

Dondurarak Depolanan Sardalya (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Kitosan ve Asetik Asit Uygulamalarının Etkileri

Teslime ÖZBAY, Deniz AYAS*

Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü

*Sorumlu yazar: ayasdeniz@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, %1 kitosan ve %1 asetik asit çözeltisi uygulamalarının, dondurularak depolanan sardalya filetolarına etkileri araştırılmıştır. Çalışmada balıklar fileto edilerek üç gruba bölünmüş ve ilk grup kontrol olarak belirlenmiştir. İkinci gruba %1 asetik asit çözeltisi, üçüncü gruba ise kitosanın %1'lik çözeltisi fileto yüzeyine püskürtme metoduyla uygulanmıştır. Tüm gruplar altı ay süresince $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, asetik asit, kitosan ve dondurularak depolamanın birlikte etkisinin, bakteri içeriğinde önemli düzeyde azalma ve kimyasal aktivitelerde ise stabilizasyon gerçekleştirdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Asetik asit, kitosan, dondurularak depolama, sardalya

The effects of the use of chitosan and asetic acid on the quality of frozen sardine fillets (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847)

Abstract

In this study, the effects of combination of use of chitosan on the quality of frozen sardine fillets were investigated in terms of sensory, biochemical (thiobarbituric acid-TBA, total volatile basic nitrogen-TVB-N) and microbiological analyses (total viable count-TVC). Fish were filleted and divided into three groups. The first group was used as the control, the second group was treated with 1% asetic acid and the third was treated with 1% chitosan. Tüm gruplar $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ over the storage period of 6 months. The results obtained from this study showed that the combination of asetic acid, chitosan, and frozen storage resulted in significant reduction of bacterial growth and stabilised the biochemical characteristics.

Key words: Asetic acid, chitosan, frozen storage, sardine

GİRİŞ

Sardalya balığı etinin yağlı olması nedeni ile sevilerek tüketilen bir balık türüdür. Su ürünleri istatistiklerine göre 2010 yılında denizlerimizden avlanan sardalya balığı miktarı 27 bin 639 ton olup, bu değer toplam avlanan deniz balığı miktarının %6.9'unu oluşturmaktadır (TÜİK, 2010).

Taze olarak tüketime sunulmayan balıkların uzun süreli muhafazasında çeşitli işleme teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Bu işleme teknolojilerden ise en yaygın kullanılanı ise tazeye yakın formda ürün sunumu olan dondurma teknolojisidir. Dondurma teknolojisi, balık etindeki biyokimyasal değişimleri ve mikrobiyal gelişimi yavaşlatarak dayanıklılığı sağlamakta, ancak sardalya gibi yüksek yağ içeren balıklarda lipid oksidasyonu probleminin yaşanmasına da neden olmaktadır. Balık ve balık ürünlerinde bu problemin önüne geçilebilmek amacıyla koruyucu maddeler kullanılmaktadır. Bu maddeler sahip oldukları antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri nedeni ile balığın raf ömrünün uzamasına da yardımcı olmaktadır. Bu amaçla kullanılan koruyucu maddelerden

biriside kitosandır. Balık filetolarında mikrobiyal gelişimi (Alak ve ark., 2010, Duan ve ark. 2010, Jeon ve ark., 2002), duyu kalite kayıplarını (Fan ve ark., 2009) ve kimyasal kalite (TVB-N, TBA ve TMA) değişimlerini yavaşlatmasının yanı sıra toksik olmaması, doğada kolayca parçalanabilmesi ve yenilebilir bir madde olması nedeni ile kitosan araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Fan ve ark., 2009, Duan ve ark., 2010, Muşabak, 2008).

Kitosan, omurgasızlar, böcekler, mantar, yengeç ve karides gibi canlıların kabuklarına dayanıklılık kazandıran kitinin, alkali ortamda deasetilasyonu ile elde edilen bir poliaminosakkarittir [β -(1, 4)-2-amino-2-deoksi-D-glikopiranoz]. Kitosan, asetik asit gibi asidik çözeltilerde çözülerek uygulamalarda kullanılmaktadır (Fernandez-Kim, 2004, Khor 2001). Asetik asit çözeltisi aynı zamanda marinat teknolojisinde balıkların raf ömrü üzerine olumlu etki yapmasından dolayı da tercih edilmektedir (Kılınc ve Çaklı, 2004).

Bu çalışmada ekonomik öneme sahip sardalya (*Sardinella aurita*) filetolarının raf ömrü üzerine kitosan ve asetik asit uygulamasının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Depolama süresi sonunda filetolar üzerindeki gözlenen etkinin sadece kitosan çözeltisinden mi yoksa kitosan çözeltisinin hazırlanmasında kullanılan asetik asit çözeltisinden mi kaynaklandığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu şekilde ekstra bir vurguya gerek yok sanırım, kitosanın hazırlanmasında kullanılan asit çok küçük bir ölçü birimdir ve dayanıklılığa katkısının burada önemli olmadığını düşünüyorum. Sarı markalı kısımların çıkarılması uygun olacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Balık materyali

Araştırmada kullanılan sardalya balıkları Mersin Balık Pazarı'ndan temin edilerek soğuk taşıma kaplarında Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Balıklar öncelikle musluk suyu altında yıkanarak temizlenmiş, el ile filetoları çıkarıldıktan sonra ise tekrar yıkanarak ve fazla sularını süzdürmek için yaklaşık 5 dakika oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Çalışmada ortalama 13.85 ± 2.08 cm boy ve 22.53 ± 5.46 gram ağırlığındaki balıklar kullanılmıştır.

Kitosan ekstraksiyonu

Çalışmada kitosan eldesi için materyal olarak mavi yengeç (*Callinectes sapidus*) kabukları kullanılmıştır. Mersin Balık Pazarından temin edilen ortalama 500 ± 30 g ağırlığındaki mavi yengeç karapaksları, laboratuvara getirilerek musluk suyu altında yıkanmış daha sonra 70°C 'de 24 saat kurumaları için kurutma fırınında bekletilmiştir. Kabuklardan kitosan ekstraksiyonu Chang ve ark., 1997'nin kullandığı yöntemle yapılmıştır. Bu amaçla, öncelikle kabuklar yapısındaki proteinlerin uzaklaştırılabilmesi için 2.5 N'lik sodyum hidroksit çözeltisi içinde 6 saat bekletilmiş, ardından minerallerin uzaklaştırılabilmesi için ise 1.7 M HCl çözeltisinde 6 saat tutulmuştur. Güneşte bekletilerek uygulanan renksizleştirme işlem basamağı sonrasında, kitin olarak alınan örnekler deasetilasyon (asetil gruplarının çıkarılması) amacı ile %40'lık NaOH çözeltisinde bekletilmiştir. Her işlem basamağı sonrasında örnekler bol su ile yıkanarak 70°C 'ye ayarlanmış kurutma fırınında kurutulmuştur.

Kitosan ve Asetik asit Uygulamaları

Fileto haline getirilen balıklar kontrol, asetik asit (%1 v:v) ve kitosan çözeltisi (%1 w:v) uygulanması amacıyla üç gruba ayrılmıştır. Daha sonra %1'lik asetik asit (v/v) çözeltisi ve %1'lik asetik asit çözeltisinde çözündürülerek hazırlanan %1'lik (w/v) kitosan çözeltisi püskürtme yöntemi ile balık filetolarının her iki tarafına uygulanmıştır. Püskürtme işlemi tamamlandıktan sonra, kontrol grubu ile beraber filetolar bir süre oda sıcaklığında bekletilmiş ve daha sonra (yaklaşık 3 dakika) buzdolabı poşetlerine yerleştirilerek Bosch marka dondurucuda $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 6 ay depolanmıştır.

Temel besin kompozisyon analizleri

Temel besinsel kompozisyon analizleri üç tekrarlı yapılmış, protein içeriği Kjeldahl metoduna (AOAC, 1984) göre, lipit düzeyi Bligh ve Dyer (1959) metoduna göre, su ve toplam mineral madde (TMM) içeriği ise AOAC (1995) metoduna göre belirlenmiştir.

Yağ asitleri analizi

Yağ asitlerinin metil esterleri; Ichibara ve ark. (1996) tarafından modifiye edilerek geliştirilen metoda göre hazırlanmıştır. İçerisinde lipit bulunan balon jöjelere 2 mL n-heptan (Merck 1.04365.2500) ve 4 mL 2 M metanolik KOH (Merck 1.09112.1000) eklenerek tüm lipit çözücüye geçene kadar çalkalanmıştır. Daha sonra, lipit çözeltisi balon jöjelerden santrifüj işlemi için ağzı kapaklı santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Soğutmalı santrifüjde 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilen örneklerin, üst fazı pastör pipetleri ile çekilerek seyreltme tüplerine konulmuştur. Örnekler mL'sinde 20-25 µg lipit olacak şekilde heptan ile seyreltilerek enjeksiyona hazır hale getirilmişlerdir. En son, viallere aktarılan örnekler GC'ye yerleştirilerek enjeksiyonları gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonları, flame ionization detektör ve bir silica capillary SGE column (30 m X 0.32 mm ID X 0.25 µm BP20 0.25 UM, USA) içeren autosamplerlı Clarus 500 (Perkin Elmer, USA) gaz kromatografisi yardımıyla analiz edilmiştir (Şekil 3.14). Enjektör ve FID detektörün sıcaklıkları sırasıyla 220°C, 280°C'ye ayarlanmıştır. Fırın sıcaklığı ilk 5 dakika boyunca 140 °C'de tutulmuştur. Sonrasında 200 °C'ye kadar dakikada 4 °C, 200 °C'den 220 °C'ye ise dakika da 1°C artırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1µL olup, taşıyıcı gazın kontrolü 16 ps'de olması sağlanmıştır. Enjeksiyon uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu; standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanları ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

Kimyasal kalite analizleri

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) düzeyi

Antonocopoulos (1973)'un bildirdiği yöntemle göre 100 g ette mg cinsinden belirlenmiştir. Depolama süresince yağların oksidasyon durumu belirlemek için Tarladgis ve ark. (1960)'nın bildirdiği yöntem uygulanmıştır.

Mikrobiyolojik analiz

Mikrobiyolojik analizlerde, balık örneklerinde bulunan toplam canlı bakteri sayısı incelenmiştir. Analiz için her uygulama grubundan 3'er örnek kullanılmış ve her örnek için 3 tekrarlı analizler yapılmıştır. Analiz için 10 g balık örneği 90 mL ringer çözeltisi ile stomaker tipi çalkalayıcı da 2 dakika karıştırılmıştır. Elde edilenen homojen karışım Plate

Count Agar (Fluka 701529)'a 0.1 mL'lik seyreltmeler yapılarak ekilmiştir. 37 °C'de 48 saat inkube edilen petrileredeki üreyen koloniler sayılarak değerlendirilmiştir.

Duyusal analiz

Duyusal analizler Paulus ve ark. (1979) tarafından bildirilen yönteme göre 1-9 skalasına göre gerçekleştirilmiştir.

İstatistik analizi

İstatistik analizler SPSS 16.0 paket programında yapılmış olup, karşılaştırmalar one-way anova-duncan yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Besin kompozisyonu analizleri

İnsan ve hayvan beslenmesinde gıdanın sahip olduğu besin madde kompozisyonu büyük öneme sahiptir. Balık kasının besin kompozisyonunu oluşturan protein, yağ, kül ve nem içeriği tür, cinsiyet, boy, yaş, avlama mevsimi, göç, beslenme durumuna bağlı olarak değişim göstermektedir (Kılınç, 1998). Bu nedenle çalışmamızda öncelikle deney materyali olarak kullanılan taze sardalya filetoalarının besin madde kompozisyonları tespit edilmeye çalışılmıştır. Taze sardalya filetoalarının %ham protein, lipit, TMM ve su değerleri sırasıyla %18.93, 7.52, 1.57 ve 72.01 olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Sardalya filetoalarının temel besin kompozisyonu (%)

	$\bar{X} \pm S_x$
Protein	18,93±0,37
Lipit	7,52±0,25
TMM	1,57±0,04
Su	72,01±0,09

$\bar{X} \pm S_x$: Aritmetik Ortalama \pm Standart Sapma

Balık kasında bulunan protein miktarı ortalama %15-20 arasındadır. Bu değer türlere göre %15'in altında olabileceği gibi %28'in üzerinde de olabilir (Aitken ve ark., 2001). Farklı çalışmalarda %ham protein değeri taze *Sardina pilchardus*'ta %15.5-18.6 değerleri arasında bulunurken (Nunes ve ark., 1992, İhm ve ark., 1992, Kılınç 1998), *Sardinella longiceps* filetoalarında ise %16.9 (Mohan ve ark., 2012) olduğu bildirilmiştir. Araştırmamızda sardalya filetoalarının ham protein bulguları diğer araştırmacıların bulgularına yakın bulunurken, Aitken ve ark. (2011)'in bildirdiği gibi balık kasında bulunan ortalama protein değerleri içerisinde yer almıştır.

Sardina pilchardus filetoalarında yağ içeriği yapılan çalışmalarda %1.6-22.4 değerleri arasında yer alırken (Nunes ve ark., 1992, İhm ve ark., 1992 Kılınç, 1998), *Sardinella longiceps* filetoalarında ise % 6.8 (Mohan ve ark 2012) olduğu bildirilmiştir. Çalışmalarda bildirilen lipit düzeyleri ile araştırmamızda elde edilen lipit düzeyleri benzerlik göstermektedir.

Yapılan çalışmalarda *Sardinella longiceps* filetoalarının toplam mineral madde (TMM) içeriğinin %1.4 olduğu (Mohan ve ark., 2012), *Sardina pilchardus* filetoalarında ise bu değer %1.2-3.9 aralığında (Nunes ve ark, 1992, Kılınç 1998, İhm ve ark 1992) olduğu

tespit edilmiştir. Bildirilen TMM düzeylerinin bu çalışmada elde edilen düzeyler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Balık kasının su içeriği balık türü, vücut bölgesi, yağ içeriğine göre değişim göstermektedir. Beyaz etli balıklarda fileto ağırlığının %80'nini su oluştururken, yağlı balıklarda bu değer %70'e kadar düşüş göstermektedir (Aitken ve ark 2001). Bazı araştırmacılar *Sardinella longiceps* filetolarında su içeriğini %75.2 (Mohan ve ark 2012) olarak, *Sardina pilchardus*'ta ise % 58.2-78.6 (Nunes ve ark 1992, Ihm ve ark 1992, Kılınç, 1998) değerleri arasında yer aldığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada sardalya filetolarında belirlenen su düzeyi ile araştırmacıların tespit ettikleri su düzeylerinin benzer olduğu görülmektedir.

Çalışmada kullanılan *Sardinella aurita*'nın yağ asitleri kompozisyonu Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Sardalya filetolarının yağ asitleri kompozisyonu (%)

SFA	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	MUFA	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	PUFA	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
C12:0	1.74±0.37	C14:1	0.08±0.00	C18:2n6	1.45±0.10
C14:0	11.39±0.28	C15:1	0.03±0.00	C18:3n6	0.04±0.00
C15:0	0.02±0.00	C16:1	14.19±0.69	C18:3n3	1.48±0.06
C16:0	18.00±1.19	C17:1	0.09±0.00	C20:2 cis	0.96±0.03
C17:0	0.05±0.02	C18:1n9	4.17±0.22	C20:4n6	2.67±0.10
C18:0	3.79±0.25	C18:1n7	5.73±0.12	C20:5n3	14.76±0.53
C20:0	0.15±0.00	C20:1	0.13±0.01	C22:2 cis	0.06±0.00
C22:0	0.05±0.02	C22:1n9	0.11±0.01	C22:6n3	8.69±0.23
ΣSFA	35.19	ΣMUFA	24.53	ΣPUFA	30.11

$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$: Aritmetik Ortalama ± Standart Sapma

Sardinella aurita'nın dominant yağ asitleri; doymuş yağ asitlerinden, miristik asit (C14:0, %11.39), palmitik asit (C16:0 %18.00) ve stearik asit (C18:0, 3.79) ten oluşmuş, tekli doymamış yağ asitlerinden ise palmitoleik asit (C16:1, %14.19), oleik asit (C18:1 n-9, %4.17) ve oktadesenoik asit (C18:1 n-7, %5.73) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2 n-6, %1.45), araşidonik asit (C20:4 n-6, %2.67), cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 n-3, %14.76), cis-4,7,10,13,16,19-dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 n-3, %8.69) olarak belirlenmiştir. Sardalya da belirlenen dominant yağ asitleri birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Özoğul ve Özoğul 2007, Njinkoue ve ark., 2002). Bu çalışmada besin kompozisyonu açısından sardalyanın yüksek protein ve lipit (Tablo 1) içerdiği, özellikle insan beslenmesinde önemli rol alan uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (Tablo 2) açısından zengin olduğu belirlenmiştir.

Kimyasal kalite analizleri

Depolama süresince gıdaların sahip olduğu fizikokimyasal değişimler o ürünün raf ömrünün belirlenmesinde kullanılmaktadır. Raf ömrü; gıdanın tüketime kadar iyi kalitesini sürdürdüğü zaman dilimidir. Raf ömrünü, depolama sıcaklığı, balık türü, işleme yöntemi ve paketleme şekli gibi birçok faktör etkilemektedir (Doyle 1989).

Dondurulan balıkların -18 C de 6 aylık depolanması süresince sardalya filetolarının TVB-N (mg/100 g) değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Sardalya filetolarının dondurularak depolanması süresince TVB-N değerlerinde meydana gelen değişimler (mg/100 g)

Ay	kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	%1 asetik asit $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	%1 kitosan $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
0	19.39±0.20 ^a	19.39±1.20 ^a	19.39±1.20 ^a
1	22.11±0.74 ^a	21.10±0.39 ^a	21.01±0.61 ^a
2	24.99±0.34 ^b	23.24±0.36 ^a	22.99±0.13 ^a
3	26.70±0.12 ^b	24.13±0.4a	23.82±0.20 ^a
4	29.33±0.19 ^c	26.22±0.31 ^b	25.15±0.20 ^a
5	31.22±0.33 ^c	27.77±0.21 ^b	26.14±0.31 ^a
6	33.24±0.26 ^c	29.41±0.13 ^b	27.81±0.27 ^a

$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$: Aritmetik Ortalama \pm Standart Sapma

Her satırda farklı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel farklılık bulunmaktadır (p<0.05).

Filetoların 19.39 mg/100 g olan başlangıç TVB-N değeri depolama süresince artış göstererek bu süre sonunda kontrol, asetik asit ve kitosan grubunda sırası ile 33.24 mg/100 g, 29.41 mg/100 g ve 27.81 mg/100 g'a ulaşmıştır. Tüm grupların TVB-N sonuçları karşılaştırıldığında kitosan grubunun TVB-N değeri diğer gruplara kıyasla daha düşük bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 3). Deniz ve tatlı su balıklarının tazelik derecesinin belirlenmesi amacıyla uygulanan analizlerden biri TVB-N analizidir. Balık ve balık ürünlerinde mikrobiyal aktivite sonucunda protein ve protein olmayan nitrojenli bileşiklerin yıkılması sonucunda uçucu bazlar oluşmaktadır (Yerlikaya ve ark., 2005). Kietzman ve ark (1969), balık ve balık ürünlerindeki TVB-N değerinin 35 mg/100 g ve üzeri olması durumunda ürünler "bozulmuş" olarak sınıflandırırken, Ababouch ve ark. (1996) *Sardina pilchardus* için TVB-N tüketim sınırının 25-35 mg TVB-N 100 g⁻¹ olduğunu bildirmiştir. Balık türlerine koruyucu madde uygulaması yapmaksızın yapılan depolama çalışmalarında TVB-N değerinin depolama süresince değişim gösterdiği vurgulanmıştır. No frost şartlarda 140 gün depolanan *Sardina pilchardus*'un 16.80 mg/100g olan başlangıç TVB-N değeri 19.60 mg/100g'a yükselmiştir (Çaklı ve ark., 2003). Dondurularak 9 ay depolanan çipura balığının 14-14.4 mg/100 g olan başlangıç TVB-N değeri 29.6-32.3 mg/100 g'a ulaştığı Çaklı (1996) tarafından tespit edilmiştir. Doğal koruyucu eklenerek yapılan depolama çalışmalarında koruyucuların TVB-N miktarı üzerine olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir. %1 ve %2'lik biberiye ekstraktı uygulanan sardalya filetolarının 20.59 mg/100 g olan başlangıç TVB-N değeri 6 aylık dondurularak depolama sonrasında kontrol grubunda 24.34 mg/100 g, %1 biberiye ekstraktı uygulanan grupta 23.16 mg/100 g ve %2 uygulanan grupta 21.89 mg/100 g'a ulaşmıştır (Özoğul ve ark., 2011). %2 kitosanla kaplanan *Sarda sarda* filetolarının +4 °C'de 12 gün depolanması süresince kitosanla kaplanan grubun TVB-N değerinin kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu belirtilmiştir (Muşabak, 2008). Mevcut çalışmamızda kitosan uygulanan sardalya filetolarının TVB-N bulguları diğer çalışmalar tarafından desteklenmektedir. Çalışmamız ile benzer çalışmaların sonuçları kıyaslandığında tazelik kriteri olarak kullanılan TVB-N değerini etkileyen en önemli faktörün koruyucu madde varlığı olduğu açıkça görülmektedir.

Sardalya filetolarının 6 ay dondurularak depolanması esnasında TBA (mg malonaldehit/kg) değerlerinde meydana gelen değişimlerin, istatistiksel analiz sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Sardalya filetolarının dondurularak depolanması süresince TBA değerlerinde meydana gelen değişimler (mg Malonaldehit/kg)

Ay	kontrol $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	%1 asetik asit $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	%1 kitosan $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
0	0.99±0.12 ^a	0.99±0.12 ^a	0.99±0.12 ^a
1	1.39±0.25 ^a	1.49±0.24 ^a	1.75±0.27 ^a
2	1.69±0.17 ^a	1.99±0.14 ^b	1.88±0.09 ^{ab}
3	3.45±0.11 ^c	3.16±0.12 ^b	2.73±0.07 ^a
4	4.64±0.16 ^b	2.49±0.16 ^a	2.56±0.09 ^a
5	6.88±0.23 ^b	1.92±0.13 ^a	1.86±0.05 ^a
6	7.81±0.25 ^c	1.56±0.03 ^b	1.31±0.03 ^a

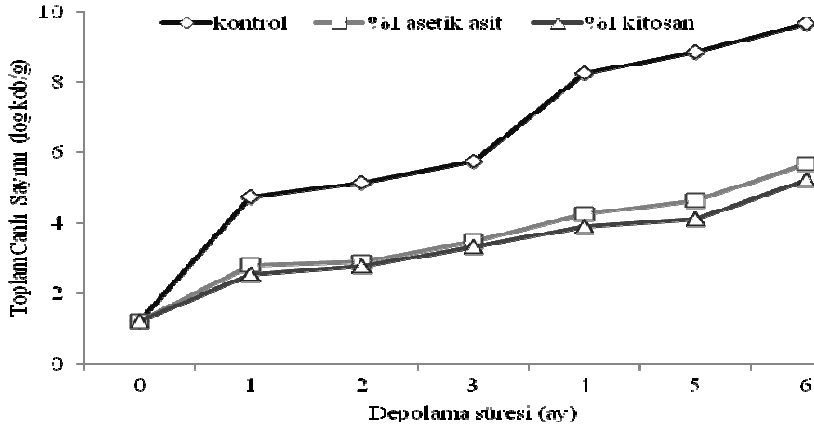
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$: Aritmetik Ortalama \pm Standart Sapma

Her satırda farklı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel farklılık bulunmaktadır ($p < 0.05$).

Filetoların 0.99 mg malonaldehit/kg olan başlangıç TBA değerleri 6 aylık depolama süresi sonunda kontrol grubunda 7.81 mg malonaldehit/kg'a, asetik asit grubunda 1.56 mg malonaldehit/kg'a ve kitosan grubunda ise 1.31 mg malonaldehit/kg'a ulaşmıştır. Kontrol grubunun TBA değeri depolama süresince istatistiksel olarak artış göstermiştir. TBA sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde asetik asit ve kitosan grubunun depolama süresince tespit edilen TBA değeri kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde düşük bulunmuştur (Tablo 4). TBA değeri, özellikle yağlı balıklarda yağların acılaşıma (oksidasyon) derecesini belirlemede yaygın kullanılan bir indikatördür. TBA değerindeki artış ortam sıcaklığının düşürülmesi, değişik antioksidanların eklenmesi ya da farklı ambalajlama şekilleri ile yavaşlatılabilmektedir (Soyer, 1995). Balık ve balık ürünlerinde TBA tüketim sınırınının 7-8 mg malonaldehit/kg arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993). Herhangi bir koruyucu madde eklenmeden doğrudan depolanan balıklar üzerine yapılan çalışmalarda ise farklı sonuçlar elde edilmiştir. No frost şartlarda 140 gün depolanan *Sardina pilchardus*'un 0.50 mg MA/kg olan başlangıç TBA değeri 4.76 mg MA/kg'a ulaşmıştır (Çaklı ve ark., 2003). Dondurularak 9 ay depolanan çipura balığının 0.21-0.74 mg MA/kg olan başlangıç TBA miktarı 2.90-4.20 mg MA/kg'a yükselmiştir (Çaklı, 1996). Levrek filetolarının -18°C'de 9 ay depolama süresince filetoların iyi kalitelerini sürdürdükleri bildirilmiştir (Beklevik, 2005). Doğal antioksidan kullanımının da balıkların lipid oksidasyonu üzerine olumlu etkilerinin olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. %1 ve %2'lik biberiye ekstraktı uygulanan sardalya filetolarında 0.79 mg MA/kg olan başlangıç TBA değerinin, 6 aylık dondurularak depolama sonrasında kontrol grubunda 9.23 mg MA/kg'a, %1 biberiye ekstraktı uygulanan grupta 2.79 mg MA/kg'a ve %2 uygulanan grupta 2.21 MA/kg'a yükseldiği bulunmuştur (Özoğul ve ark., 2011). %3 kitosan içeren kaplama çözeltisi uygulanan *Ophiodon elongates* filetolarında ise 4.19 mg MA/kg olan başlangıç TBA değerinin, -20°C'de 3 ay depolama sonrasında kontrol grubunda 5.83 mg MA/kg'a ulaştığı, kitosan uygulanan grubun ise 5 mg MA/kg'ın altında olduğu saptanmıştır (Duan ve ark., 2010). Sonuç olarak farklı balık türlerinin farklı lipid içeriğine sahip olması, koruyucu doğal katkı maddelerinin uygulanması, depolama koşulları ve süresi TBA sonuçlarında farklılıklara neden olabilmektedir.

Dondurularak depolanan sardalya filetolarının depolama süresince toplam canlı bakteri sayımında meydana gelen değişimler Şekil 1'de verilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak kitosan ve asetik asit uygulanan grubun kontrol grubuna kıyasla bakteri sayılarının daha yavaş geliştiği gözlenmiştir. Toplam canlı bakteri sayıları için tüketim sınır değeri

olan 7 log kob/g'a (Özturan, 2009) kontrol grubu depolamanın 4. ayından sonra ulaşmıştır. Kitosan ve asetik asit uygulanan grubun ise depolama süresi boyunca tüketilebilirlik sınır değeri içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Sardalya filetolarının depolanma süresince toplam canlı sayımında meydana gelen değişimler (log kob/g)

Mikroorganizmaların gıdalarda üremesi sonucunda kokuşma, ekşime, gaz oluşumu, çürüme ve sıvılaşma gibi duyuşal olarak fark edilen değişimler gözlenmektedir. Et ürünlerinde bozulmaya neden olan bakteriler; *Streptococcus* spp., *Bacillus* spp., *Clostridium* spp., *Lactobacillus* spp., *Micrococcus* spp., *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter-Moraxella*, *Proteus* spp. ile küf ve maya'lardır. Gıdalarda mikroorganizmaların neden olduğu bozulmaları önlemek için; gıdanın kontaminasyonunu en aza indirmek, mevcut mikroorganizmaları uzaklaştırmak, yok etmek ya da gelişimlerini önlemek gerekmektedir (Mahan, 2007). Bu amaçla gıda maddelerinin dayanıklılığını ve güvenilirliğini sağlamak için uygun yöntem ya da teknoloji kullanılmalıdır. Doğal koruyucu kullanımının, bakteri gelişimi üzerine olan etkisi üzerine birçok çalışma mevcuttur. *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* üzerine kitosan filmlerin önemli düzeyde etki ettiği bilinmektedir (Coma ve ark., 2003; Torlak ve Nizamlioğlu, 2011). Kitosan, koliform ve *Pseudomonas* spp. gibi mikroorganizmaların büyümesini engellemesine karşın laktik asit bakterileri üzerine böyle bir etki yaratmamıştır (Alteri ve ark., 2005). Özoğul ve ark. (2011), %1 ve %2 biberiye ekstraktı uygulanan sardalya filetolarının dondurularak 6 ay depolanması süresince 4.22 log kob/g olan başlangıç bakteri sayılarının artış gösterdiğini ancak tüketim sınır değerini aşmadığını saptamışlardır. Aynı araştırmacılar antioksidan uygulamanın bakteriyel gelişimi yavaşlattığını bildirilmişlerdir. %3 kitosan içeren kaplama çözeltisi uygulanan *Ophiodon elongates* filetolarının -20°C'de 3 ay depolama sonrasında kitosan kaplamanın toplam ve psikrofilik bakteri gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir (Duan ve ark., 2010). *Sarda sarda* filetolarının +4 °C'de depolama süresince kitosan ile kaplamanın etkisinin incelendiği başka bir çalışmada ise kitosan uygulanan gruplarda aerobik bakteri gelişiminin daha yavaş olduğu vurgulanmıştır (Alak ve ark., 2010). Kitosan kaplamanın *Gadus morhua* ve *Clupea harengus* filetolarında mikrobiyal büyümeyi yavaşlattığı tespit edilmiştir (Jeon ve ark., 2002). Bu çalışmada kitosan ve asetik asit uygulaması yapılan grupların depolama süresince mikrobiyal gelişimi, diğer araştırmacıların bulgularına benzer şekilde, kontrol grubuna kıyasla daha düşük düzeylerde bulunmuştur. Kitosan kaplama ürünlerin üzerinde

bir oksijen bariyeri gibi davranarak aerobik bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir (Duan ve ark., 2010). Sonuç olarak, kitosanın antimikrobiyal etki mekanizmasının tam olarak belirlenememesine rağmen negatif yüklü maddeler ile interaksyonu sonucunda bakteri, küf ve mayalara karşı etkili olabileceği yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (Kurt ve Zorba, 2005). Kitosanın bakteriyel gelişim üzerine inhibe edici etkisinin bir sonucu olarak çalışmamızda, kitosan çözeltisi uygulamanın sardalya filetolarının duyuşal ve kimyasal analiz değerleri üzerine olumlu etki yaptığı gözlenmiştir. Ayrıca kitosan ve asetik asit çözeltisi uygulanan grupların kontrol grubuna kıyasla daha iyi analiz değerlerine sahip olması, filetolar üzerine olumlu etkinin yalnızca kitosandan değil aynı zamanda asetik asitten de kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır.

Tablo 5'te depolama süresince sardalya filetolarının duyuşal analiz değerlerinde meydana gelen değişimler verilmiştir. Analiz bulgularından, balıkların duyuşal kalitelerinin depolama süresince düşüş gösterdiği saptanmıştır ($p<0.05$). Genel beğeni kriterine göre Kontrol grubunun başlangıç duyuşal değeri 9 iken, tüketilebilirlik sınır değerine depolamanın 3. ayından sonra ulaştığı belirlenmiş, benzer şekilde; asetik asit uygulanan grubun 4. aydan sonra, kitosan uygulanan grubun ise 5. aydan sonra tüketim sınırına ulaştığı gözlenmiştir.

Tablo 5. *Sardina pilchardus*'un dondurularak depolanması süresinde duyuşal değerlerde meydana gelen değişimler

Ay	Renk	Koku	Tat	Sertlik	Genel Beğeni	Grup
0	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	K
	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	AA (%1)
	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	KS (%1)
1	8.67±0.64 ^a	8.91±0.00 ^a	8.86±0.38 ^a	8.57±0.57 ^a	8.86±0.38 ^a	K
	8.40±0.50 ^a	8.88±0.48 ^a	8.86±0.38 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	AA (%1)
	8.70±0.55 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±0.00 ^a	KS (%1)
2	7.37±0.57 ^a	7.37±0.57 ^a	7.37±0.57 ^a	7.37±0.57 ^a	7.37±0.57 ^a	K
	7.67±0.57 ^a	8.00±0.00 ^{ab}	8.00±0.00 ^a	7.57±0.54 ^a	8.00±0.00 ^b	AA (%1)
	7.67±0.57 ^a	8.32±0.49 ^b	8.57±0.54 ^b	8.29±0.49 ^b	8.00±0.00 ^b	KS (%1)
3	6.50±0.00 ^a	6.57±0.57 ^a	6.57±0.57 ^a	6.57±0.57 ^a	6.57±0.57 ^a	K
	7.57±0.57 ^b	7.57±0.57 ^b	7.86±0.49 ^b	7.39±0.49 ^b	7.86±0.49 ^b	AA (%1)
	7.57±0.57 ^b	8.00±0.00 ^b	8.00±0.00 ^b	7.71±0.63 ^b	8.00±0.00 ^b	KS (%1)
4	5.33±1.03 ^a	4.44±0.70 ^a	4.12±0.52 ^a	4.44±0.80 ^a	3.77±0.59 ^a	K
	6.57±0.57 ^b	6.86±0.50 ^b	6.57±0.57 ^b	6.86±0.44 ^b	6.86±0.44 ^b	AA (%1)
	6.81±0.59 ^b	7.00±0.00 ^b	6.81±0.57 ^b	6.71±0.49 ^b	7.00±0.00 ^b	KS (%1)
5	1.97±0.92 ^a	2.44±0.45 ^a	2.49±0.59 ^a	1.87±0.57 ^a	1.87±0.57 ^a	K
	3.29±0.57 ^b	3.57±0.65 ^b	3.57±0.57 ^b	3.45±0.57 ^b	3.57±0.57 ^b	AA (%1)
	7.00±0.00 ^c	6.57±0.57 ^c	6.55±0.58 ^c	6.66±0.57 ^c	6.43±0.54 ^c	KS (%1)
6	1.77±0.57 ^a	1.39±0.57 ^a	1.00±0.00 ^a	1.11±0.12 ^a	1.00±0.00 ^a	K
	2.77±0.55 ^b	2.49±0.57 ^b	2.77±0.51 ^b	2.14±0.90 ^b	2.11±0.12 ^b	AA (%1)
	4.11±0.33 ^c	3.79±0.57 ^c	3.77±0.51 ^c	3.47±0.98 ^c	3.87±0.57 ^c	KS (%1)

$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$: Aritmetik Ortalama \pm Standart Sapma

Her sütunda her duyuşal kriter için farklı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$).

Araştırmamızda kitosan ve asetik asit uygulanan sardalya filetolarının dondurularak 6 ay depolanması süresince duyuşal analiz değerlerinde gözlenen değişimlerin kontrol grubuna kıyasla daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kitosan uygulanan grup asetik asit uygulanan gruptan daha sonra tüketim sınırına ulaşmıştır. Koruyucu madde uygulanarak yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar gözlenmiştir. Yapılan bir

çalışmada çay polifenolü ve biberiye ekstraktı ile kombine edilerek uygulanan kitosan kaplamanın *Pseudosciaena crocea*'nın kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. *Pseudosciaena crocea*'nın +4 °C depolanması süresince yapılan duyusal analiz sonuçlarından kaplama uygulanan grubun kontrol grubuna kıyasla 8-10 gün daha uzun raf ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir (Li ve ark., 2012). Kitosan (%2) kaplanan gümüş sazınının -3±1°C'de 30 gün depolanması süresince ürünlerin duyusal kalitesini sürdürdükleri bildirilmiştir (Fan ve ark., 2009).

Öneri

Çalışmada sardalyanın yüksek düzeyde protein, lipit ve uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin sahip olduğu belirlenmiş ve dondurarak depolanmasında kalite özelliklerinin korunması hedeflenmiştir. Kitosanın dondurarak depolama sürecinde hem mikrobiyolojik hemde enzimatik oksidasyonu azalttığı ve sardalyanın dondurulmasında kitosan uygulamalarının yaygınlaştırılması gerektiği önerisi yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ababouch, L.H., Souibri, L., Rhaliby, K., Ouahdi, O., Battal, M. and Busta, F.F. 1996. Quality Changes in Sardines (*Sardina pilchardus*) stored in Ice and at Ambient Temperature, Food Microbiology, 13: 123-132.
- Aitken, A., Lees, A. and Smith, G.M. 2001. Measuring Fish Composition, Torry Research Station, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Torry Advisory Note No: 89.
- Alak, G., Aras Hisar, S., Hisar, O., Kaban, G. and Kaya, M. 2010. Microbiological and Chemical Properties of Bonito Fish (*Sarda sarda*) Fillets Packaged with Chitosan Film, Modified Atmosphere and Vacuum. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 16: S73-S80.
- Altieri, C., Scrocco, C., Sinigaglia, M. and Del Nobile, M.A. 2005. Use of Chitosan to Prolong Mozzarella Cheese Shelf Life, J. Dairy Sci. American Dairy Science Association, 88: 2683–2688.
- Antonocopoulos, N., 1973. Bestimmung des Fluchtigen Basensticktoofs, In: Ludorf, W., Meyer, V. Fische und Fischerzeugnisse, Aulage Verlag Paul Parcy, Berlin und Hamburg. 224-225 s.
- AOAC, 1984. Official Methods of Analysis 14th. Ed. Association of Official Analytical chemists, Washington, DC, USA.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, AOAC International, Arlington, VA.
- Beklevik, G. 2005. Farklı Avlama Mevsimlerinin, Deniz Levreği (*Dicentrarchus Labrax* Linne, 1758)'nin Kimyasal Kompozisyonu ve Dondurularak Depolamada (-18°C) Kimyasal ve Duyusal Kalite Kriterlerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi. Adana, 112 s.
- Bligh, E.G. ve Dyer, W.J. 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917.
- Chang, K.L.B., Tsai, G., Lee, J. and Fu, W.R. 1997. Heterogeneous N-Deacetylation of Chitin in Alkaline Solution. Carbohydrate Research, 303: 327-332.
- Coma, V. Deschamps, A. and Martial-Gros, A. 2003. Bioactive Packaging Materials from Edible Chitosan Polymer—Antimicrobial Activity Assessment on Dairy-Related Contaminants. Journal of Food Science, 68 (9): 2788–2792.
- Çaklı, Ş. 1996. Doğadan Avlanan ve Ağ Kafeslerde Yetiştirilen Çipura (*Sparus aurata*, 1758) Balıklarının Dondurularak Muhafazası Üzerine Bir Araştırma. Gıda. 21 (4): 243-250.

- Çaklı, Ş. Tokur, B., Çelik, U. ve Taşkaya, L. 2003. No-Frost Koşullarda Depolanan Sardalya Balıklarının (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Değerlendirilmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 20 (1-2): 87-93.
- Doyle, J.P. 1989. Seafood Shelf Life as a Function of Temperature. Alaska Sea Grant Marine Advisory Program. 30: 1-5.
- Duan, J., Jiang, Y., Cherian, G., and Zhao, Y., 2010. Effect of Combined Chitosan-Krill Oil Coating and Modified Atmosphere Packaging on The Storability of Cold Stored Lingcod (*Ophiodon elongates*) Fillets, Food Chemistry, doi: 10.1016/j.foodchem.2010.03.065.
- Erkan, N., 2002. Soğukta Depolanan Bazı Balık Cinslerinde Kullanılan Koruyucu Katkı Maddelerinin Raf Ömrüne Etkisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. and Chi, Y. 2009. Effects of chitosan Coating on Quality and Shelf Life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry, 115: 66-70.
- Fernandez-Kim, S.O. 2004. Physicochemical and Functional Properties of Crawfish Chitosan as Affected by Different Processing Protocols. A Master Thesis, Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Seoul National University. 99 s.
- Ichibara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K. ve Nakayama, T. 1996. An Improved Method for Rapid Analysis of The Fatty Acids of Glycerolipids, Lipids, 31: 535-539.
- Ihm, C.W, Kim, J.S., Joo, D.S. and Lee, H.E., 1992. Processing and Quality Stability of Precooked Frozen Fish Foods: (II) Quality Stability of Sardine Burger, Hanqok Nonghwakak Hoechi, J. Korean Agric. Chem. Soc. 35 (4): 260-264.
- Jeon, Y.J., Kamil, J.Y.V.A. and Shahidi, F. 2002. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod. J. Agric. Food Chem. 50: 5167-5178.
- Khor, E. 2001. Chitin: Fulfilling a Biomaterials Promise. Department of Chemistry, National University of Singapore, Republic of Singapore, Elsevier Science Ltd., The Boulevard, Langford Lane Kidlington, Oxford OX5 1 GB, UK. First Ed., ISBN:0 08 0440185,135 s.
- Kılınç, B. 1998. Dondurularak Depolanmış Sardalya Balıklarında (*Sardina Pilchardus*, W.1992) Kimyasal, Fiziksel, Duyusal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD, İzmir. 98 s.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş. 2004. Marinat Teknolojisi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 21 (1-2): 153-156.
- Kietzman, U., Priebe, K., Rakow, D., Reichstein, K., 1969. Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag, Hamburg Berlin. 176-368.
- Kurt, Ş. ve Zorba, Ö. 2005. Kitin (Chitin), Kitosan (Chitosan) ve Türevlerinin Gıdalarda Kullanım Olanakları. Gıda, 30 (6): 371-378.
- Li, T., Hu, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J. and Li, X. 2012. Coating Effects of Tea Polyphenol and Rosemary Extract Combined with Chitosan on the Storage Quality of Large Yellow Croaker (*Pseudosciaena crocea*). Food Control, 25: 101-106.
- Mahan, F.I. 2007. Kitosanla Kaplanmış Soyulmuş Sosislerin mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömürlerinin Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul. 82 s.
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Lalitha, K.V. and Srinivasa Gopal, T.K. 2012. Effect of Chitosan Edible Coating on the Quality of Double Filleted Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*) During Chilled Storage, Food Hydrocolloids, 26: 167-174.
- Muşabak, C. 2008. Kitosanla Kaplama ve Modifiye Atmosfer Ambalajlamanın Palamut (*Sarda Sarda*) Filetolarının Kimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 32 s.
- Njinkoue, J.M., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, E.M. ve Samb, A. 2002. Lipids and Fatty Acids in Muscle, Liver and Skin of Three Edible Fish from the Senegalese Coast: *Sardinella madarensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. Comparative Biochemistry and Physiology Part B 131: 395-402.

- Nunes, M.L., Batista, I. and Campos, R.M. 1992. Physical, Chemical and Sensory Analysis of Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. J.Sci.Food Agric., 59: 37-43.
- Özoğul, Y. ve Özoğul, F. 2007. Fatty Acid Profiles of Commercially Important Fish Species from The Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry, 100: 1634-1638.
- Özoğul, Y., Durmuş, M., Balıkçı, E., Özoğul, F., Ayas, D. ve Yazgan, H. 2011. The Effects of the Combination of Freezing and the Use of Natural Antioxidant Technology on the Quality of Frozen Sardine Fillets (*Sardinella aurita*). International Journal of Food Science and Technology. 46: 236-242.
- Özturan, S. 2009. Vakum Ambalajda Pişirilmiş (Sous Vide) Balıkta Kalite ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 94s.
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L. & Geidel, H. 1979. Kritische Betrachtungen Zur "Bewetenden Pru" fung Mit Skale" Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorischen Analyse. Lebensmittel- Wissenschaft & Technologie, 12: 52-61.
- Soyer, A., 1995. Dondurulmuş Kolyoz (*Scomber japonicus*) Balıklarında Lipit Oksidasyonu Üzerine Bazı Antioksidanların ve Vakum Paketlemenin Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Tarladgis, B. Watts, B.M. and Yonathan, M., 1960. Distilation Method for the Determination of Malonaldehyde in Rancidty Food. J. American Oil Che. Soc., 37(1): 44-48.
- Torlak, E. ve Nizamloğlu, M. 2011. Uçucu Yağ İçeren Yenilebilir Kitosan Filmlerinin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7 Üzerine Etkinlikleri. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 17: S125-S129.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2010. Su Ürünleri İstatistikleri 2010. 72 s. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., ve Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17. İstanbul.
- Yerlikaya, P., Gökoğlu, N., and Uran, H., 2005. Quality Changes of Fish Patties Produced from Anchovy during Refrigerated Storage. European Food Research and Technology. 220: 287-291.