbik asit kullanılarak modifiye atmosferde paketlenen sığır köfteleri üzerine yaptıkları çalışmada oksidatif değişimleri incelemiştir. Araştırma sonunda, biberiyenin tek başına ve askorbik asitle beraber kullanıldığı köftelerde, TBA değerlerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, biberiye ve askorbik asidin beraber kullanıldığı ve biberiyenin tek başına kullanıldığı örneklerde, lipit oksidasyon oluşumunun diğer örneklere göre düşük olduğu saptanmıştır. Bu iddianın duyusal değerlendirme sonucu da desteklendiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Dang ve ark. (2001), biberiye, zencefil ve tarçının antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla domuz iç yağlarına sözü edilen baharatların uçucu yağlarını sırasıyla %1.50, %0.50 ve %1.00 oranında ve ekstraktlarını ise %0.10 oranında ilave etmişlerdir. İç yağlarındaki peroksit değerlerinin değişimini araştırmışlar, biberiyeli örneklerde peroksit değerleri daha düşük ve baharat ekstraktlarının daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip oldukları bildirmişlerdir.

Altuğ (2001), yaptığı çalışmada, defne yaprağı ve kekik baharatlarının *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella thyphimurium* ve *Staphylococcus aureus* mikroorganizmaları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonuçları, defne ve kekiğin test edilen bakteriler üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bu etki bakterilerin gelişmelerinin durdurulması şeklinde olmuştur. Ayrıca kekiğin inhibitif etkisinin daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Karaman ve ark. (2001), tarafından yapılan bir çalışmada ise 0.2–0.4 µl konsantrasyonlarında eklenen kekik uçucu yağlarının çalışılan birçok bakteri ve küfe karşı antimikrobiyal/antifungal etki gösterdiği ve 1.6 µl/ml oranında kekik uçucu yağının test edilen tüm mikroorganizmaların (*Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *Escherica coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Torulopsis holmii*, *Candida tropicalis*, *C. albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae*) besi yerindeki gelişimini engelleyici etkisinin olduğu ve kekik uçucu yağının önemli bir antimikrobiyal ve antifungal etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Djenane ve ark. (2002), çeşitli antioksidan çözeltilerine daldırılarak modifiye atmosferde (MA) paketlenip 1°C'de depolanmış taze sığır bifteklerinde yaptıkları çalışmada, C vitamini ile biberiye ve taumarin kombinasyonları örneklerin raf ömrünü 10 gün uzattığını ve biberiyenin, oksidasyonu geciktiren en etkili, α-tokoferolün ise en az etkili antioksidan olduğunu saptamışlardır.

Nassu ve ark. (2003), biberiyenin antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla keçi etinden üretilmiş fermente sosislere %0.025 ve %0.05 oranında biberiye ilave etmişler, lipit oksidasyonunun hemen ilk gün başladığını, bunun da oksidasyonun başlangıç aşamasında serbest radikalleri oluşmasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. İlk gün kontrol örneğinde TBA değeri 15 mg malonaldehit/kg bulunmuşken, %0.025 ve %0.05 oranında biberiye ekstraktı ilaveli örneklerde sırasıyla 10.5 mg malonaldehit/kg; 7.5 mg malonaldehit/kg olarak bulunduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar biberiye ekstraktlarının antioksidan etkilerinin depolama süresince devam ettiğini bildirmiştir.

Gimenez ve ark. (2004), ticari sıvı biberiye ekstraktını çipura (*Sparus aurata*) balığı filetosuna uygulayarak modifiye atmosfer pakette buzdolabı koşullarında depolamışlardır. Çalışma sonunda biberiye ekstraktının balığın raf ömrünü uzattığını belirlemişlerdir.

Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005), sardalya filetosuna biberiye ekstraktı ve soğan özütü uygulayarak -20°C'de depolama ile yapmış oldukları çalışmada TBA, FFA (serbest yağ asitleri), PV (Peroksit değeri) ve yağ asitleri kompozisyonu 5 ay boyunca araştırmışlardır. TBA, FFA ve PV oranlarının lipit oksidasyonu nedeniyle artış gösterdiğini, biberiye ekstraktının kontrol grubuna göre TBA, FFA ve PV düzeylerinde antioksidatif etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Soğan özütünün uygulandığı dondurulmuş sardalyanın raf ömrünü 3 ay uzattığı saptanmıştır. Biberiye ekstraktı ve soğan özütü uygulanan gruplar arasında yağ asidi kompozisyonu açısından bir fark olmadığı bildirilmiştir. TBA değerlerinin lipit oksidasyonu nedeniyle büyük bir artış gösterdiğini ve 3. aydan sonra TBA değerleri açısından muamele grupları arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirilmişlerdir.

Pazos ve ark. (2006), üzüm ve zeytinyağı yan ürünlerinden elde edilen fenolik bileşiklerin dondurulmuş istavrit (*Sarda australis*) balığı filetoları üzerine fizikokimyasal etkisini, sprey ya da glazeleme yöntemiyle uygulanan bileşiklerin antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda kontrol grubunda sırasıyla depolamanın 3 ve 5. gününde oksidasyona bağlı koku belirlenirken, üzümde elde edilen glazeleme ve sprey yöntemi uygulanan örneklerde, depolamanın sırasıyla 10 ve 13. günün de oksidasyona bağlı koku belirlenmiştir.

Ahn ve ark. (2007), doğal bitki ekstraktlarının ayçiçeği yağı üzerindeki antioksidan etkisini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda biberiye, brokoli filizi ve turunçgil gibi doğal bitki ekstraktlarının ayçiçeği yağının lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde engellediğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte biberiye ekstraktının, gıdalarda

lipit oksidasyonunu önlemesi amacıyla kullanıldığını ve son zamanlarda yapılan araştırmaların, ekstraktın içerisindeki aktif bileşiklerin izolasyonu ve identifikasyonu yönünde eğilim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Aysel (2008), biberiye ve mercanköşk bitkilerindeki antioksidan aktivite potansiyelini araştırdığı çalışmada, mercanköşk ve biberiye ilave edilmiş soya yağının hem oda koşullarında hem de 60°C'de yapılan testlerinde iyi bir antioksidan aktivite gösterdiklerini tespit etmiştir. Söz konusu antioksidan aktivitesinin oda sıcaklığında çok daha yüksek olduğu bildirmiştir. Aysel (2008), yapılan çalışmalara göre, lipitlerin otoksidasyonundaki tepkime hızı, kısmi oksijen basıncı, lipitin oksijenle temas ettiği yüzeyin genişliği, yağın bileşimindeki yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, sıcaklık ve nem gibi depolama koşulları ve içerdiği pro-ve antioksidanların etkinlik ve miktarına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

Kenar (2009), doğal antioksidanların balık filetolarındaki etkisini araştırdığı çalışmasında depolama sonunda TBA değerleri kontrol için 0.98 mg malonaldehit/kg, biberiye ve adaçayı için sırasıyla 0.66 mg malonaldehit/kg ve 1.14 mg malonaldehit/kg olarak bulmuştur. Biberiye ile muamele edilen sardalya filetolarının yağ asitlerinde en az oksidasyon meydana geldiği, hiçbir katkı maddesi içermeyen kontrol grubuna göre adaçayı grubunda oksidasyonun daha fazla gerçekleştiği bildirmiştir.

Erdem (2000), hamsi ve mezgıt (*Merlangius merlangus*, L. 1758) balıklarının buz ile muamele edilip buzdolabında saklanmasının kalite üzerine etkisinin geleneksel yöntemle karşılaştırılması konulu çalışması sonucunda hamsinin oda sıcaklığında 2, buzdolabında 4 gün, mezgıtın oda sıcaklığında 1, buzdolabında 3 gün yenilebilir kalitede olduğunu bildirmiştir. Çalışmasında, ilk gün TVB-N değerini 8.8 ± 0.87 mg/100 g, TBA değerini ortalama 0.81 ± 0.13 mg malondialdehit/ kg olarak bildirmiştir.

Gram ve Dalgard (2002), su ürünlerinin çoğunda meydana gelen bozulmalara mikroorganizmaların neden olduğu ve bu mikroorganizmaların bazılarının bozulmalar sonucu oluşan kötü kokulara sebebiyet verdiğini belirlemişlerdir. Su ürünlerinde bozulmaya neden olan mikroorganizmaları tanımak ve bu mikroorganizmaların gelişimleri hakkında bilgi edinmek su ürünlerinde raf ömrünü tahmin etmekte ve raf ömürlerinin nasıl uzatılabileceği konusunda fayda sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Erkan (2002), yapmış olduğu çalışmada kolyoz (*Scomber japonicus* H., 1782) ve kefal (*Mugil cephalus*, L., 1758) balıklarını fileto ederek farklı konsantrasyonlarda hazırlanan sodyum laktat ve propil galat solüsyonlarına daldırılmış ve streç film ile sararak 4°C'de bozulana kadar depolamıştır. Depolama boyunca kalitedeki değişim

incelenmiş ve bu katkı maddelerinin raf ömrünü uzattığını tespit etmiştir. Sonuç olarak taze balığın depolanmasında antimikrobiyal madde kullanımının raf ömürlerinde yaklaşık %30 oranında artış sağladığını bildirmiştir.

Harpaz ve ark. (2003), Asya levrek (*Lates calcarifer*) balığının raf ömrünü %0.05 kekik (*Thymus vulgaris*) ve oregano (*Origanum vulgare*) esansiyel yağı kullanarak buzdolabı şartlarında (0-2°C'de) 33 güne çıkarmışlardır. Toplam bakteri sayımlarında balık yüzeyinde 1.7×10^3 cfu/cm² ve balık filetosunda $<10^2$ cfu/g koruyucu kullanmadan bu oran hızla yükselerek 0-2°C de 33 gün sonra balık yüzeyinde 10^7 cfu/g ve balık filetosunda 10^3 cfu/g ya ulaşırken bu oran bitkisel eterik yağlar (kekik, origanum) kullanılarak aynı şartlarda balık yüzeyinde 10^5 cfu/g ve balık filetosunda $>10^2$ cfu/g olarak belirlemişlerdir. Böylece kekik esansiyel yağı %0.05'lik konsantrasyonlarda deniz levreklerinin (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) raf ömrünü 12 günden 0-2°C'de 33 güne uzatmış olduğu rapor edilmiştir.

Baygar ve ark. (2004), dondurma ve çözündürme işleminin balık kalitesi üzerine etkisi konulu araştırmalarında hamsi ve çinekop (*Pomatomus saltatrix*, L. 1766) balıklarının dondurup farklı şekillerde çözdürmüşlerdir. Hamsi balıklarının başlangıç TVB-N değerlerini 21.88 mg/100 g balıketi olarak tespit etmişlerdir.

Dadaloğlu ve Evrendilek (2004), bir kaç değişik tür esansiyel yağ ile birlikte Türk kekiği (*Origanum minutiflorum*) esansiyel yağını *E. Coli* 0157:H7, *L. monocytogenes*, *S. typhimurium* ve *S. aureus* üzerindeki inhibitör etkileri ve kimyasal kompozisyonlarını incelemişlerdir. Gıda kaynaklı bu patojenlere 0 (kontrol), 5, 10, 20, 30, 40, 50 ve 80 µl/ ml esansiyel yağ uyguladıktan sonra, canlı kalan hücreleri saymışlardır. Sonuçlar kullanılan esansiyel yağların test edilen bakterilere karşı oldukça güçlü antibakteriyel etkisi olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi analizleri Türk kekiği esansiyel yağında %68.23 oranında karvakrol olduğunu saptamışlardır.

Brut (2004)'un deneysel çalışma sonuçları göstermiştir ki; eterik yağların 0.2–10 µl⁻¹ seviyelerinde *L. monocytogenes*, *S typhimurium*, *E. coli* 0157:H7, *Shigella dysenteria*, *B. cereus* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobial etki göstermektedir. Karvakrol, timol ve ögono gibi birçok eterik yağ bileşenleri tanımlanmış; bunların 0.05–5 ml konsantrasyonlarında daha düşük etkide inhibitör etkisi gösterdiği ve gıdalarda etkili koruma için daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç olduğu saptanmıştır. Bu amaçla taze et, et ürünleri, balık, süt, süt ürünleri, sebzeler, meyveler ve pişirilmiş pirinç üzerinde yapılmış çalışmalar gıdalarda etkili bir antibakteriyel koruma sağlamak için 0.5-20 µg⁻¹

civarında ve yıkanan meyve ve sebzeler için 0.1–10 µl ml⁻¹ solüsyonun gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Mahmoud ve ark. (2004), sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) balıklarının (deri, solungaç ve iç organlar) mikroflorasını incelemişler ve sazanların raf ömrünü uzatabilecek antimikrobial aktiviteye sahip 9 çeşit esansiyel yağ bileşimini sazan balıklarından izole edilen bakterilere karşı kullanmışlardır. Solungaç, deri ve barsaklarda 7 cinse ait 90 bakteri türünü tanımlamışlardır. Belirlenmiş bu bakterilere karşı carvacrol, timol ve cinnamaldehit en güçlü antimikrobial aktiviteyi gösterdiğini vergulamışlardır. Depolanmadan (5°C ve 10°C) önce %0.5 karvakrol ve %0.5 timol içeren bir solüsyona batırılan sazanlarda toplam mikrobiyal yükü azalttığını buna ilaveten, düşük sıcaklıkta (5°C) muamele görmüş sazan filetolarında bakteriyel gelişmenin engellendiğini ve carvacrol ve timol içeren solüsyonla muamele edilmiş balık filetolarında bakterilerin öldürülerek balıkların raf ömrünü uzattığını gözlemlemişlerdir.

Çarbaş (2008), potasyum sorbat ile muamele edilen vakum veya modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanan gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza etmiş, lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Depolama başlangıcında (0.gün) 1.36–3.06 µmol MA/kg arasında değişen TBARS değerleri, depolama sonunda (15.gün) 5.09–8.05 µmol MA/kg değerlerine ulaşmıştır.

Duyar ve ark. (2010), hamsi balıklarının buzlu ve buzsuz depolanması konulu çalışmalarında, buzlu muhafaza edilen grubun raf ömrünü 11 gün, buzsuz muhafaza edilen grubun raf ömrünü 4 gün olarak bildirmişlerdir. Çalışmalarında, hamsinin ilk gün TVB-N değerini 12.22 mg/100 gr olarak bulmuş, depolamaya bağlı olarak bu değerin arttığını bildirmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki

Bu çalışmada doğal antioksidan madde olan ve aktarlardan hazır olarak temin edilebilen kuru biberiye kullanılmıştır (Şekil 3.1.1.1).



Şekil 3.1.1.1. Çalışmada kullanılan kuru biberiye (orijinal)

3.1.2. Balık

Çalışmada balık materyali olarak Sinop'ta avlanan, ortalama boyları 9.85 ± 1.05 cm, ortalama ağırlıkları 7.02 ± 1.95 gr ve ortalama et verimi 62.58 ± 2.81 gr olan hamsi kullanılmıştır (Şekil 3.1.2.1). Balıklar avlandıkları gün buz içerisinde Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiş olup aynı gün analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.1.2.1. Çalışmada kullanılan hamsi balığı (orijinal)

3.2. Yöntem

3.2.1. Demleme

Aktardan alınan kuru biberiyeler, 500 ml su için 20 gr biberiye oranıyla, kaynatılmış ve 80°C'ye soğutulmuş destile su ile 24 saat demlenmeye bırakılmıştır. Demleme sonrası süzülerek araştırmada kullanılmak üzere cam kavanozlarda 4°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Balığa Antioksidan Uygulanması ve Depolama Koşulları

Araştırmada kullanılan hamsi balıkları 4 gruba ayrılmıştır.

- 1) İç organları çıkarılarak işleme tabi tutulmayan kontrol grubu (CK)
- 2) İç organları çıkarılarak biberiye ekstraktı uygulananlar (CB)
- 3) İç organları çıkarılmadan işleme tabi tutulmayan kontrol grubu (NK)
- 4) İç organları çıkarılmadan biberiye ekstraktı uygulananlar (NB)

CB ve NB grupları biberiye ekstraktında 1:1 oranında yarım saat bekletilmiştir. Daha sonra plastik tabaklara düzgün bir şekilde yerleştirilip streç film ile kaplanarak 4°C'de depolanmıştır. Balık bozulana kadar depolamanın 0, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 ve 15. günlerinde duyu, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri araştırılmıştır. Tüm kimyasal analizler 2 tekerrür, 3 paralel olarak yürütülmüştür.

3.2.3. Besin Değerleri Analizi

3.2.3.1. Toplam Ham Protein Analizi

Toplam ham protein Kjeldahl metoduna (AOAC, 1998) göre yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri içerisindeki 1 g homojenize edilmiş örnek üzerine, 2 adet kjeldahl tablet (Merck, TP826558) ve 20 ml H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesinde örnekler yeşil renk alana kadar 2–3 saat yakılmıştır. Oda sıcaklığına geldikten sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 75 ml saf su eklenmiştir. 25 ml %40'lık borik asit (H₃BO₃) solüsyonu eklenen erlen ile kjeldahl tüpleri protein cihazına yerleştirilerek %40'lık NaOH ile 6 dakika distilasyon işlemi yapılmıştır. Kjeldahl cihazından alınan erlen içerisindeki solüsyon 0.1 M HCl ile renk değişimi olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları bulunmuştur.

$$\text{Ham Protein (\%)} = \frac{(\text{Sarfiyat-Kör}) \times N \times 0.014 \times 6.25 \times 100}{\text{Örnek miktarı}}$$

3.2.3.2. Toplam Ham Yağ Analizi

Yağ analizi Bling ve Dyer (1959)'in uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. 20 g homojenize edilmiş örnek, üzerine 100 ml metanol/kloroform (1/2) eklendikten sonra Yellowline homojenizatör ile karıştırılmış, 20 ml metanol kloroform yıkaması yapılarak önceden etüvde kurutulmuş ve darası alınmış balonlara filtre kağıdı ile süzümüştür. Daha sonra bu örnekler üzerine 20 ml %0.4'lük CaCl₂ solüsyonu ilave edilip kapağı kapatılarak karanlıkta 1 gün bekletilmiştir. Ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından kloroform 60°C'de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 60°C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.0001 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Ham yağ (\%)} = \frac{(\text{Son tartım} - \text{İlk tartım}) \times 100}{\text{Numune ağırlığı}}$$

3.2.3.3. Ham Kül Analizi

Ham kül analizinde kullanılacak porselen krozeler ilk önce 550°C'de 4 saat süreyle kül fırınında bekletilip daha sonra desikatörde soğutulduktan sonra 0.0001 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krozeler içerisine homojenize edilmiş örnekten 0.5–1 g tartılıp bu örnekler 6 saat 550°C'de rengi açık gri oluncaya kadar yakılmış ve ardından desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılmıştır (AOAC, 1984).

$$\text{Ham Kül (\%)} = (\text{Son tartım (g)} / \text{Numune (g)}) \times 100$$

$$\text{Son tartım} = [(\text{Dara} + \text{Örnek}) - (\text{Dara} + \text{Yanan örnek})]$$

3.2.3.4. Nem Analizi

Nem analizi Ludorf ve Meyer (1973)'in uyguladığı yöntem esas alınarak yapılmıştır. Petri kutuları etüvde 105°C'de 1 saat süreyle kurtulmuş ve desikatörde 30 dakika süreyle soğutulduktan sonra 0.0001 mg duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş örnekten darası alınan petrilere yaklaşık 3-5g koyularak sabit bir ağırlığa ulaşana kadar (12 saat) kurutulmuştur. Bu işlemin ardından oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre yerleştirilmiş ve hassas terazide tartılarak sonuçlar kaydedilmiştir.

$$\text{Nem (\%)} = (\text{Son tartım (g)} / \text{Numune (g)}) \times 100$$

$$\text{Son tartım} = [(\text{Dara} + \text{Örnek}) - (\text{Dara} + \text{Kurutulmuş örnek})]$$

3.2.4. Kimyasal Kalite Analizleri

3.2.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi

Toplam Uçucu Bazik Azot analizi Antonacopoulos ve Vyncke (1989)'in uyguladığı metoda göre yapılmıştır. 10 g homojenize örnek 90 ml %6 perklorik asitle ultra toraksta (IKA Yellowline DI 25 Basic) 1 dakika çekilmiştir. Homojenizat filtre kağıdından süzölmüş ve 50 ml filtrat alınıp, kjeldahl tüplerine konulmuştur. Üzerine 6.5 ml %20 NaOH eklenip birkaç damla alkolde hazırlanmış fenolfitaleyn ilave edilmiş ve destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Erlenmayere 10 ml %3'lük borik asit ve 6 damla taşıro indikatörü konarak hazırlanmış ve destilasyon ünitesine yerleştirilip 10 dakika destilasyondan sonra, 0.01 N HCl ile titre edilmiştir. 50 ml perklorik asitle kör hazırlanmış ve aynı işlemler yapılmıştır. Formüle göre TVB-N miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = \frac{(\text{Örnek için harcanan HCl} - \text{köre harcanan HCl}) \times 14 \times 0.01 \times 2 \times 100}{\text{Örnek ağırlığı}}$$

3.2.4.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Tayini

Tiyobarbitürik asit sayısı tayini Erkan ve Özden (2008)'e göre yapılmıştır. Homojenize örnekten tüp içerisine 1.90–2.00 g (± 0.01) tartılıp üzerine 100 μ l (%0.10= 1g/1lt etanolde hazırlanmış BHT) eklenmiştir. Üzerine 16–25 mL TCA (triklorasetikasit) (%5) eklenmiş ve ultra toraksta çekilip filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 5mL alınır tüplere konulduktan sonra, üzerine aynı miktarda TBA ayracı (0.02 mol/lt %10 glasiyel asetik asitte hazırlanmış 100 cc için = 0.2883 g tartılır) ilave edilmiştir. Tüpler 70–80°C'de 30 dakika su banyosunda tutulmuş ve tüpler soğutulduktan sonra 532 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede köre karşı okuma yapılmıştır.

$$\text{TBA } (\mu\text{g MDA/g balıketi}) = \frac{\text{Standart eğriden okunan MDA değeri} \times \text{dilüsyon faktörü}}{\text{Örnek ağırlığı}}$$

3.2.4.3. Trimetilamin Azot (TMA-N)

Trimetilamin azot (TMA-N) analizi AOAC (1998)'e göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnek % 7.5'lik TCA ile Ultra-Thorax'ta çekilerek, kaba filtre kağıdından filtre edildikten sonra süzöntü ve standartlardan 4 ml reaktif tüplerine alınır. Bu tüplerin üzerine yöntemde belirtilen miktarda KOH, formaldehit (K_2CO_3) ve toluol ilave edilerek çalkalandıktan sonra üst faz alınarak üzerine %0.2'lik pikrik asit ilavesiyle spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda köre karşı okuma yapılmıştır.

$$\text{TMA (mg/100 g balıketi)} = \frac{\text{Standart eğriden okunan TMA değeri} \times \text{dilüsyon faktörü}}{\text{Örnek ağırlığı}}$$

3.2.4.4. pH Analizi

Muhafazası yapılan balıklarla pH ölçümleri ilk günden tüketimin gerçekleşemeyeceği 15. güne kadar yapılmıştır. Ölçüm işlemi için 10 g balık örneği tartılmış ve 1:1 oranında saf su ile sulandırılarak, 1 dk süre ile homojenize edilmiştir (Curran ve ark., 1980). Ölçümler Hanna 221 marka pH metre ile yapılmıştır.

3.2.5. Hamsi Balığındaki Duyusal Analiz

Balığın çiğ olarak duyusal değerlendirilmesi modifiye edilmiş Torry tat panel formu Regenstein ve Regenstein (1991)'a göre yapılmıştır. Her değerlendirme minimum 6 deneyimli panelist tarafından yürütülmüştür. Değerlendirmede gözler, deri, doku ve rigor mortis, et ve karın bölgesi, böbrek ve kan, solungaç görünüş ve solungaç koku parametreleri dikkate alınmıştır (Çizelge 3.2.5.1). Her parametre 5 puan çok taze balıketini gösterirken, daha düşük puanlar daha düşük kaliteyi belirtmiştir.

Çizelge 3.2.5.1 Torry tat panel formu

Torry Tat Panel Formu	1	2	3	4	5
Gözler					
Deri					
Doku ve rigor mortis					
Et ve karın bölgesi					
Böbrek ve kan					
Solungaç görünüş					
Solungaç koku					

3.2.6. Toplam Mezofil Aerob (TMBS) ve Toplam Psikrofil Aerob (TPBS)

Bakteri Sayısı

Depolama süresi boyunca bakılan toplam mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yükü için örnek (10 g) tartıldıktan sonra 90 ml'lik steril peptonlu su ilave edilerek homojenize edilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Bundan sonra 9 mL peptonlu su bulunan tüplerden seri dilüsyonlar hazırlanmış ve ekimler yapılmıştır. Sonuçlar log cfu/g olarak değerlendirilmiştir.

3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmada elde edilen sonuçların ortalama ve standart sapmaları Microsoft Office Excel 2003 paket programı ve istatistik değerlendirme Minitab 15 paket programı yardımıyla varyans analizi ve tukey testi yapılmıştır.

4. BULGULAR

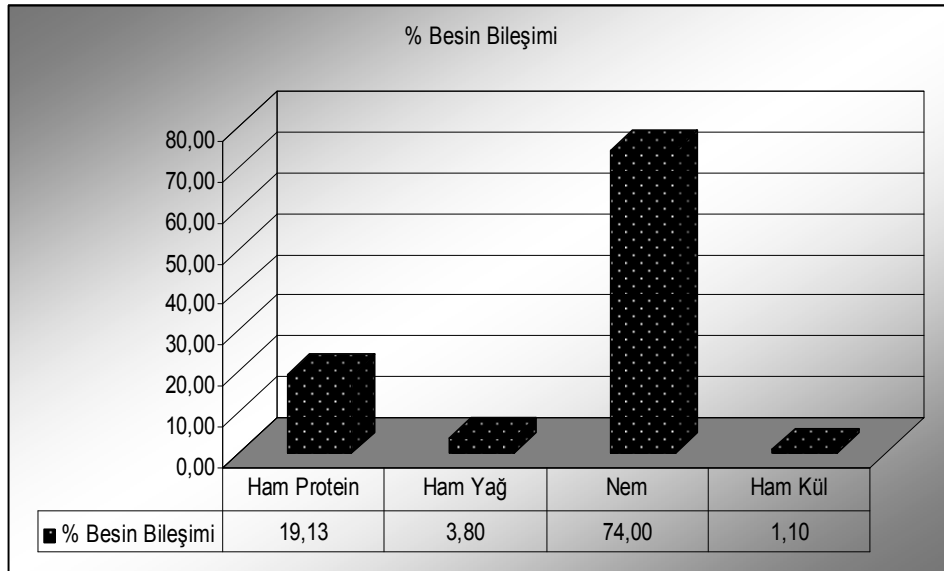
4.1. Besin Değeri Bulguları

Sinop limanından alınarak buz içinde laboratuara getirilen hamsilerin besinsel kompozisyon analizleri iki tekerrür, üç paralel olarak yapılmıştır (Çizelge 4.1.1, Şekil 4.1.1).

Çizelge 4.1.1. Hamsi balığının kimyasal kompozisyon analiz sonuçları

Besin Bileşimi	(%)Ortalama±Standart sapma
Ham Protein	19.13±0.72
Ham Yağ	3.80±0.40
Nem	74.00±1.00
Ham Kül	1.10±0.10

Araştırma başlangıcında ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranı sırasıyla %19.13±0.72, %3.80±0.40, % 74.00±1 ve %1.10±0.10 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1.1 Hamsi balığının besin bileşimi

4.2. Duyusal Analiz Bulguları

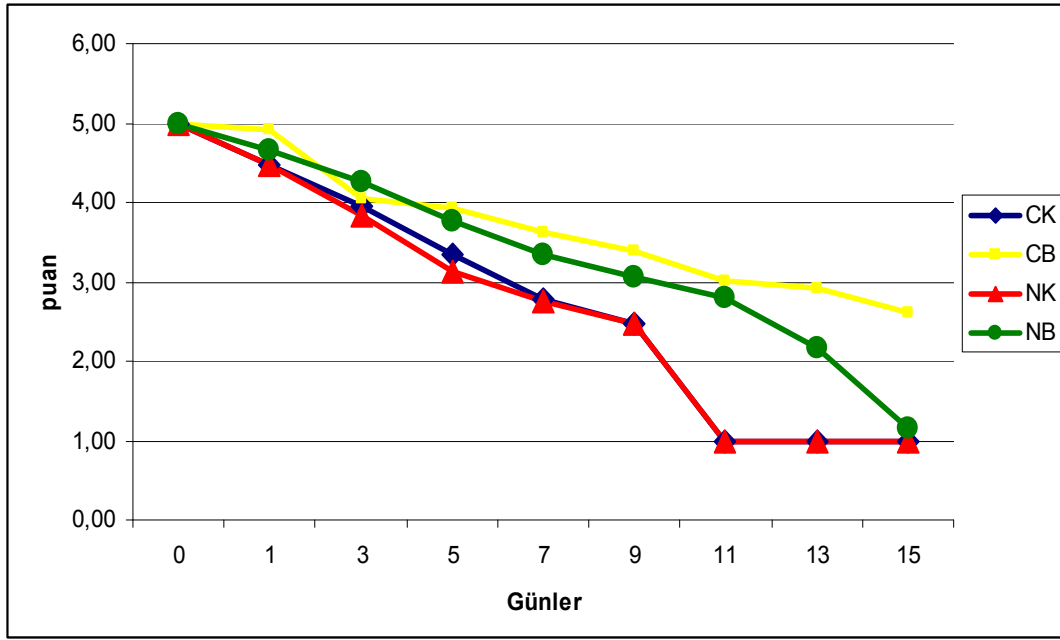
Buzdolabı koşullarında 17 günlük depolama periyodu süresince çiğ hamsi balıklarının duyusal kalitelerindeki değişimleri belirlenmiştir (Çizelge 4.2.1, Şekil 4.2.1). Her iki kontrol grubunda da (CK, NK) depolama süresince diğer gruplara (CB, NB) göre daha düşük duyusal puanlar aldığı görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında gruplar arası fark önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yapılan ki-kare testi sonucunda 4 gruba ait puanların depolama süresine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.2.1. Duyusal analiz bulguları

Gün	Gruplar	Gözler	Deri	Doku ve Rigor	Et ve Karın	Böbrek ve Kan	Solungaç görünüş	Solungaç Koku
1	CK	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	CB	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	NK	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	NB	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
3	CK	3.5±0.54 ^a	3.66±0.51 ^a	3.66±0.51 ^a	4.16±0.40 ^a	3.83±0.40 ^a	3.83±0.40 ^a	3.83±0.40 ^a
	CB	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a
	NK	3.66±0.51 ^a	3.66±0.51 ^a	4.16±0.40 ^a	4.83±0.40 ^a	3.83±0.40 ^a	3.83±0.40 ^a	3.83±0.40 ^a
	NB	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a
5	CK	3.16±0.40 ^a	2.83±0.40 ^a	2.66±0.51 ^a	2.83±0.75 ^a	2.50±0.54 ^a	2.83±0.40 ^a	2.66±0.51 ^a
	CB	3.83±0.40 ^a	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b
	NK	3.16±0.40 ^a	2.83±0.40 ^a	2.50±0.54 ^a	2.66±0.81 ^a	2.50±0.54 ^a	2.83±0.40 ^a	2.66±0.51 ^a
	NB	3.66±0.51 ^a	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.40 ^b
7	CK	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	2.16±0.40 ^a
	CB	3.33±0.51 ^b	3.83±0.40 ^b	3.83±0.40 ^b	3.66±0.51 ^b	3.66±0.51 ^b	3.50±0.54 ^b	3.50±0.54 ^b
	NK	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	2.16±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	1.83±0.40 ^a	2.00±0.60 ^a
	NB	3.33±0.51 ^b	3.83±0.40 ^b	3.83±0.40 ^b	3.66±0.51 ^b	3.66±0.51 ^b	3.66±0.51 ^b	3.50±0.54 ^b
9	CK	1.83±0.40 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a
	CB	2.50±0.54 ^a	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b
	NK	1.83±0.40 ^a	1.66±0.51 ^a	2.16±0.40 ^a	2.00±0.00 ^a	1.83±0.40 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a
	NB	2.50±0.54 ^a	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b	3.00±0.63 ^b	3.33±0.51 ^b	3.33±0.51 ^b
11	CK	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a
	CB	2.16±0.40 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b
	NK	1.00±0.00 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a	1.16±0.40 ^a
	NB	2.16±0.40 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b	2.5±0.54 ^b	2.50±0.54 ^b
13	CK	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	CB	2.00±0.63 ^b	2.33±0.51 ^b	1.83±0.40 ^b	1.83±0.40 ^b	1.83±0.40 ^b	2.16±0.40 ^b	2.16±0.40 ^b
	NK	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.16±0.40 ^a	1.00±0.00 ^a
	NB	2.00±0.63 ^b	2.16±0.75 ^b	2.00±0.63 ^b	2.16±0.40 ^b	2.16±0.40 ^b	2.16±0.40 ^b	2.16±0.40 ^b
15	CK	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	CB	2.00±0.00 ^b	1.66±0.51 ^b	1.66±0.51 ^b	1.66±0.51 ^b	1.66±0.51 ^b	1.66±0.54 ^b	1.66±0.54 ^b
	NK	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	NB	1.66±0.51 ^b	1.50±0.54 ^b	1.66±0.51 ^b	1.16±0.40 ^b	1.16±0.40 ^b	1.16±0.40 ^b	1.16±0.40 ^b

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel fark vardır.

Yapılan varyans analizi ve tukey testi sonucunda tüm duyusal parametrelerin 3. günden itibaren grupların etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.2.1. Depolama süresince gruplar arası duyu analizi bulguları

4.3. Kimyasal Analiz Bulguları

4.3.1. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N mg N/100 g)

Depolama süresince örneklerde TVB-N analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.3.1.1, Şekil 4.3.1.1).

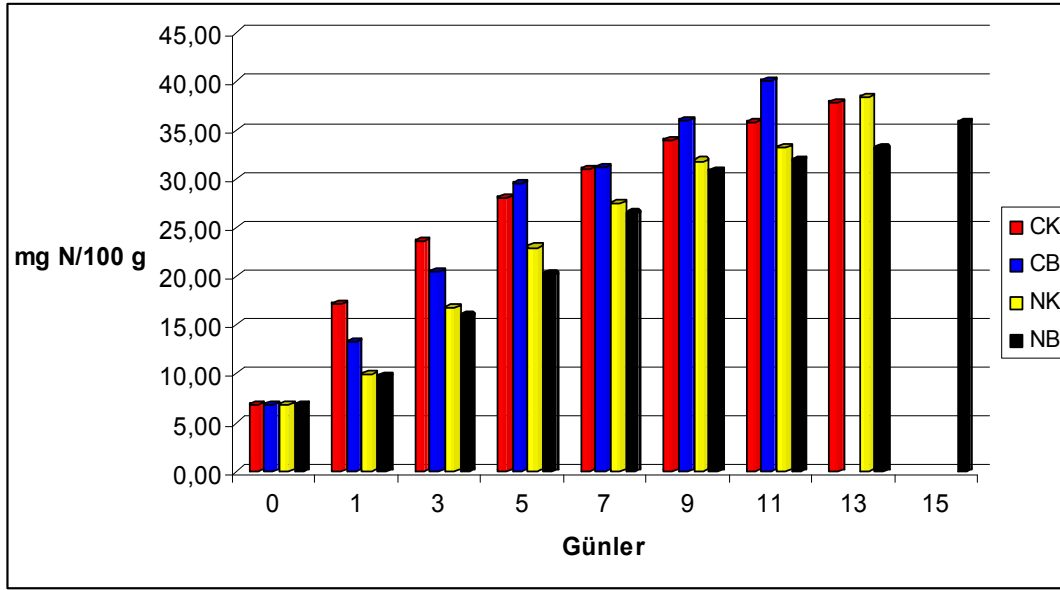
Çizelge 4.3.1.1 Depolama süresince örneklerdeki TVB-N değerleri (mg N/100g)

Depolama Süresi (Gün)	CK (X ± SX)	CB (X ± SX)	NK (X ± SX)	NB (X ± SX)
0	6.80 ± 0,00 ^a	6.80 ± 0,00 ^a	6.80 ± 0,00 ^a	6.80 ± 0,00 ^a
1	13.24 ± 0.23 ^a	9.78 ± 0.32 ^b	17.09 ± 0.47 ^c	9.92 ± 0.13 ^b
3	20.44 ± 0.16 ^a	15.93 ± 0.11 ^b	23.54 ± 0.57 ^c	16.71 ± 0.31 ^b
5	29.57 ± 0.31 ^a	20.17 ± 0.23 ^b	28,07 ± 0.95 ^a	22.96 ± 0.49 ^c
7	31.18 ± 0.99 ^a	26.46 ± 0.06 ^b	30,94 ± 0.28 ^a	27.52 ± 0.55 ^b
9	36.04 ± 0.08 ^a	30.81 ± 0.15 ^b	34.00 ± 0.11 ^c	31.82 ± 0.32 ^d
11	40.11 ± 0.54 ^a	31.98 ± 0.39 ^b	35.84 ± 0.29 ^c	33.21 ± 0.17 ^b
13	-	33.10 ± 0.40 ^b	37.84 ± 0.90 ^c	38.35 ± 0.95 ^c
15	-	35.71 ± 0.19 ^b	-	-

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında p<0.05 düzeyinde istatistiksel fark vardır.
X ± SX: Aritmetik ortalama ± Standart sapma

TVB-N değeri CB grubu için 15. gün 35.71 ± 0.32 mg N / 100 g, CK grubu için 9. gün 36.04 ± 0.13 mg N/100 g, NB grubu için 13. gün 38.35 ± 0.55 mg N/100 g, NK

grubu için 11. gün 35.84 ± 0.49 mg N / 100 g değerine ulaşarak sınır değer kabul edilen 35 mg N/100 g değerini aştığı gözlenmiştir.



Şekil 4.3.1.1 Depolama süresince örneklerdeki TVB-N değişimi

TVB-N miktarı 4 grup için günler arası kıyaslandığında, depolamanın son günü olan 15. güne kadar önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. TVB-N değeri deniz balıklarında (Keitsman ve ark., 1969) ve tatlı su balıklarında (Cobb ve Venderzont, 1975; Oehlenschlager, 1981) bozulmanın derecesini ve depolama sırasındaki balıketi kalitesini belirlemek amacıyla kullanılır. Yeni yakalanmış balıkta TVB-N seviyesinin genellikle 5 ile 20 mg N/100g kas olduğu bildirilmektedir (Çizelge 4.3.1.2).

Çizelge 4.3.1.2. TVB-N kalite değerleri

TVB-N mg/100gr	Kalite sınıflandırılması
25	Çok iyi
30	İyi
35	Pazarlanabilir
35<	Bozulmuş

(Huss,1988; Keitzman ve ark.,1969; Varlık ve Heperkan, 1990)

4.3.2. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Bulguları (TBA $\mu\text{g MDA/g}$)

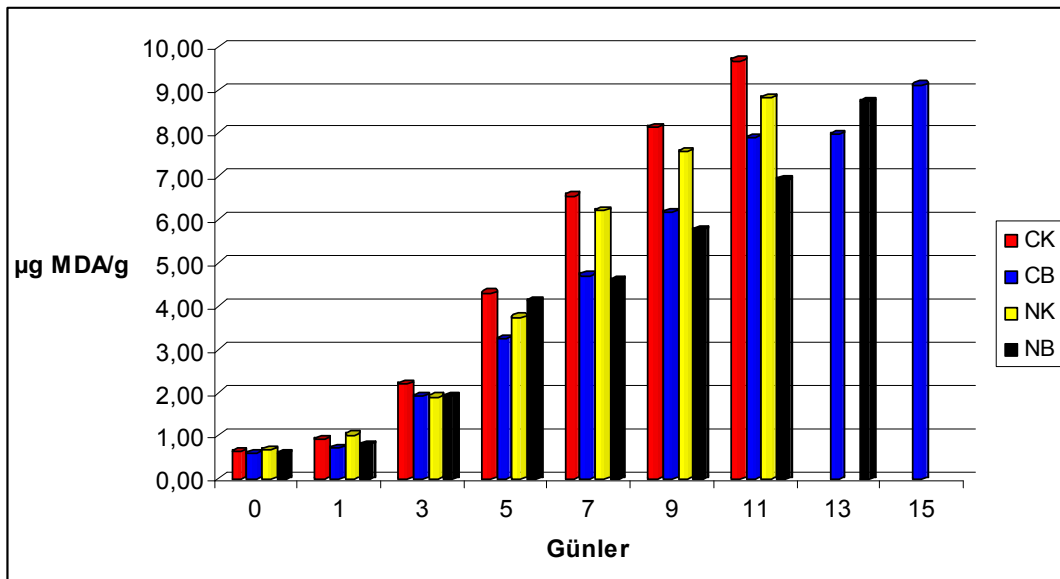
Araştırma süresince elde edilen TBA bulguları Çizelge 4.3.2.1'de ve Şekil 4.3.2.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.2.1 Depolama süresince örneklerdeki TBA değerleri ($\mu\text{g MDA/g}$)

Depolama Süresi (Gün)	CK (X \pm SX)	CB (X \pm SX)	NK (X \pm SX)	NB (X \pm SX)
0	0.62 \pm 0.04 ^a	0.59 \pm 0.00 ^a	0.67 \pm 0.09 ^a	0.58 \pm 0.02 ^a
1	0,91 \pm 0,04 ^a	0.67 \pm 0.02 ^a	1.01 \pm 0.05 ^a	0.77 \pm 0.12 ^a
3	2.19 \pm 0,03 ^a	2.08 \pm 0.19 ^a	1.89 \pm 0.05 ^a	1.90 \pm 0.02 ^a
5	4.29 \pm 0,04 ^a	3.60 \pm 0.20 ^a	3.73 \pm 0.03 ^a	4.13 \pm 0.47 ^a
7	6.55 \pm 0,11 ^a	4.70 \pm 0.01 ^b	6.19 \pm 0.04 ^a	4.61 \pm 0.17 ^b
9	8.14 \pm 0,03 ^a	6.27 \pm 0.10 ^b	7.58 \pm 0.05 ^c	5.77 \pm 0.03 ^b
11	9.68 \pm 0,04 ^a	7.41 \pm 0.24 ^b	8.80 \pm 0.07 ^c	6.91 \pm 0.10 ^b
13	-	7.94 \pm 0.03 ^b	-	8.72 \pm 0.52 ^b
15	-	8.70 \pm 0.21 ^b	-	-

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel fark vardır.
X \pm SX: Aritmetik ortalama \pm Standart sapma

Depolama boyunca TBA değerlerinde CB grubunda 15. gün 8.70 \pm 0.36 $\mu\text{g MDA/g}$, CK grubunda 9. gün 8.14 \pm 0.03 $\mu\text{g MDA/g}$, NB grubunda 13. gün 8.72 \pm 0.52 $\mu\text{g MDA/g}$, NK grubunda ise 11. gün 8.80 \pm 0.07 $\mu\text{g MDA/g}$ olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi ve tukey testi sonucunda, depolama süresinin ve grupların etkisi TBA değeri üzerinde önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.3.2.1 Depolama süresince örneklerdeki TBA değişimi

4.3.3. Trimetilamin Azot Bulguları (mg/100g)

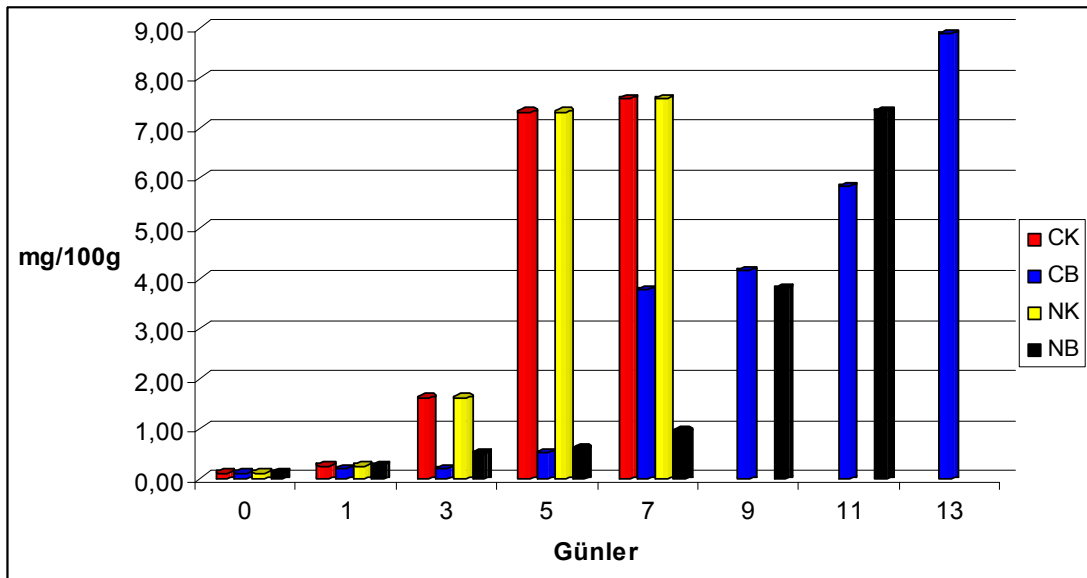
TMA-N değeri taze hamside 0.12 ± 0.05 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.3.1).

Çizelge 4.3.3.1 Depolama süresince örneklerdeki TMA değerleri (mg/100g)

Depolama Süresi (Gün)	CK (X ± SX)	CB (X ± SX)	NK (X ± SX)	NB (X ± SX)
0	0.12 ± 0.05^a	0.12 ± 0.05^a	0.12 ± 0.05^a	0.12 ± 0.05^a
1	0.26 ± 0.03^a	0.20 ± 0.09^a	0.21 ± 0.01^a	0.27 ± 0.10^a
3	1.61 ± 0.15^a	0.20 ± 0.02^b	0.37 ± 0.02^b	0.50 ± 0.11^b
5	7.32 ± 1.65^a	0.51 ± 0.05^b	0.89 ± 0.12^b	0.60 ± 0.58^b
7	7.58 ± 1.28^a	3.77 ± 0.09^b	3.64 ± 0.64^b	0.95 ± 0.08^c
9	-	4.15 ± 0.08^a	6.67 ± 1.27^b	3.79 ± 0.74^a
11	-	5.83 ± 0.08^a	11.00 ± 1.19^c	7.34 ± 0.87^b
13	-	8.87 ± 0.07^a	-	-
15	-	-	-	-

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel fark vardır.
X ± SX: Aritmetik ortalama ± Standart sapma

Depolamaya bağlı olarak tüm grupların TMA-N değerinde artış gözlenmiş, en önemli artış kontrol grubunda belirlenmiştir (Şekil 4.3.3.1). Yapılan varyans analizi ve tukey testi sonucunda, depolama süresinin ve grupların etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.3.3.1. Depolama süresince örneklerdeki TMA değişimi

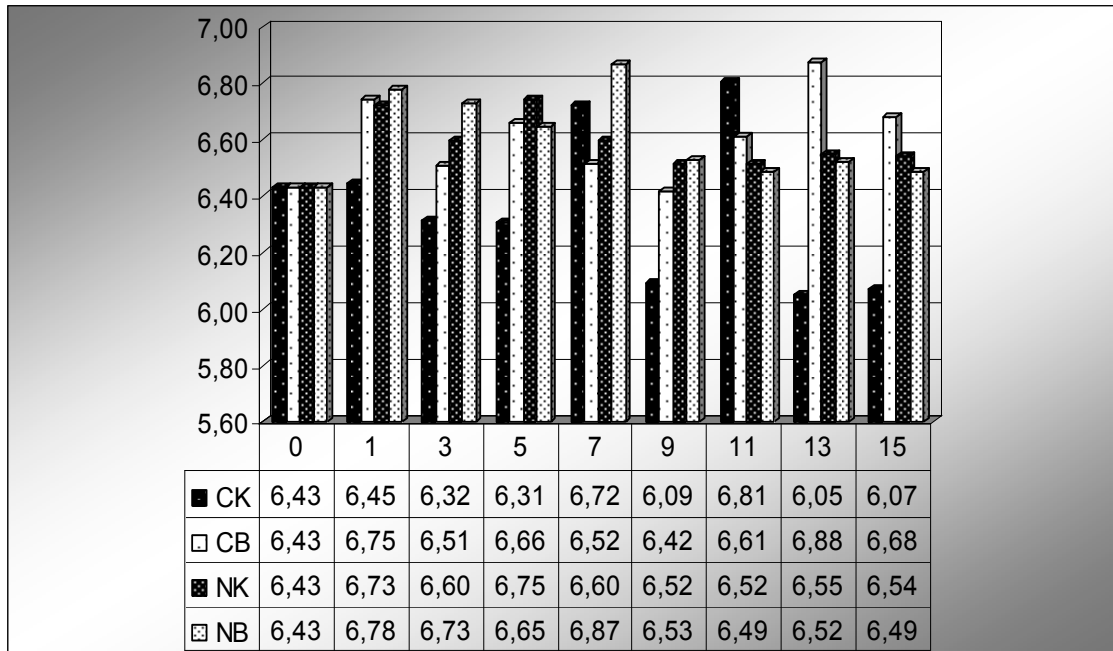
4.3.4. PH Bulguları

CB, CK, NB ve NK gruplarının buzdolabı koşullarındaki muhafazası sırasında meydana gelen pH değişimleri Çizelge 4.3.4.1 ve Şekil 4.3.4.1’de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında ortalama 6.43 ± 0.08 olarak belirlenen pH değeri, depolamanın son günü olan 15. gün CK, CB, NK ve NB gruplarında sırasıyla, ortalama 6.07 ± 0.08 , 6.68 ± 0.03 , 6.54 ± 0.10 ve 6.49 ± 0.12 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3.4.1 Depolama süresince örneklerdeki pH değerleri

Depolama Süresi (Gün)	CK (X ± SX)	CB (X ± SX)	NK (X ± SX)	NB (X ± SX)
0	6.43 ± 0.06^a	6.43 ± 0.06^a	6.43 ± 0.06^a	6.43 ± 0.60^a
1	6.45 ± 0.06^a	6.75 ± 0.08^a	6.73 ± 0.06^a	6.78 ± 0.01^a
3	6.32 ± 0.02^a	6.51 ± 0.06^a	6.60 ± 0.06^a	6.73 ± 0.05^a
5	6.31 ± 0.06^a	6.66 ± 0.32^a	6.75 ± 0.01^a	6.65 ± 0.01^a
7	6.72 ± 0.02^a	6.52 ± 0.18^a	6.60 ± 0.06^b	6.87 ± 0.10^b
9	6.09 ± 0.06^a	6.42 ± 0.13^b	6.52 ± 0.02^b	6.53 ± 0.01^b
11	6.81 ± 0.10^a	6.61 ± 0.28^a	6.52 ± 0.13^a	6.49 ± 0.06^a
13	6.05 ± 0.04^a	6.88 ± 0.01^b	6.55 ± 0.22^b	6.52 ± 0.03^b
15	6.07 ± 0.08^a	6.68 ± 0.03^b	6.54 ± 0.10^a	6.49 ± 0.12^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel fark vardır.
X ± SX: Aritmetik ortalama ± Standart sapma



Şekil 4.3.4.1. Gruplar arası pH değişimi

4.4. Toplam Mezofil Aerob (TMBS) ve Toplam Psikrofil Aerob (TPBS)

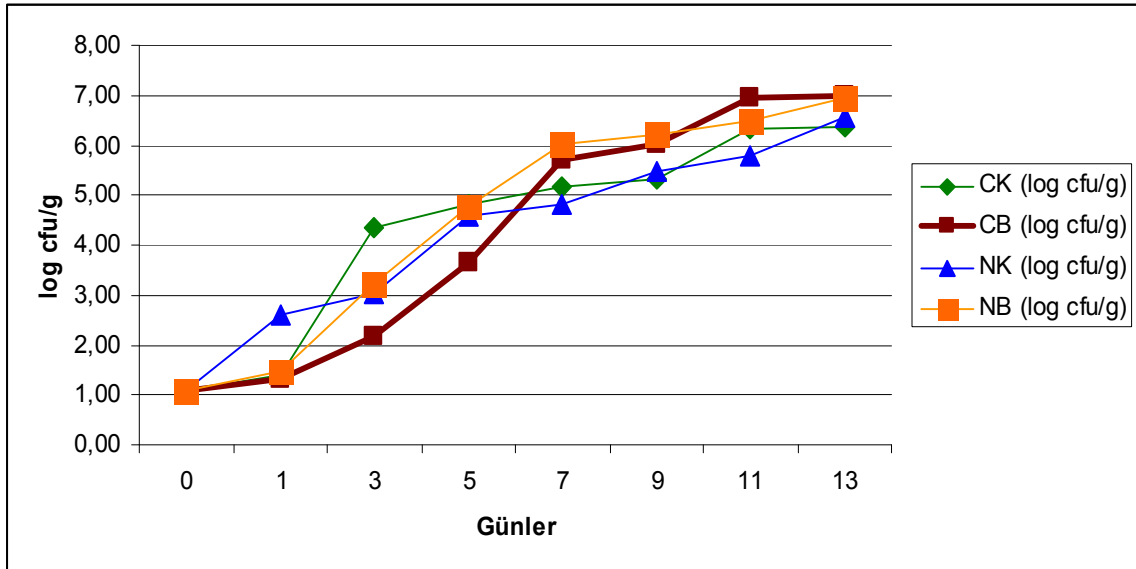
Bakteri Sayısı Bulguları

Depolama başlangıcında tüm gruplarda düşük mezofil aerob bakteri sayısı gözlenirken bu sayı depolama süresince tüm örneklerde artış göstermiştir. Depolama süresince örneklerdeki mezofil aerob bakteri sayısındaki değişim Çizelge 4.4.1 ve Şekil 4.4.1’de, psikrofil aerob bakteri sayısındaki değişim Çizelge 4.4.2 ve Şekil 4.4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.4.1. Depolama süresince örneklerdeki mezofil aerob bakteri sayısı değişimi

Depolama Süresi (Gün)	CK (log cfu/g)	CB (log cfu/g)	NK (log cfu/g)	NB (log cfu/g)
0	1.08	1.08	1.08	1.08
1	1.38	1.30	2.59	1.48
3	4.34	2.18	3.03	3.23
5	4.83	3.65	4.59	4.76
7	5.18	5.71	4.82	6.00
9	5.30	6.02	5.49	6.23
11	6.34	6.94	5.79	6.49
13	6.36	6.98	6.57	6.95

Depolamanın 13. gününde CK, CB, NK ve NB gruplarında mezofil aerob bakteri sayıları sırasıyla 6.36, 6.98, 6.57, 6.95 log cfu/g olarak belirlenmiştir.



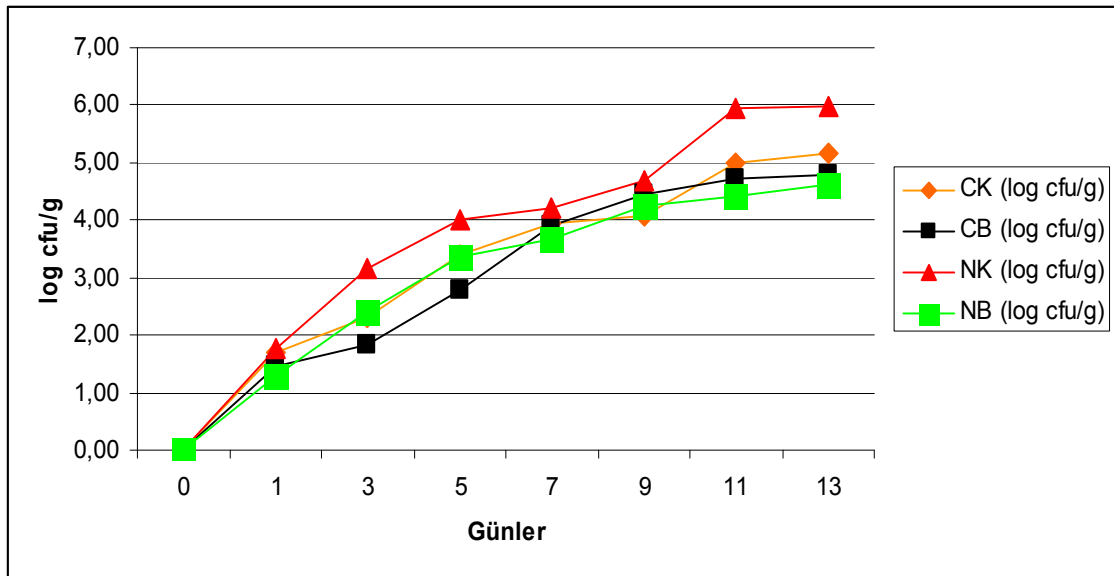
Şekil 4.4.1. Depolama süresince toplam mezofil aerob bakteri değişimi

Depolama başlangıcında tüm gruplarda çok düşük değerlerde tespit edilen psikrofilik aerobik bakteri yükü depolamanın 13. gününde 6 log cfu/g değerini geçmemiştir.

Çizelge 4.4.2. Depolama süresince örneklerdeki psikrofil aerob bakteri sayısı değişimi,

Depolama Süresi (Gün)	CK (log cfu/g)	CB (log cfu/g)	NK (log cfu/g)	NB (log cfu/g)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.70	1.48	1.78	1.30
3	2.32	1.85	3.18	2.41
5	3.40	2.79	4.01	3.38
7	3.95	3.90	4.23	3.66
9	4.08	4.46	4.68	4.26
11	5.00	4.72	5.95	4.43
13	5.18	4.81	5.98	4.61

Depolamanın 13. gününde CK, CB, NK ve NB gruplarında psikrofil aerob bakteri sayıları sırasıyla 5.18, 4.81, 5.98, 4.61 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.4.2. Depolama boyunca toplam psikrofil aerob bakteri sayısı değişimi

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada besin bileşimi belirlenen hamsilerden, temizlenmiş ve temizlenmemiş, biberiye ekstraktında bekletilmiş ve bekletilmemiş olmak üzere 4 ayrı grup oluşturulmuştur. Buzdolabı koşullarında muhafazaya alınan grupların 15 gün boyunca duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmış, elde edilen bulgular çizelge ve şekillerle gösterilmiştir.

5.1. Besin Değerleri

Araştırma başında hamsi balıklarında ham protein, ham yağ, nem ve ham kül oranı sırasıyla 19.13 ± 0.72 , 3.80 ± 0.40 , 74.00 ± 1 ve 1.10 ± 0.10 olarak bulunmuştur.

Hamsi balığında ham protein, ham yağ, nem ve ham kül analiz sonuğlarını Bayraklı (2009), sırasıyla; 16.37 ± 0.04 , 12.78 ± 0.02 , 67.37 ± 0.05 , 2.68 ± 0.03 , şengr ve ark. (1999) sırasıyla; 16.65 , 2.35 , 75.73 , 1.50 , Ayas (2006) sırasıyla; 19.56 ± 0.52 , 4.72 ± 0.26 , 73.80 ± 0.69 ve 1.39 ± 0.06 , Ergün ve ark. (2006) sırasıyla; 20.8 , 9.2 , 3.0 , 66.6 , Galdos ve ark. (2002) sırasıyla; $18.07-20.79$, $0.91-13.26$, $68.20-76.73$, $1.38-2.49$, Duyar ve ark. (2010) sırasıyla; 19.8 ± 0.2 , 3.2 ± 0.2 , 75.4 ± 0.5 , 1.10 ± 0.10 olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçları araştırma sonuğlarıyla benzerlik göstermektedir. Balıkta besin kompozisyonu tür, bölge, zaman, balık büyüklüğü, cinsiyet, beslenme durumu vb. nedenlerinden dolayı balığın besin kompozisyonu sonuçları değişmektedir (Huss, 1988; aklı, 2007).

5.2. Duyusal Analiz

Her iki kontrol grubunda da (CK, NK) depolama süresince biberiye ekstraktında bekletilenlere (CB, NB) göre daha düşük duyuşal puanlar aldığı grlmştir. Her iki kontrol grubunda da (CK, NK) depolama süresince diğer gruplara (CB, NB) göre daha düşük duyuşal puanlar aldığı grlmştir. CB ve NB grupları, kontrol gruplarının raf ömrünün duyuşal olarak sona erdiği 9, 11, 13 ve 15. günlerde daha yüksek puanlar ile değerlendirilmiştir. Kenar (2009), biberiye ve adaçayı ile muamele edilerek, vakum paketlenen sardalyanın raf ömrünü 7 gün uzattığını, kontrol grubu duyuşal olarak 13. gün, biberiye ve adaçayı ile muamele edilmiş grup ise 20. günden itibaren reddedildiğini bildirmiştir. Köse ve Erdem (2004), duyuşal analizlere göre hamsinin raf ömrünü oda sıcaklığında bir gün, buzdolabında ise iki gün olduğunu

bildirmişlerdir. Duyar ve ark. (2010), çalışmalarında buzdolabında buz ile muhafaza ettiği hamsinin raf ömrünü 11 gün, buzsuz muhafaza edilen hamsilerin raf ömrünü ise 4 gün olarak bildirmiştir. Bu sonuçlar araştırma sonuçları karşılaştırıldığında, sonuçların benzerlik göstermediği ancak doğal antioksidan ilavesinin su ürünlerine uygulanması ile duyusal olarak raf ömrünün uzun olması bakımından benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

5.3. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N)

Bu çalışmada başlangıç TVB-N değeri 6.8 ± 0 olarak bulunmuştur. Depolamanın 3, 5, 7, 9, 11 ve 13. günlerinde kontrol grubuna kıyasla biberiye grubunda daha düşük TVB-N değeri gözlenmiştir. Depolamanın CK grubunda 9. günde, CB grubunda 15. günde, NK grubunda 11. günde, NB grubunda ise 13. günde TVB-N değeri 35 mg/100 g'ın üzerinde bulunmuştur. Mevcut çalışmada CK grubunun duyusal olarak reddedildiği 9. günde TVB-N değeri 39.04 mg/100g, CB grubu ise 15. gün 35.71 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Yine NK grubunun duyusal olarak reddedildiği 11. gün TVB-N değeri 35.84 mg/100 g, NB grubu ise 13. gün duyusal olarak reddedildiğinde TVB-N değeri 38.35 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Duyar ve ark. (2010), çalışmalarında hamsinin ilk gün TVB-N değerini 12.22 mg/100 gr olarak bulmuş, depolamaya bağlı olarak bu değer arttığını bildirmiştir. Erdem (2000), çalışmasında ilk gün TVB-N değerini 8.8 ± 0.87 mg/100 g olarak bildirmiştir. Baygar ve ark. (2004), dondurma ve çözündürme işleminin balık kalitesi üzerine etkisi konulu araştırmalarında hamsi ve çinekop (*Pomatomus saltatrix*, L. 1766) balıklarını dondurup farklı şekillerde çözdürmüşlerdir. Hamsi balıklarının başlangıç TVB-N değerlerini 21.88 mg/100 g balıketi olarak tespit etmişlerdir. Sonuçlar çalışma başında elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Altan (2006), çalışmasında, kontrol grubunda deneme başlangıcında 12.55 mg/100 g olarak bulunan TVB-N miktarı, tüketim ömrünün duyusal olarak tamamlandığı yedinci günde ise 40.31 mg/100 g olduğunu tespit etmiştir. Sorbik asitli grupta yapılan analizlerde TVB-N miktarı, 1. gün 13.01 mg/100 g olarak bulunmuş ve oldukça yavaş bir yükseliş göstererek 7. günde 26.79 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Tüketim ömrünün sona erdiği 13. günde ise 37.25 mg/100 g'a ulaşmıştır. Diğer grupta da sonuç değişmemiş ve 1. günde 12.67 mg/100 g tespit edilen TVB-N, 7. günde 24.35 mg/100 g olarak, 15. günde ise 36.68 mg/100 g olarak bulunmuştur. Sonuçlar Biberiye ilaveli gruplarla paralellik göstermiş, TVB-N miktarı daha yavaş yükseliş göstermiştir. Erkan ve Özden (2008), 4°C'de buzda

depoladıkları sardalya filetolarının depolama boyunca TVB-N miktarının artış gösterdiğini, çalışma sonunda 15.03–29.23 mg/100g ve 2.36–4.16 mg/100g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Gökoğlu ve Yerlikaya (2004), 0 ve 4°C'de depolanan sardalya filetolarının başlangıç TVB-N değerinin 7.7 mg/100g olduğunu, depolamanın 6. gününde 0°C'de 11.46 mg/100g, 4°C'de ise 25.41 mg/100g'a ulaştığını bulmuşlardır. Bu sonuçlar, taze balıklardaki başlangıç TVB-N değerleri ve depolama süresi boyunca artış gözlenmesi ile paralellik göstermekte beraber, ortaya çıkan rakamsal farklılıkların; balık türüne, balığın yakalanma şekline ve ortam koşullarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

5.4. Tiyobarbitürük Asit Sayısı (TBA)

Depolama boyunca artış gösteren TBA değerlerinde CB grubunda 15. gün 8.70 ± 0.36 µg MDA/g, CK grubunda 9. gün 8.14 ± 0.04 µg MDA/g, NB grubunda 13. gün 8.72 ± 0.21 µg MDA/g, NK grubunda ise 11. gün 8.80 ± 0.07 µg MDA/g olarak belirlenmiştir. CB ve NB gruplarının düşük değer gösterdiği günlerde kontrol gruplarının daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Aysel (2008), yapılan çalışmalara göre, lipidlerin otoksidasyonundaki tepkime hızı, kısmi oksijen basıncı, lipitin oksijenle temas ettiği yüzeyin genişliği, yağın bileşimindeki yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, sıcaklık ve nem gibi depolama koşulları ve içerdiği pro-ve antioksidanların etkinlik ve miktarına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

Duyar ve ark. (2010), çalışmalarında hamsi balığının ilk gün yapılan TBA analiz sonucunu 1.63 mg MDA/g olarak bildirmişlerdir. Erdem (2000), çalışmasında hamside ilk gün TBA değerini ortalama 0.81 ± 0.13 mg malondialdehit/ kg olarak bildirmiştir. Köse ve Erdem (2004), buzdolabı koşullarında depoladıkları farklı zamanlarda avlanan hamsiler üzerine yapmış oldukları çalışmada, depolamanın 1. gününde TBA değerlerinin sırasıyla 0.67, 0.85 ve 0.92 mg malonaldehit/kg olduğunu ve bu değerlerin depolama sonunda (5. gün) sırasıyla 8.32, 8.13 ve 9.30 mg malonaldehit/kg ulaştığını bildirmişlerdir. Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005), sardalya filetosundaki TBA değerlerinin lipid oksidasyonu nedeniyle büyük bir artış gösterdiğini ve 3. aydan sonra TBA değerleri açısından muamele grupları arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Çarbaş (2008), lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri depolama süresi ilerledikçe artış gösterdiğini bildirmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) 1,36–3,06 µmol MA/kg arasında değişen TBARS değerleri,

depolama sonunda (15. gün) 5,09–8,05 µmol MA/kg değerlerine ulaştığını belirtmiştir. Kenar (2009), doğal antioksidanların balık filetolarındaki etkisini araştırdığı çalışmasında depolama sonunda TBA değerleri kontrol için 0.98 mg malonaldehit/kg, biberiye ve adaçayı için sırasıyla 0.66 mg malonaldehit/kg ve 1.14 mg malonaldehit/kg olarak bulmuştur. Biberiye ile muamele edilen sardalya filetolarının yağ asitlerinde en az oksidasyon meydana geldiği, hiçbir katkı maddesi içermeyen kontrol grubuna göre adaçayı grubunda oksidasyonun daha fazla gerçekleştiği belirlenmiştir. Sonuçlar genel olarak balığın ilk gün analizleri ve katkılı grupların TBA değerlerinin daha düşük olması ve sözü edilen çalışmalarda depolama süresine bağlı artış nedeniyle paralel bulunmuştur.

5.5. Trimetilamin Azot (TMA-N)

Huss (1988)'e göre <1mg/100g 5mg/100g TMA-N içeriğine sahip balık çok iyi kalite, 5–10 mg/100g iyi kalite, 10–15 mg/100g tüketilebilir kalite ve >15mg/100g tüketilemez kalite olarak sınıflandırılmıştır. El Marrakchi ve ark., (1990) ise özellikle yağlı balıklar için TMA-N tüketilebilir sınırını 5–10 mg/100g TMA-N olarak bildirmektedir.

Depolama süresince belirlenen TMA miktarı ilk gün 0.12±0.05 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolamaya bağlı olarak tüm grupların TMA-N değerinde artış gözlenmiş, en önemli artış kontrol grubunda belirlenmiştir. CB grubunda 13. gün 8.87±0.07 mg/100g, CK grubunda 7. gün 7.58±1.28 mg/100g, NB grubunda 11. gün 7.34±0.87 mg/100g, NK grubunda 11. gün 11.00±1.19 mg/100g değerine ulaşmıştır. Depolamaya bağlı olarak tüm grupların TMA değerlerinde artış belirlenmiş, en önemli artış kontrol gruplarında gözlemlenmiştir. Erdem (2000), çalışmasında ilk gün TMA değerini 3.03±0.34 mg/100 g olarak bildirmiştir. Bu sonuçlar araştırma sonuçlarımızla karşılaştırıldığında sonuçların benzerlik göstermemesine rağmen depolamaya bağlı artış diğer çalışmalarla paralellik gösterdiği bulunmuştur.

5.6. PH

Ölümden hemen sonra rigor mortis ile düşen pH değeri otoliz ve bakteriyel faaliyetlerle ortamın artan alkali seviyesine bağlı olarak yükselmeye başlar. Balıklarda ölüm sonrası pH değerinde meydana gelen değişimleri kaslardaki glikojen seviyesi ve av şekli gibi faktörler etkiler. Depolama çalışmalarında pH değerinin tek başına kesin

bir kriter olmayıp, mutlaka diğer kalite parametreleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Varlık ve ark. 1993; Tzikas ve ark. 2007).

Depolamanın başlangıcında 6.43 ± 0.08 olarak belirlenen pH değeri, depolamanın son günü olan 15. gün CK, CB, NK ve NB gruplarında sırasıyla, 6.07 ± 0.08 , 6.68 ± 0.03 , 6.54 ± 0.10 ve 6.49 ± 0.12 olarak tespit edilmiştir.

Erdem (2000), yapmış olduğu çalışmada hamsi için oda sıcaklığında elde edilen pH değerini 6.21–7.07, buzdolabında ise 6.13–6.92 arasında bulmuştur. Köse ve Erdem (2004), farklı aylarda aldıkları hamsi ve mezigit örneklerini 3 gün süreyle depolamışlar ve depolama sonunda pH değerini, mart ayında 6.98, mezigitlerde ise eylül ve şubat aylarında sırasıyla 6.69 ve 6.55 olarak saptamışlardır. Bu çalışmalarda belirlenen başlangıç pH değerleri, çalışma bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

5.7. Toplam Mezofil Aerob (TMBS) ve Toplam Psikrofil Aerob (TPBS) Bakteri Sayısı

Besin maddelerinde bulunan mikroorganizma sayılarının hem insan sağlığı hem de kalite bakımından önemli kriter olduğu (Karaçam, 1998) ve taze balıkta mikrobiyal floranın 6 log cfu/gr olduğu bildirilmiştir (Huss 1988, Aguilera 1992, Köse ve Erdem 2004).

Depolama başlangıcında tüm gruplarda düşük mezofilik aerobik bakteri sayısı gözlenirken bu sayı depolama süresince tüm örneklerde artış göstermiştir. Depolamanın 13. gününde CK, CB, NK ve NB gruplarında mezofilik aerobik bakteri sayıları sırasıyla 6.36, 6.98, 6.57, 6.95 log cfu/g olarak belirlenmiştir.

Erdem (2000), çalışmada mezofil aerob bakteri miktarını ilk gün 8.9×10^3 cfu/g iken 5. gün 1.5×10^9 olarak bildirmiştir. Kenar (2009), çalışmada, sardalyanın başlangıç mezofil sayısını 4.21 ± 0.15 log kob/g, depolamanın son günü olan 20. günde biberiye ilaveli grupta 8.80 ± 0.14 log kob/g, kontrol grubunda ise 9.27 ± 0.06 log kob/g olarak bildirmiştir. Aysel (2008), kontrol grubunun bakteri yükünün diğer gruplardan daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Depolama başlangıcında tüm gruplarda çok düşük değerlerde tespit edilen psikrofilik aerobik bakteri yükü depolamanın 13. gününde 6 log cfu/g değerini geçmemiştir. Depolamanın 13. gününde CK, CB, NK ve NB gruplarında psikrofilik bakteri sayıları sırasıyla 5.18, 4.81, 5.98, 4.61 log cfu/g olarak belirlenmiştir. Erdem (2000), çalışmada toplam psikrofil aerob bakteri miktarını ilk gün 6.4×10^4 cfu/g olarak bildirmiştir.

Genel itibariyle çalışmamızda tespit edilen mikrobiyal floranın diğer çalışma sonularıyla farklılık göstermesinin nedeni balık türüne, kullanılan antioksidana ve miktarına, bölge ve sıcaklık farklılıklarına bağlı olduğu düşünölmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Buzdolabı koşullarında temizlenmiş ve temizlenmemiş hamsi balıklarına biberiye ekstraktının etkisinin araştırıldığı bu çalışmada yapılan duyuusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakıldığında, biberiye ekstraktında bekletilerek depolanan grupların (CB, NB), kontrol gruplarından (CK, NK) daha iyi kalitede olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). İç organların çıkarılıp çıkarılmamasına göre karşılaştırıldığında ise iç organları çıkarılarak biberiye ekstraktında bekletilen grubun (CB), iç organları çıkarılmadan biberiye ekstraktında bekletilenlerden (NB) daha geç bozulduğu belirlenmiştir.

Satın alınan biberiyelerde mikrobiyolojik yükün olduğu ve balıklara muamelesi sonucunda bu yükün balıklara geçmiş olabileceği düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan kuru biberiyenin demleme işleminden önce, mümkünse steril hale getirilmesi, birkaç kez yıkanarak kullanılması ya da çalışmalarda biberiye eterik yağının kullanılmasının bu olumsuzlukların önüne geçebileceği düşünülmektedir.

Dört grup incelendiğinde, raf ömrü sıralaması iyiden kötüye sıralandığında, CB, NB, CK ve NK olarak belirlenmiştir. İç organların çıkarılması ve biberiye ilavesinin hamsi balıklarında bozulmayı geciktirdiği tespit edilmiştir.

Organik gıdaların kullanımının her geçen gün arttığı pazar ekonomisinde, doğal antioksidan kullanımının daha avantajlı ve tüketici tercihinin önceliğinde olduğu tespit edilmiş bu nedenle bazı ülkelerde suni antioksidanların kullanımı yasaklanmıştır.

Doğal kaynaklarımızın daha verimli kullanılması, av miktarının fazla olduğu dönemde fiyatı çok ucuz olan ve taze olarak tüketimi mümkün olmayan hamsi balığının daha uzun süre depolanması için doğal antioksidan kullanılması faydalı olacaktır. Bu tür çalışmaların diğer doğal antioksidanlarla da yapılması tavsiye edilmektedir.

Dondurma ve tütsüleme gibi değişik teknolojilerde de ürüne hem değişik aroma kazandırmak hemde ürünün depolama süresini arttırmak için bu tür çalışmaların yapılması faydalı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Aguilera, J.M., Francke, A., Figueroa, G., Bornhardt, C., Cifuentes, A. 1992. Preservation of minced pelagic fish by combined methods. *Int. J. Food Sci. Technol.* 27: 171-177.
- Ahn J., Grun I.U., Mustapha A. 2007. Effects of plant extracts on microbial growth, color change and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiology* 24 (1), pp. 7-14.
- Akgül, A. 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:15. Ankara.
- Akgül, A., Ayar, A. 1993. Yerli baharatların antioksidan etkileri. *Doğa-TR. J. of Agriculture and Forestry.* 17: 1061-1068.
- Akhtar, P., Gray, J.L., Gornaa, E.A., Booren, A.M. 1998. Effect of dietary components and surface application of oleoresin rosemary on lipid stability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated and frozen storage. *Journal of Food Lipids*, 5: 43-58 s.
- Aksnes, A., Brekken, B. 1988. Tissue degradation, amino acid liberation and bacterial decomposition of bulk stored capelin. *Journal of Science Food Agric*, 45, 53-60.
- Akşiray, F. 1987. Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı, İ.Ü Rektörlüğü Yayınları, No: 3490, S. 811, II. Baskı, İstanbul.
- Altuğ, T. 2001. Gıda Katkı Maddeleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir.
- Anonim 1987. Ülkemizdeki Bazı Orman Tali Ürünlerinin Teşhis ve Tanıtım Kılavuzu. Tarım Orman ve Köyisleri Bakanlığı, Yayın No: 659, Seri No: 8. Ankara (Alınmıştır: Aysel 2008)
- Anonim, 2003. Rosemary Extract. PLT Press. Winter. (Alınmıştır: Aysel, 2008).
- Anonim, 2009. Dış Ticaret İstatistikleri T.C. Başbakanlık Ankara
- Anonim, 2010. http://www.feap.info/pisces/hottopics/advant0_en.asp (Erişim tarihi: 08.06.10)
- Anonim, 2010. <http://www.beslenme.saglik.gov.tr> (Erişim tarihi: 14.05.10)
- Antonacopoulos, N., Vyncke, W. 1989. Determination of volatile basic nitrogen in fish, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 189, 309-316.
- AOAC, 1998. Official method 971.14, trimethylamine nitrogen in seafood colorimetric method in hungerford jm chapter editor. Fish and other marine products in

- cunniff, p. eds. official methods of analysis of aoac international, chapter 35, p 7.
- AOAC, 1984. Official methods of analysis 14th. ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Ashie, I.N.A., Smith, J.P. Simpson, B.K. 1996. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 87–121.
- Ayas, D. 2006. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve sardalya (*Sardina pilchardus*)’nın sıcak tütsülenmesi sonrasındaki kimyasal kompozisyon oranlarındaki değişimleri. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/3): 343346.
- Aysel, M.B. 2008. Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) ve mercanköşk (*Origanum Onites L.*) bitkilerindeki antioksidan aktivite potansiyellerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 58 s.
- Baird-Parker, T.C. 2000. The production of microbiologically safe and stable foods. Aspen Publishers.
- Banyai, E.S., Tulok, M.H., Hgedüs, A., Renner, C., VargaI. S. 2003. Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarium officinalis L.*) clones. *Acta Biologica Szegediensis*. 47 (1-4): 111-113.
- Barbut, S., Josephson, D.B. Maurer, A. J. 1985. Antioxidant properties of rosemary oleoresin in turkey sausage. *Journal of Food Science*, 50 (5); 1356–1359, 1363.
- Baygar, T., Özden, Ö., Üçok, D. 2004. Dondurma ve çözündürme işleminin balık kalitesi üzerine etkisi. *Turk J Vet Anim Sci* 28 173-178.
- Bayrak, A. 2006. Gıda aromaları. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 268-273, Ankara
- Bayraklı, B. 2009. Balık tazeliğinin balıkunu kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 126 s.
- Bling, E.G Dyer, W.J. 1959. A rapid methods of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Phiys*, 37, 911-917.
- Botta, J.R. 1994. Freshness quality of seafoods: a review: seafoods: chemistry processing tecnology and quality, UK, Chapman & Hall, 0 7514 0218 4.
- Bracco, U., Löliker, J. Viret, J.L. 1981. Production and use of natural antioxidants. *J Amer. Oil. Chem. Soc.*, 1981(58); 686–90.
- Brut, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253.

- Chang, S.S., Ostic-Matijasovic, B., Hsieh, O.A.L., Huang, C.L. 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J Food Sci*, 42; 1102–1106.
- Cobb, B.F., Venderzont, G. 1975. Development of a chemical test for shrimp quality. *Journal of Food Science*, 40, 121-124.
- Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G., Pors, J. 1980. Splipidage of fish from hong kong at different storage temperatures. *Trop. Sci.*, 22, 367-382.
- Cuvelier, M.E. 1996. Antioxidative Activity and Phenolic Composition of Pilot Plant and Society, 73 (5), 645- 652.
- Çaklı, Ş. 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üni. Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi yayın no: 76, Bornova, İzmir.
- Çarbaş, A. 2008. Potasyum sorbat uygulamasının vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 105 s.
- Çelikkale, M.S. 1988. Türkiye hamsi balığı üretimi ve avlama teknolojisinde gelişmeler. Karadeniz’de Hamsi Balıkçılığı ve Sorunları Sempozyumu, Mart 1988, İstanbul, 23-39. (Alınmıştır: Kayalı, 1998).
- Dadalıoğlu, I., Evrendilek, G. A. 2004. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), Bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish Lavender (*Lavandula stoechas* L.) and Fennel (*Foeniculum vulgare*) on Common Foodborne Pathogens. *Jornal of Agriculture Food Chemistry*, 52, 8255-8260.
- Dang, M.N., Takacsova, M., Nguyen, D. V. Kristianova, K. 2001. Antioxidant activity of essential oils from various spices. *Nahrung/Food*, 45 (1); 64-66.
- Dapkevicius, A., Venskutonis, R., Van Beek, T. A., Linseen, P.H. 1998. Antioksidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 77, 140-146.
- Djenane, D., Escalante, A. S., Beltran, J.A., Roncales, P. 2002. Ability of α - tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 76; 407-415.
- Duman, E. 2006. Türkiye Balıkçılığı (Süm 318) Ders Notu, Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ. 64 s.

- Durling, N.E., Catchpole, O.J., Grey, J.B., Webby, R.F., Mitchell, K.A., Foo, L.Y., Perry, N.B. 2007. Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol-water mixtures. Food Chemistry, 101, 1417-1424.
- Duyar, H.A. 2000. İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi pallas*, 1811) kas ve yumurtasının kimyasal kompozisyonu ve kroket yapımı üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 118 s.
- Duyar, H.A., Gargacı, A., Keskin, İ. 2010. Buzlu ve buzsuz depolanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) balığının buzdolabı koşullarında raf ömrünün belirlenmesi. 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı, Haziran, Trabzon.
- Dziezak, J.D. 1986. Preservatives: Antioxidants. Food Technol., September, 94-102. El Marrakchi, A.E., Bennour, M., Bouchritı, N., Hamama, A. & Tagafatit, H. 1990. Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice, Journal of Food Protection, 53, 600–605.
- El Marrakchi, A.E., Bennour, M., Bouchritı, N., Hamama, A., Tagafatit, H. 1990. Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice, Journal of Food Protection, 53, 600–605.
- Erdem, M.E. 2000. Hamsi ve mezzit balıklarının buz ile muamele edilip buzdolabında saklanması kalite üzerine etkisi açısından geleneksel yöntemle karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 58 s.
- Ergün, S., Yiğit, M., Türker, A. Önal, U. 2006. Yavru kalkan balığının (*Psetta maeotica*) beslenmesinde taze hamsinin değerlendirilmesi. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. Cilt/Volume 23. Ek/Suppl. (1/2): 219-222.
- Erkan, N. 2002. Soğukta depolanan bazı balık cinslerinde kullanılan koruyucu katkı maddelerinin raf ömrüne etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 51 s.
- Erkan, N. 2003. Verderb von fisch und fischwaren- Chemische und Mikrobiologische Veränderungen und Gefahren, Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung, 55(11), 254-258.
- Erkan, N., Özden, Ö. 2008. Quality assessment of whole and gutted sardine (*Sardine pilchardus*) stored in ice, International Journal of Food Science and Technology, 43(9), 1549-1559.

- Feldhusen, F. 2000. Review: The role of seafood in bacterial foodborne diseases, *Microbes and Infection*, 2 (13), 1651–1660.
- Galdos, A., Albrecht-Ruiz, M., Maldonado, A.S., Minga, P. 2002. Fat content of peruvian anchovy (*Engraulis ringens*), after “El Niño” phenomenon (1998--1999). *Journal of Food Composition and Analysis*. 15, 627–631.
- Genç, Y. 2007. Son 20 yılda Türkiye’deki hamsi avcılığı. SUMAE Yunus Araştırma Bülteni 7:2, Haziran.
- Gimenez, B., Roncales, P., Beltran, J. A. 2004. The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality characteristics of gilt- sea bream fillets (*Spratus aurata*) Packaged in A Modified Atmosphere. *Journal of Science and Food Agriculture*, 84, 1053-1060.
- Goulas, A.E., Kontaminas, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 100, 287-296.
- Gökoğlu, N. 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P. 2004. Use of eye fluid refractive index in sardine (*sardina pilchardus*) as a freshness indicator. *European Food Research Technology*, 218,295–297.
- Gram, L. Huss, H.H. 1996, Microbiological spoilage of fish and fish products, *International Journal of Food Microbiology*, 33 (1), 121–137.
- Gram, L., Huss, H.H. 2000. Part II. Microbiological ecology of different types of food. Chapter 21. Fresh and Processed Fish and Shellfish. P.472-497. Editor. Lund, B.M., Baird-Parker, T.C., Gould, G.W. In. *The Microbiological Safety and Quality of Food*, Volume 1. Springer, ISBN: 0834213230, 9780834213234.
- Gram, L., Dalgard, P. 2002. Fish spoliage bacteria problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, Elsevier Science, 13, 262-266.
- Gram, L., Trolle, G., Huss, H.H. 1987. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0°C) and high (20°C) temperatures, *International Journal of Food Microbiology*, 4, 65–72.
- Grigorakis, K., Taylor, K.D.A., Alexis, M.N. 2003. Seasonal patterns of spoilage of icestored cultered gilthead Sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*, 81, 263-268.

- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Egridir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta.
- Haaland, H., Arnesen, E., Njaa, L. R. 1990. Amino acid composition of whole mackerel (*Scomber scombrus*) stored an aerobically at 20°C and at 2°C, International Journal of Food Science and Technology, 25, 82-87.
- Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V., Gelman, A. 2003. Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of fresh water reared Asian bass fish (*Lates calcarifer*). Journal of Food Protection, 66(3), 410-417.
- Huss, H.H. 1988. Fresh fish quality and quality changes, FAO Fisheries Series, No. 29. Rome: FAO
- Huss, H.H. 1994. Assurance of Seafood Quality, FAO Fisheries Technical Paper, 334, 46-47.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Lcke, E., Vivanco, J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Acimum Accessions. Food Chemistry. 83:547-550.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S., Heinonen, M. 1999. Antioxidanat activity of planat extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 47: 3954-3962.
- Karaçam, H., Kutlu, S., Boran, M. 1998. Trabzon'da satılan mezgit balıklarının mikrobiyolojik kaliteleri üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 83-88 s.
- Karaman, S., Digrak, M., Ravid, U., İlçim, A. 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. Journal of Ethnopharmacology, 76,183-186.
- Kayahan, M. 2003. Yağ Kimyası, Bölüm 1 Lipitlerin Kimyasal Yapısı. ODTÜ Geliştirme Vakfı, Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları 220 s.
- Kayalı, E. 1998. Karadeniz ekosistemindeki hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758), istavrit (*Trachurus mediterraneus*) balıklarının biyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 256 s.
- Keitzman, U., Priebbe, K., Rakov, I.D., Reichsteir, K. 1969. Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin, 368 s.

- Kırpık, M. 2005. Çukurova bölgesi kıraç ve taban arazi koşullarında yetiştirilen biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Adana. 110 s.
- Köse, S., Erdem. M.E. 2004. An investigation of quality changes in anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) stored at different temperatures. Turk J Vet Anim Sci 28 575-582
- Liu, H.F., Booren, A.M., Gray, J.I. Crackel, R.L. 1992. Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. Journal of Food Science, 57 (4); 803 – 806.
- Lopez-Bote, C.J., Gray, J.I., Gomaa, E.A., Flegal, C.J. 1998. Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. British Poultry Science. 39: 235-240.
- Löliger, J. 1983. Natural antioxidants. In J. C. Allen, ve R. J. Hamilton (Eds.), Rancidity in foods (pp. 89–107). London: Applied Science Publishers. London.
- Ludorff, W., Meyer, V. 1973. Fische und fischerzeuge. Z. Auflage. Verlag Paul Parey In Berlin und Hamburg, 209-210.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shik, S.I., Dong-Suk, C., Suzuki, T., 2004. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. Food Chemistry, 21, 656-662.
- Nakatani, N., Inatani, R. 1981. Structure of Rosmanol a New Antioxidant from Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L), Agricultural Biological Chemistry, 45 2385–6.
- Nassu, R.T, Gonçalves, L.A. G, Pereira da Silva, M.A.A., Beserra, F.J. 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. Meat Science 63; 43–49.
- Nawar W. W. 1985. Lipids. Food Chemistry, OR Fennema (ed), pp. 139-244, Marcel Dekker Inc., New York.
- Oehlschlager, J. 1981. Variation der ghelte an fluchtigen stickstoffgehaltenen basen und “TVB-N” in Retbersch. Fischals Lebensmittel, 53, 33-34.
- Ólafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I.M., Henahan, G., Nielsen, J., Nilsen, H. 1997. Methods to evaluate fish freshness in research and industry, Trends in Food Science and Technology, 8, 258–265.

- Oluwatuyi, M., Kaatz, G. W., Gibbons, S. 2004. Antibacterial and resistance modifying activity of *Rosmarinus officinalis*. *Phytochemistry*, 65, 3249–3254.
- Öksüz, A. 2001. Buzda depolama esnasında atlantik uskumrularındaki tazelik değişimi. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Hatay.
- Özyılmaz, A. 2007. Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 56 s.
- Pazos, M., Alonso, A., Fernandez-Bolanos, J., Torres, J.L., Medina, I. 2006. Physicochemical properties of natural phenolics from grapes and olive oil by products and their antioxidant activity in frozen horse mackerel fillets. *Journal of Agricultural Chemistry*, 54, 366-373.
- Rac, M. Ostric, B. 1955. Les proprietes antioxiogenes du romarin. *Rev Franc Corps Gras*, 2; 796–803.
- Regenstein, J.M., Regenstein. 1991. C.E. Assessing fish quality. introduction to fish technology. An Osprey Book,; 90-103.
- Richheimer, S.L., Bernart, M.W., King, G.A., Kent, M.C. Bailey, D.T. 1996. Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. *J.*
- Rodríguez, Ó., Losada, V., Aubourg, S.P., Barros-Velázquez, J. 2004. Enhanced self-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity, *Food Research International*, 37, 749–757.
- Rodríguez, Ó., Losada, V., Aubourg, S.P. Barros-Velázquez, J. 2005. Sensory, microbial and chemical effects of a slurry ice system on horse mackerel (*Trachurus trachurus*), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 235–242.
- Sanchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltran, J. A. Roncales, P. 2001. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58; 421-429.
- Santana, L.S.A., Mancini-Filho, J. 2000. Influence of the Addition of Antioxidants in Vivo on the Fatty Acid Composition of Fish Fillets. *Food Chemistry*, 68, 175-178.

- Sebranek, J.G., Sewalt, V.J.H., Robbins, K.L. Houser, T.A. 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, 69; 289 – 296.
- Serdaroğlu, M., Felekoğlu, E. 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) Mince. *Journal of Food Quality*, 28, 109–120.
- Sezgin, N. 2006. Adaçayı (*Salvia spp.*) bitkisinde antioksidan maddelerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 62 s.
- Shahidi, F. 1994. Seafood processing by-products: Seafoods: Chemistry Processing Technology and Quality, Chapman & Hall, UK, 0 7514 0218 4.
- Sherwin E.R. 1990. Antioxidants. Food Additives, AL Branen, PM Davidson and Salminen (eds), Marcel Dekker Inc., New York. pp. 139-191.
- Sidhu, K.S. 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38, 336-344.
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., Burt, J. R. 1990. Postharvest biochemical and microbial changes: Seafood: Resources nutritional composition and preservation, CRC Pres, Boca Raton, Florida, 55-75.
- Sikorski, Z.E., Pan, B.S. 1994. Preservation of seafood quality: Seafoods: Chemistry Processing Technology and Quality, Chapman & Hall, UK, 0 7514 0218 4.
- Simon, J.E., Chadwick A.F, Craker L.E., 1984. Herbs: An Indexed Bibliography. 1971-1980. The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone. Archon Books, 770 pp.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A.R., Simonic, M., Knez, Z. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89: 191-198.
- Smitd, E.J., Gorris, L. G. M. 1999. Natural antimicrobials for food preservation. In: Rahman, M.S. Handbook of Food Preservation.
- Stoick, S.M., Gray, J. L., Booren, A. M. Buckley, D. J. 1991. Oxidative stability of restructured beef steaks processed with oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone, and sodium tripoliphosphate. *Journal of Food Science*, 56 (3); 597–600.

- Suja, K.P., Jayalekshmy, A., Arumughan, C. 2004. Free Radical Scavenging Behavior of Antioxidant Compounds of Sesame (*Sesamum indicum* L.) in DPPH System, Journal of Agricultural and Food Chemistry 52, 912–915.
- Tassou, C.C., Drosino, E. H. Nychas, G. J. E. 1995. Inhibition of resident microbial flora and pathojen inocula on cold fresh fish fillets in olive oil, oregano, and lemon juice under modified atmosphere or air. Journal of Food Protection, 59, 31-34.
- Tewari, R. Virmani, O.P.1987. Chemistry of Rosemary Oil. C.I.M.A.P. India, 9 (4), p.185-198.
- Torre, J., Lorenzo, M.P., Martinez-Alcazar M.P., Barbaras, C. (2001). Simple High Performance Liquid Chromatography Method for α -tocopherol Content. Journal of Chromatography A, 919, 305-311.
- Trojakova L., Reblova Z., Pokorny J. 2000. Degradation of tocopherols in rapeseed oil with rosemary extract under different conditions. Czech Journal of Food Science., 18, 175–176.
- TÜİK, 2010. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Su Ürünleri 2009 Sayı:122 7 Temmuz 2010 10:00
- Tuley De Silva, K. 1996. A manual on the essential oil industry. united nations industry development organization, Vienna.
- Turp, G.Y. 1999. Tavuk köfterlerinde askorbik asit, α -tokoferol/askorbik asit ve biberiye ekstraktı kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 84 s.
- Tülsner, M. 1994, Fischverarbeitung. bd.1 – rohstoffeigenschaften von fisch und grundlagen der verarbeitungsprozesse, Hamburg Behr's Verlag, 3-86022-196-5.
- Tzikas, Z., Amvrosiadis, I., Soutos, N., Georgakis, S. 2007. Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece), Food Control, 18, 251-257.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E., Vasiliadou S. 1997. Effectiveness of natural rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. Z Lebensm Unters Fors ch A, 205: 93-96.
- Varlık, C., Heperkan, D. 1990. Hamsinin buzda muhafazası. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 4, (1), 53-58.

- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği, No: 17, 4-5.
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Üçok Alakavuk, D., 2007. Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, ISBN: 975-404-771-5.
- Wada, S., Fang, X. 1992. The synergistic antioxidant effect of rosemary extract and tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 16, 263–74.
- WHO, 2002. Food Safety and foodborne illness. World Health Organization Fact Sheet 237, revised January, Geneva.
- Yıldırım, Ş.Y. 2004. İstanbul’da sabit pazar koşullarında satışa sunulan su ürünlerinin kalite düzeylerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 88 s.
- Yingming, P., Ying, L., Hengshan, W., Min, L. 2004. Antioxidant Activities of Several Chinese Medicine Herbs. *Food Chemistry*, 88, 347- 350

ÖZGEÇMİŞ

Aysun GARGACI 1982 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2003 yılında girdiği Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği bölümünden 2007 yılında mezun oldu. 2007 yılında Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.