

ÖN İŞLEMSİZ DONMUŞ DEPOLANAN (-22± 1 °C) HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) VE PALAMUT (*Sarda sarda*, Bloch 1793) BALIKLARININ DUYUSAL, BESİNSEL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bengünur Çorapçı*

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Akliman, Sinop, Türkiye

Geliş / Received: 21.06.2018; Kabul / Accepted: 15.10.2018; Online baskı / Published online: 12.12.2018

Çorapçı, B. (2018). Ön işlemsiz donmuş depolanan (-22± 1 °C) hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) balıklarının duyusal, besinsel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *GIDA* (2018) 43 (6): 1075-1090 doi: 10.15237/gida.GD18068

Çorapçı, B. (2018). *The sensory, nutritional, chemical and microbiological properties of without pre-treatment frozen stored (-22± 1 °C) anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) and bonito (*Sarda sarda*, Bloch 1793) meats.* *GIDA* (2018) 43 (6): 1075-1090 doi: 10.15237/gida.GD18068

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) balıklarının ön işlemsiz donmuş depolama süresince duyusal, besinsel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesidir. Palamut balıkları buzdolabı poşetlerine konularak, hamsi balıkları ise polistiren tabaklara konularak ve ardından streç film ile kaplanarak paketlenmiştir. Her iki grup da -22±1°C'de 12 ay depolanmıştır. Besin kompozisyonu, pH, su aktivitesi, TVB-N, TBA ve mikrobiyolojik analizler taze balıkta (0. gün) ve dondurulmuş balıklarda (12 ay sonu), peroksit analizi, aminoasit ve yağ asitleri analizleri dondurulmuş balıklarda (12 ay sonu) ve duyusal analizler ise 0. gün, 6. ay ve 12 ay sonunda gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; ön işlemsiz olarak buzdolabı poşetlerinde depolanan palamut balıklarının -22± 1°C'de 12 ay sonunda dahi duyusal açıdan tüketilebilirlik özelliklerini koruduğu, polistiren tabaklara konularak streç film ile paketlenen hamsi balıklarının ise 6 ayın sonunda duyusal olarak bozulduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Palamut, hamsi, dondurma, duyusal, besinsel, kimyasal, mikrobiyolojik

THE SENSORY, NUTRITIONAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF WITHOUT PRE-TREATMENT FROZEN STORED (-22± 1 °C) ANCHOVY (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) AND BONITO (*Sarda sarda*, Bloch 1793) MEATS

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the sensory, nutritional, chemical and microbiological properties of two fish species, anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) and bonito (*Sarda sarda* Bloch 1793), without pre-treatment at frozen storage period. Bonito samples were then packed into freezer bags and anchovy samples were place into styrofoam plates and then wrapped with cling wrap. Both groups were stored at -22 ± 1 °C during 12 month. Analysis of nutritional composition, pH, water activity, TVB-N, TBA and microbiological analyzes in fresh fish (0. day) and frozen fish (12 months), peroxide analysis, amino acid and fatty acid analyzes in frozen fish (end of 12 months) and sensory analyses were carried out at the end of day 0, month 6 and month 12. It was determined that bonito samples stored in refrigerator bags maintained consumable properties even after 12 months at -22±1 °C, and the anchovy samples that placed into styrofoam plates and then wrapped with cling wrap deteriorated as sensory properties at the end of 6 month.

Keywords: Bonito, anchovy, freezing, sensory, nutritional, chemical, microbiological

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ bengucorapci@hotmail.com,

☎(+90) 368 287 6265

☎(+90) 368 287 6268

GİRİŞ

Deniz balıkları, içerdiği protein, yağ, vitamin ve mineraller açısından yüksek besin değeri olan besin kaynaklarıdır. Ayrıca, yüksek oranda doymamış yağ asitleri (HUFA, EPA, DHA) içermektedir. İnsan yaşamında, anne karnından yaşlılık evresine kadar olan her aşamada n-3, n-6 yağ asitleri ve temel aminoasitler son derece önemli ve vücudun ihtiyacı olan organik bileşenlerdir (Fidanbaş vd., 2015). Yağlı balık türlerinden biri olan hamsi balığı, bütün avlanma sezonu boyunca önemli miktarda EPA ve DHA içermektedir (Öksüz ve Özyılmaz, 2010). Çoğunlukla Karadeniz bölgesinde yaşayan insanlar için temel protein kaynaklarından biridir. Ucuz olmasının yanında, birçok çeşitte tüketilebilme olanağının olması tercih edilebilirliğini oldukça arttırmaktadır (İnanlı vd., 2011; İnat vd., 2013). Palamut balığı da benzer şekilde ülkemizde, taze ve işlenmiş olarak çok severek tüketilen bir besindir. Taze tüketiminin yanı sıra, dondurularak muhafaza edildikten sonra arzu edildiği şekilde hazırlanıp, tüketilebilir. Ayrıca lakerda ve tuzlama gibi şekillerde tüketilmektedir (Gargacı, 2014). Avlanan deniz balıkları miktarları içerisinde TÜİK (2017) verilerine göre palamut balığı (*Sarda sarda*, Bloch 1793) miktarı 2016 yılında 39,459.6 ton, hamsi balığı (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ise 102,565.2 ton olarak bildirilmiştir.

Dondurma işlemi taze balık ve diğer su ürünleri için en çok tercih edilen muhafaza metodlarından biridir. Ancak bu muhafaza tekniği dondurulacak ürünün kalitesi en üst tazelik derecesinde iken etkili olabilmektedir. Donmuş su ürünlerinin kalitesi direkt olarak dondurulacak ham materyalin kalitesi ile ilişkilidir (Dinstel, 2013). Dondurularak muhafazayı etkileyen temel faktörler arasında ham materyal dışında uygulanan ön işlemler, donma hızı, dondurma sıcaklığı, glazeleme, depolama sıcaklığı, depolama şartları, depolama süresi, paketlenme, transport ve çözündürme sayılabilir (Varlık vd., 2004). Hamsi ve palamut gibi yağlı balıklar çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) yüksek düzeyde içerebildiğinden (Bayır vd., 2006; Güner vd., 1998; Balçık Mısır vd., 2014; Kocatepe ve Turan, 2012) donmuş depolama sırasında yağların bozulmasına karşı

oldukça hassastır (Aranda vd., 2006). Otoksidasyon ve hidrolitik bozulma biyokimyasal değişikliklerin temel sebebidir. Donmuş depolama sırasında balık oksijen ile temas ettiğinde yağlar acılaştır ve sonuç olarak istenmeyen tat değişiklikleri meydana gelebilir (Gunderson, 1984; Nazemroaya vd., 2011). Günümüzde, insanların besinlerini doğal durumlarına en yakın tüketme yönündeki eğilimleri besinlerin donmuş durumda depolanmasının daha çok yaygınlaşan bir teknoloji olmasını sağlamıştır. Gelişen teknoloji sayesinde su ürünleri de, avcılığının bol yapıldığı dönemlerde daha ucuza temin edilerek pratik olarak evde hazırlanıp kolaylıkla buzdolaplarında dondurularak depolanabilir (Çaklı vd., 2003). Dondurma işlemi için streç film ile paketlenen vakum paketlenmeden sonra gelen en iyi ikinci paketlenme metodu olarak bildirilmektedir. Diğer bir popüler paketlenme metodu ise buzdolabı poşetleri olarak gösterilmektedir (Dinstel, 2013). Özellikle kıyasal kesimlerde yaşayan insanlar buzdolabı poşeti ve streç film gibi paketlenme metodları kullanarak hamsi ve palamut gibi belirli dönemlerde avlanan balıkları dondurularak saklamaktadırlar. Dondurma teknolojilerinde uygulanan ön işlemler dondurularak muhafazayı etkileyen temel faktörler olmasına rağmen, evlerinde dondurucularına balık atıp muhafaza eden çoğu insanın bu bilgilerden yoksun olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, $-22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki ön işlemsiz donmuş depolama süresince hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793) balıklarının duyuusal, besinsel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada Karadeniz bölgesinde (Sinop) 2015 yılında (Ocak) avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve palamut (*Sarda sarda*) balıkları kullanılmıştır. Toplam ağırlığı 5 kg olan palamut ve hamsi balıkları, avlandıktan 5-6 saat sonra içi buz dolu polistiren kutularla laboratuara getirilmiştir. Çalışmada ortalama boyları 29.5 ± 0.70 cm ve ortalama ağırlıkları 295.04 ± 23.74 g olan palamut

balıkları ile ortalama boyları 10.86 ± 0.66 cm ve ortalama ağırlıkları 7.78 ± 1.36 g olan hamsi balıkları kullanılmıştır.

Paketleme ve Depolama

Çalışmada kullanılan balıklar yıkama vb. işlemlere tabi tutulmamıştır. Palamut balıkları 30x40 cm büyüklüğündeki buzdolabı poşetlerine ortalama 295.04 ± 23.74 g olarak konulmuştur. Hamsi balıkları ise $22,5 \times 13,5 \times 2,7$ cm büyüklüğündeki polistiren tabaklara ortalama 763.16 ± 30.79 gr konularak ve üzerleri streç film ile kaplanarak paketlenmiştir. Paketlenen örnekler ön soğutmaya ve şoklamaya tabi tutulmaksızın, günümüzde no-frost olarak da bilinen, direkt ürün depolanmasında sıkça kullanılan $-22 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 12 ay boyunca depolanmıştır. Örnekler daha sonra oda koşullarında (25°C 'de 1 saat) çözündürülmüş ve analizlere alınmıştır. Analizler taze balıkta ve 12 ay depolanan balıklarda olmak üzere aminoasit ve yağ asitleri analizleri hariç, 2 tekerrür 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Besin Kompozisyonu Analizleri

Protein (AOAC, 1980a, metot no: 38012), yağ (Bligh & Dyer, 1959) ve kül (AOAC, 1980b, metot no: 16196) analizleri belirtilen metotlara göre, nem analizi ise Ludorf ve Meyer'e (1973) göre yapılmıştır.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

pH ölçümleri Werkstätten 82362 Weilheim, Germany marka pH metre ile (Curran vd., 1980) su aktivitesi ölçümleri ise Novasina LabSwift marka su aktivitesi cihazı ile (AOAC, 1980) gerçekleştirilmiştir. pH ölçümlerinde her bir örnek için 3 kez, su aktivitesi ölçümlerinde ise 5 kez okuma yapılmış ve okunan değerler kaydedilmiştir. TVB-N değeri Antonacopoulos tarafından modifiye edilen Lucke ve Geidel metoduna göre (Hall, 1992), TBA değeri ise Tarladgis vd., (1960)'a göre yapılmıştır. Peroksit sayısı analizi, AOCS Official Method Cd 8-53'e göre TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezine gönderilerek yaptırılmış, sonuçlar meq O₂/kg yağ cinsinden verilmiştir (Anonymous, 1989).

Aminoasit Analizi

Örneklerin aminoasit analizleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezine gönderilerek

yaptırılmış, sonuçlar g/100 g olarak verilmiştir (Dimova, 2003).

Yağ Asitleri Analizi

Örneklerin yağ asitleri analizleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezine gönderilerek yaptırılmış, sonuçlar % olarak verilmiştir (Demirtaş vd., 2013).

Mikrobiyolojik Analizler

Aseptik koşullarda 10 gr balık eti alınarak, Stomacher cihazında (Mayo/HG 400) 5 dk boyunca homojenize edilmiş ve örnek 90 mL %0.85'lik serum fizyolojik ile karıştırılarak ekim için dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam mezofilik aerobik ve psikrofilik aerobik bakteriler için Plate Count Agar (PCA) (Merck), Toplam maya ve küf için Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck) ve Toplam koliform bakteriler için ise Violet Red Bile Agar (VRBA) (Merck) besiyerleri kullanılmıştır. Ekimler standart yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri için 28°C 'de 2 gün, toplam maya ve küf için 28°C 'de 4 gün, toplam koliform bakteri için 37°C 'de 1 gün inkübe edilmiştir (Anonymous, 2005). Toplam psikrofil bakteriler için ise 7°C 'de 10 gün inkübasyon süresi uygulanmıştır (AOAC, 2000).

Duyusal Analiz

Duyusal analizler deneyimli 5 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Örnekler panelistlere ayçiçeği yağında kızartıldıktan sonra sunulmuştur. Panelistler örnekleri görünüş, koku, tat ve tekstür özellikleri bakımından değerlendirmiş ve buna göre ortalamalar hesaplanarak genel kabul edilebilirlik puanı oluşturulmuştur. Puanlama skalasına göre; toplam puanlamada 20 'mükemmel', 19.9-18.2 'çok iyi', 18.1-15.2 'iyi', 15.1-11.2 'orta', 11.1-7.2 'kabul edilebilir' ve 7.1-4.0 'bozulmuş' olarak nitelendirilmiştir (Neuman vd., 1983).

İstatistiksel Analiz

Örneklerin istatistiksel analizlerinin değerlendirilmesinde Minitab 17 (Minitab Inc. USA) programı kullanılmıştır. Yapılan analizler arasındaki farklar varyans analizleri (ANOVA) ile duyusal analiz sonuçları ise parametrik olmayan

Friedman testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ($P < 0.05$). (Özdamar, 2015).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Besin kompozisyonu

Taze ve $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 12 ay boyunca depolanan palamut ve hamsi balıklarının besin kompozisyonuna ait değerler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Buna göre; protein, yağ, nem ve kül içerikleri bakımından taze ve dondurarak depolanmış palamut balıkları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Bununla beraber, protein, nem ve kül değerleri bakımından taze ve dondurarak depolanmış hamsi balıkları arasında istatistiksel fark gözlenmezken, yağ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Çizelge 1. $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait besin kompozisyonu analiz sonuçları

Table 1. Nutrient composition analysis results of the bonito and anchovy samples stored at $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ during 12 month

	Taze palamut (raw bonito)	12 ay depolanan palamut (raw bonito stored during 12 month)	Taze hamsi (raw anchovy)	12 ay depolanan hamsi (raw anchovy stored during 12 month)
Protein (g/100g) Protein (g/100g)	19.08±0.00 ^a	18.65±0.63 ^a	17.15±0.63 ^a	16.62±0.62 ^a
Yağ (g/100g) Fat (g/100g)	6.88±0.02 ^a	7.24±0.24 ^a	9.28±0.18 ^b	10.77±0.03 ^a
Nem (%) Moisture(%)	73.01±0.01 ^a	72.70±0.00 ^a	72.56±1.08 ^a	71.43±0.00 ^a
Kül (%) Ash (%)	1.02±0.00 ^a	1.14±0.03 ^a	0.95±0.03 ^a	0.82±0.00 ^a

±Standart hata. Aynı satırda gruplar arasındaki farklı harfler istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

±Standard error. Different letters between groups are statistically significant in the same row. ($P < 0.05$).

Palamut ve hamsinin dondurularak depolanması ile ilgili çeşitli çalışmalar (Turan ve Erkoyuncu, 2004; Aydın, 2011; Orak ve Kayışoğlu, 2008) yapılmış ancak en fazla 6-9 aya kadar yapılan bu çalışmalarda besin kompozisyonu ile ilgili veriye rastlanmamıştır. Lakshmisha vd., (2008) hint uskumrusunu (*Rastrelliger kanagurta*) $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de çabuk dondurma uyguladıktan sonra $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolamışlardır. 3 aylık depolama süresince besin kompozisyonunda önemli farklar bulunmadığı bildirilmiştir. Beklevik vd., (2005) $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 9 ay süreyle depolanan deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758) filetolarında çalışmamıza benzer şekilde depolama sonunda yağ oranının arttığını ve nem oranının azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda yağ miktarının depolama süresine bağlı olarak artış göstermesinin sebebinin, depolama ve çözündürme ile meydana gelen su kaybıyla ilişkili oransal bir artış olduğu düşünülmektedir.

Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Taze ve $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 12 ay boyunca depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait pH, su aktivitesi (aw), TVB-N, TBA ve peroksit sayısı değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Orak ve Kayışoğlu (2008), $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de şoklayıp, $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 9 ay buzdolabı poşetlerinde depoladıkları hamsi balıklarının depolama sonu pH değerini 6.30 olarak bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada; $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de şoklanmış ve plastik kaplarda üzeri folyo kağıt ile kapatılarak $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış hamsi balıklarının pH değeri depolamanın 5. ayı 6.68 olarak bildirilmiştir (Boran, 1991). pH değerinin taze balık eti için 6.0-6.5 arasında, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 6.8-7.0 arasında olmasına rağmen, bu değer depolama süresine bağlı olarak yavaş yavaş yükseldiği ve kesin bir kriter olmadığı bildirilmiştir (Varlık vd., 1993). Bu nedenle çalışmamızda pH değerinin 12 aylık depolama süresine bağlı olarak yükseldiği ve kalite

Donmuş depolanan Hamsi ve Palamut balıklarının bazı kalite parametreleri

kriteri açısından tek başına değerlendirilmesinin uygun olmayacağı düşünülmektedir.

Çizelge 2. -22 °C'de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 2. Physical and chemical analysis results of bonito and anchovy samples stored at -22°C during 12 month

	Taze palamut (<i>raw bonito</i>)	12 ay depolanan palamut (<i>raw bonito stored during 12 month</i>)	Taze hamsi (<i>raw anchovy</i>)	12 ay depolanan hamsi (<i>raw anchovy stored during 12 month</i>)
pH <i>pH</i>	6.50±0.02 ^b	7.44±0.01 ^a	6.10±0.01 ^b	7.43±0.03 ^a
Su aktivitesi (aw) <i>Water activity (aw)</i>	0.98±0.00 ^a	0.96±0.00 ^b	0.97±0.00 ^a	0.96±0.00 ^a
TVB-N (mg/100 g) <i>TVB-N(mg/100 g)</i>	12.87±0.08 ^b	27.76±0.02 ^a	8.94±0.12 ^b	15.31±1.37 ^a
TBA (mg malonaldehit/kg) <i>TBA (mg malonaldehyde/kg)</i>	0.95±0.03 ^b	1.33±0.03 ^a	2.13±0.01 ^b	22.26±1.19 ^a
Peroksit sayısı (mEq O ₂ /kg) <i>Peroxide number (mEq O₂/ kg)</i>	-	50.03±0.02	-	325.65±5.65

±Standart hata. Aynı satırda gruplar arasındaki farklı harfler istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

±Standard error. Different letters between groups are statistically significant in the same row. ($P < 0.05$).

Su aktivitesi, gıda maddelerindeki suyun yapıya ne şekilde bağlı olduğunu, bazı kimyasal ve enzimatik reaksiyonlarla mikrobiyolojik faaliyetler için kullanılabilirlik durumunu ve derecesini belirlemektedir (Akbulut ve Karagözlü, 2012). Taze balık ya da et ürünlerinde su aktivitesi değeri 0.98-0.99 arasında belirtilmektedir (Yiğit, 1983; Temiz, 1998; Şengör, 2004). Palamut balığı için depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli iken ($P < 0.05$), hamsi balığı için önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Külcü (2017) 0, 2 ve 4 °C'de 7 gün boyunca muhafaza edilen bütün palamut balıklarının su aktivitesi değerlerini 0.99 civarında olduğunu ve muhafaza süresine bağlı olarak bu değerlerin istatistiksel açıdan önemli olmadığını bildirmiştir. Bir başka çalışmada; -25 °C'de dondurulan ve -20 °C'de 3 ay süresince depolanan ve farklı koşullarda çözündürülen palamut balığına ait su aktivitesi değerlerinin 0.98-0.99 arasında değiştiği bildirilmiştir (Turan vd., 2015). Donmuş balıkta depolama sıcaklığı sabit tutulmaya özen gösterilmesine rağmen,

sıcaklıktaki minimal değişimler dahi çevresel nemin değişmesine ve gerekli nemin balıktan karşılanmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu durum balıkta su kaybına ve dolayısıyla da su aktivitesi değerlerinin değişmesine neden olabilmektedir (Turan vd., 2015). Çalışmamızda su aktivitesi değerinin 0.96 değerine düşmesinin 12 aylık depolama süresine bağlı olarak bu durumla ilgili olduğu söylenebilir.

Balık etinde TVB-N değeri 25 mg/100 g için çok iyi kalitede, 30 mg/100 g için iyi kalitede, 35 mg/100 g için pazarlanabilir kalitede ve 35-100 mg/100 g için ise bozulmuş olarak nitelendirilmektedir (Gökalp, 1993). Çalışmamızda TVB-N değerlerinde depolama süresince meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli olsa da ($P < 0.05$) her iki balık türünde de TVB-N değerleri 'çok iyi' kalite sınırları içerisinde kalmıştır.

Orak ve Kayışoğlu (2008), -40 °C'de şoklayıp, -26 °C'de 9 ay buzdolabı poşetlerinde bütün halde depoladıkları hamsi balıklarının depolama sonu TVB-N değerini 29.19 mg/100 g olarak bildirmişlerdir. Turan ve Erkoyuncu (2004), bütün olarak dondurulan palamut balıklarının TVB-N değerinin 22.7-23.4 mg/100 g seviyesine çıktığını ancak 6 aylık depolama süresi sonunda bile çok iyi kalite sınırı özelliği olan 25 mg/100 g değerini aşmadığını bildirmişlerdir. Cheng Lin ve Saint Lin (2005) -20 C'de alüminyum folyoya sararak, 4 ay depolanan palamut filetolarının TVB-N değerini 23.3 mg/100 g olarak ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlar ile diğer çalışma sonuçları kıyaslandığında palamut balığı TVB-N değerlerinin nispeten birbirine yakın olduğu, hamsi balığı değerlerinin ise çalışmamızdaki değere göre yüksek olduğu söylenebilir. Ancak her iki balık türünde de başlangıç TVB-N değerleri, uygulanan işlemler, paketleme, depolama şartları, sıcaklıkları ve süreleri gibi faktörler nedeniyle çalışmadaki değerlerin tek başına değerlendirilmesinin daha doğru olacağını düşünülmektedir.

Yağlı balıkların kalitesi yağın oksidasyonu nedeniyle çok hızlı bir şekilde bozulabilmektedir. Balık etinde meydana gelen birincil yağ oksidasyonunun belirtisini veren ve peroksit değeri olarak ölçülen yağ oksidasyonunun birincil ürünü yağ asidi hidroperoksitidir. Birincil oksidasyon süresince oluşan hidroperoksitler oldukça değişkendir ve ürün tadında acılaşmaya sebep olan volatil ürünlerinden aldehitler, ketonlar ve alkollere yıkılırlar. İkincil oksidasyonun derecesi malonaldehit miktarının ölçümü ile belirlenir (Viji vd., 2016).

Su ürünlerinde TBA değeri iyi bir üründe 3-5 mg malonaldehit/kg olarak belirtilirken, tüketilebilirlik sınır değerinin 7-8 arasında olduğu ifade edilmektedir (Schomüller 1969). Çalışmamızda hamsi balığında ise 12 aylık depolama sonrasında TBA değeri dikkat çekici şekilde yükselerek, 22.26 mg malonaldehit/kg değerine ulaşmış ve tüketilebilirlik sınır değerinin yaklaşık 3 kat üzerine çıkmıştır (P <0.05). Taze palamut ve hamsi balığının peroksit değeri verilerinin alınma imkanı olmamıştır. Peroksit

sayısı tüketilebilirlik sınır değeri 8 mEq O₂/kg olarak ifade edilmektedir (Gökalp vd., 1993). Çalışmamızda palamut ve hamsi balıklarının 12 aylık depolama sonunda peroksit değerlerinin tüketilebilirlik sınır değerinin oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Cheng Lin ve Saint Lin (2005) çay ekstratı ve glaze uygulayarak, -20 °C'de alüminyum folyoya sararak depoladıkları palamut filetolarının peroksit değerleri ile ilgili olarak; donmuş balık eti ve et muhafaza işlemleri ile kıyaslamak için peroksit değerinin iyi bir indikatör olmadığını, donmuş depolamada balık etinde çoğu hidroperoksitin ortaya çıkabileceğini ve gözlenen peroksit sonuçlarının farklı depolama ve muhafaza alternatiflerini önemli derecede değiştirmedini bildirmişlerdir. Çalışmamızda 12 aylık depolama sonrası peroksit değerimizin (50.03 mEq O₂/kg), Cheng Lin ve Saint Lin (2005) 4 aylık ham palamut filetosunun peroksit değeri (52.6) ile benzer olduğu söylenebilir. Ancak depolama süresi, paketleme vb. işlem farklılıklarından dolayı peroksit değerlerinin birebir karşılaştırılmasının doğru olmayacağı düşünülmektedir.

Kocatepe vd., (2014), taze hamsi balığına ait TBA değerini 2.68 mg MDA/kg olarak tespit etmişlerdir. Bu değerin çalışmamızdaki taze hamsiye ait TBA değerine yakın olduğu söylenebilir. Bununla beraber; aynı çalışmada kontrol grubunda -30 °C'de 6 ay depoladıkları hamsi balıklarının TBA değerinin 20.62 mg MDA/kg değerine yükseldiği bildirilmiştir. Bu değeri ise çalışmamızda 12 aylık depolama sonrası 22.26 mg MDA/kg değerine yakın görünmektedir. Aradaki farkın balıkların çeşme suyuyla birkaç kez yıkanması gibi ön işlemler ve ön soğutma ve depolama gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Orak ve Kayışoğlu (2008) -40°C'de şoklayıp, -26°C'de 9 ay boyunca bütün olarak depoladıkları hamsi balıklarının TBA değerini 6.80 mg malonaldehit/kg olarak, peroksit değerini ise 7.29 olarak bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada; Yeşil çay ve üzüm çekirdeği ekstratı uygulanarak, alüminyum folyo ile paketlenen ve -18°C'de depolanan palamut filetolarının 5 aylık depolama

Donmuş depolanan Hamsi ve Palamut balıklarının bazı kalite parametreleri

süresi sonunda TBA değerlerinin tüketilebilirlik sınır değerlerini aştığı bildirilmiştir (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2010). Görüldüğü gibi uygulanan ön işlemler, paketlenme şekli, depolama sıcaklığı ve süresinin TBA değerlerini etkilediği bir gerçektir. Araştırma sonuçlarımızın daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için ön soğutma uygulanmaksızın ve geleneksel paketlenme metodları kullanılarak, 12 ay gibi uzun süreli

depolama sonucunda elde edilen veriler ile kıyaslanmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Aminoasit miktarı

Çalışmamızda -22 °C' de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait aminoasit değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. -22 °C'de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait aminoasit kompozisyonu
Table 3. Amino acid composition of bonito and anchovy samples stored at -22°C during 12 month

Aminoasit (mg/100g) <i>Amino acid (mg/100g)</i>	Palamut <i>Bonito</i>	Hamsi <i>Anchovy</i>
Alanin, <i>Alanine</i>	1080	904
Glisin, <i>Glycine</i>	786	717
Valin*, <i>Valine</i>	1005	730
Lösin*, <i>Leucine</i>	1402	1076
İzolösin*, <i>Isoleucine</i>	1172	877
Treonin*, <i>Threonine</i>	1189	701
Serin, <i>Serine</i>	901	624
Prolin, <i>Proline</i>	667	571
Arjinin*, <i>Arginine</i>	492	528
Aspartik asit, <i>Aspartic acid</i>	3617	2935
Metionin*, <i>Methionine</i>	629	450
Glutamik asit, <i>Glutamic acid</i>	3154	2600
Fenilalanin*, <i>Phenylalanine</i>	730	580
Lizin*, <i>Lysin</i>	2425	2401
Histidin*, <i>Histidine</i>	1715	742
Tirozin, <i>Tyrosine</i>	677	491
Toplam amino asit, <i>Total amino acid</i>	21.64	16.92
Toplam esansiyel amino asitler (E), <i>Total essential amino acids (E)</i>	10.75	8.08
Toplam esansiyel olmayan amino asitler (NE), <i>Total non-essential amino acids (NE)</i>	10.88	8.84
E/NE	0.98	0.91

*Esansiyel aminoasit

*Essential amino acid

Taze palamut ve hamsi balıklarının aminoasit verileri değerlendirilememiştir. Bu nedenle istatistiki bir karşılaştırma yapma olanağı olmadığından, elde edilen veriler bundan sonra yapılacak çalışmalara fayda sağlaması açısından Çizelge 3'deki hali ile verilmiştir. Aynı nedenle literatürdeki taze palamut ve hamsi değerleri ile kıyaslama yapılmıştır. Erkan vd., (2010) taze palamut balığına ait toplam aminoasit miktarını

15.693 mg/100 g olarak, hamsi balığına ait toplam aminoasit miktarını ise 9.741 mg/100 g olarak bildirmişlerdir. Çalışmamız ile kıyaslandığında aradaki farklılığın balıkların biyokimyasal ham madde kompozisyonunun yanı sıra, donmuş depolama sırasında meydana gelen kimyasal değişimlerle ilgili olduğu söylenebilir. Çalışmamıza benzer olarak; -35 °C'de 12 ay depolanan palamut dahil 10 farklı balık türünde

B. Çorapçı

aminoasit miktarlarının arttığı ve bu durumun bir tür aminoasitin diğer bir aminoasite dönüşmesinden (oksidasyon, de-aminasyon vb.) kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir (Wesselinova, 2000).

Yağ asitleri miktarı

Çalışmamızda -22 °C'de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait yağ asitleri kompozisyonları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. -22 °C'de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait yağ asitleri kompozisyonu

Table 4. Fatty acid composition of bonito and anchovy samples stored at -22°C during 12 month

Yağ asitleri (%), Fatty acid (%)	Palamut <i>Bonito</i>	Hamsi <i>Anchovy</i>
C8:0 (Kaprilik asit), <i>Caprylic acid</i>	0.14	0.06
C12:0 (Laurik asit), <i>Lauric acid</i>	0.08	0.08
C13:0 (Tridekanoik asit), <i>Tridecanoic acid</i>	0.05	0.07
C14:0 (Miristik asit), <i>Myristic acid</i>	4.92	7.44
C15:0 (Pentadekanoik asit), <i>Pentadecanoic acid</i>	0.77	1.13
C16:0 (Palmitik asit), <i>Palmitic acid</i>	17.79	20.38
C17:0 (Heptadekanoik asit), <i>Heptadecanoic acid</i>	0.70	1.05
C18:0 (Stearik asit), <i>Stearic acid</i>	4.60	4.89
C20:0 (Araşidik asit), <i>Arachidic acid</i>	0.48	1.15
C21:0 (Heneikosanoik asit), <i>Heneicosanoic acid</i>	0.07	0.12
C22:0 (Behenik asit), <i>Behenic acid</i>	0.27	0.47
C24:0 (Lignoserik asit), <i>Lignoceric acid</i>	0.15	0.15
ΣSFA	29.99	36.96
C14:1 (Miristoleik asit), <i>Myristoleic acid</i>	0.07	0.04
C16:1 (Palmitoleik asit), <i>Palmitoleic acid</i>	5.75	6.52
C24:1 (Nervonik asit), <i>Nervonic acid</i>	0.99	0.45
C18:1 n-9c (Oleik asit), <i>Oleic acid</i>	16.36	13.35
C18:1 n-9t (Elaidik asit), <i>Elaidic acid</i>	0.08	0.09
C20:1 n-9 (Eikosenoik asit), <i>Eicosenoic acid</i>	3.38	0.98
ΣMUFA	26.62	21.42
C18:2 n-6 (Linoleik asit), <i>Linoleic acid</i>	2.65	2.54
C18:3 n-3 (α-linolenik asit), <i>α-linolenic acid</i>	1.68	1.28
C18:3 n-6 (γ-linolenik asit), <i>γ-linolenic acid</i>	0.07	0.13
C20:2 (Eikosadienoik asit), <i>Eicosadienoic acid</i>	0.26	0.33
C20:5 n-3 EPA (Eikosapentanoik asit), <i>Eicosapentanoic acid</i>	5.41	8.94
C20:4 n-6 (Araşidonoik asit), <i>Arachidonic acid</i>	0.54	1.15
C22:6 n-3 DHA (Dokosahegzaenoik asit), <i>Docosahexaenoic acid</i>	15.96	14.35
C20:3 n-6 (cis-8,11,14-Eikosatrienoik asit), <i>Eicosatrienoic acid</i>	0.03	0.09
C22:5 n-3 (Dokosapentaenoik asit), <i>Docosapentaenoic acid</i>	0.85	0.76
C20:3 n-3 (Eikosatrienoik asit), <i>Eicosatrienoic acid</i>	4.63	0.25
ΣPUFA	32.04	29.79
Σn-3	28.51	25.56
Σn-6	3.28	3.91
n-3/ n-6	8.69	6.55
EPA/DHA	0.33	0.62

ΣSFA: Toplam Doymuş Yağ Asitleri/*Total Saturated Fatty Acid*; ΣMUFA: Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitleri/*Total Monounsaturated Fatty acid*; ΣPUFA: Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri/*Total Polyunsaturated Fatty acid*

Çalışmamızda taze palamut ve hamsi balıklarının yağ asitleri verileri değerlendirilememiştir. Bu nedenle istatistiki bir karşılaştırma yapma olanağı olmadığından, elde edilen veriler bundan sonra yapılacak çalışmalara fayda sağlaması açısından Çizelge 4'deki hali ile verilmiştir. Çalışmamızda donmuş depolanan palamut balığına ait değerler Bayır vd., (2006)'a göre taze palamut balığına ait toplam doymuş yağ asitleri (Σ SFA), toplam tekli doymamış yağ asitleri (Σ MUFA) ve toplam n-3-n-6 (PUFA) değerlerinden daha düşüktür. Aynı çalışmada taze hamsi balığına ait toplam doymuş yağ asitleri (Σ SFA) miktarının donmuş depolama sonrası elde edilen çalışmamızdaki değere benzer olduğu söylenebilir. Bununla beraber; çalışmamızda toplam tekli doymamış yağ asitleri (Σ MUFA) miktarı Bayır vd., (2006)'a göre daha yüksek, toplam n-3-n-6 (PUFA) değerleri ise daha düşük bulunmuştur.

Güner vd. (1998) taze palamut balığına ait toplam doymuş yağ asitleri (Σ SFA), toplam tekli doymamış yağ asitleri (Σ MUFA) ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri (Σ PUFA) miktarını %44.65, %44.71 ve % 10.56 olarak bildirmiştir. Aynı araştırmacılar taze hamsi balığına ait bu değerleri sırasıyla; %40.77, %24.80 ve %34.26 olarak bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda donmuş depolanan palamut ve hamsi ile kıyaslandığında; yalnızca palamut balığına ait toplam çoklu doymamış yağ asitleri (Σ PUFA) değerlerinin yüksek olduğu, diğer yağ asitleri değerlerinin Güner vd. (1998)'e göre düşük olduğu görülmüştür.

Balçık Mısır vd., (2014) palamut balıklarının aylık olarak yağ asidi değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız palamut balıkları Ocak ayında avlandığından diğer araştırmacıların Ocak ayı verileri ile kıyaslama yapılmıştır. Buna göre; çalışmamızda donmuş depolama sonrası elde edilen toplam doymuş yağ asitleri (Σ SFA) ve toplam tekli doymamış yağ asitleri (Σ MUFA) miktarları Balçık Mısır vd., (2014)'e göre yüksek bulunurken, toplam çoklu doymamış yağ asitleri (Σ PUFA), toplam n-3-n-6 (PUFA) değerleri miktarı düşük bulunmuştur.

Kocatepe ve Turan (2012) taze hamsi balığına ait toplam doymuş yağ asitleri (Σ SFA) miktarını %35.07, toplam tekli doymamış yağ asitleri (Σ MUFA) miktarını %19.50 ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri (Σ PUFA) miktarını %32.43 olarak bildirmişlerdir. Bu değerlerin çalışmamızda donmuş depolanan hamsi balığı değerleri ile kıyaslandığında; toplam doymuş yağ asitleri (Σ SFA) değerlerinin birbirine benzer olduğu söylenebilir. Bununla beraber; çalışmamızdaki toplam tekli doymamış yağ asitleri (Σ MUFA) değerleri daha yüksek, toplam çoklu doymamış yağ asitleri (Σ PUFA) değerleri ise daha düşük bulunmuştur.

Deniz türleri için çeşitli bileşiklerin kompozisyonu; değişen coğrafik yakalanma bölgesi, yılın mevsimleri, cinsiyet ve türlerin beslenme alışkanlıkları gibi nedenlerden dolayı kontrol edilemez (Güner vd., 1998). Bununla beraber; donmuş depolama sonrası elde edilen yağ asitleri değerleri ile kıyasladığımızda, diğer araştırmacıların (Bayır vd.,2006; Güner vd., 1998; Balçık Mısır vd., 2014; Kocatepe ve Turan, 2012) taze hamsi ve palamut balıklarına ait yağ asitleri değerlerinde genel olarak Σ PUFA miktarının daha yüksek olduğu söylenebilir. Benzer şekilde; Nazemroaya vd.(2011) -18°C'de 6 ay depoladıkları uskumru (*Scomberomorus commersoni*) ve köpek balıklarının (*Carcharbinus dussumieri*) toplam PUFA değerlerinin 6 aylık donmuş depolama sonrasında azaldığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, -19 ± 1 °C'de 12 ay depolanan uskumru (*Scomber japonicus*) balığının bütün fileto, beyaz et ve kara etli kısımlarındaki toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarının donmuş depolama sonunda azaldığı bildirilmiştir (Paola ve Isabel, 2015). Bu durumun; çalışmamızda donmuş depolama sırasında her iki balık türünde de meydana gelen çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) otooksidasyon ve hidrolitik bozulması ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Çalışmamızda -22 °C'de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. -22 °C'de 12 ay depolanan palamut ve hamsi balıklarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları
(log kob/g)

Table 5. Microbiological analysis results of bonito and anchovy samples stored at -22°C during 12 month (log cfu/g)

	Toplam mezofilik aerobik bakteri <i>Total mesophilic aerobic bacteria</i>		Toplam psikrofilik aerobik bakteri <i>Total psychrophilic aerobic bacteria</i>		Toplam maya-küf <i>Total yeast-mold</i>		Toplam koliform bakteri <i>Total coliform bacteria</i>	
	Taze (Raw)	12 aylık depolama sonrası <i>After storage (12 month)</i>	Taze (Raw)	12 aylık depolama sonrası <i>After storage (12 month)</i>	Taze (Raw)	12 aylık depolama sonrası <i>After storage (12 month)</i>	Taze (Raw)	12 aylık depolama sonrası <i>After storage (12 month)</i>
Palamut <i>Bonito</i>	3.14±0.01 ^a	2.90±0.02 ^b	3.09±0.11 ^a	2.75±0.11 ^a	2.92±0.05 ^a	2.69±0.02 ^b	2.71±0.03	<10
Hamsi <i>Anchovy</i>	5.37±0.02 ^a	3.28±0.01 ^b	4.42±0.02 ^a	3.23±0.01 ^b	2.81±0.04 ^a	2.54±0.01 ^b	2.79±0.02	<10

±Standart hata. Aynı satırda gruplar arasındaki farklı harfler istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

±Standard error. Different letters between groups are statistically significant in the same row. ($P < 0.05$).

Kocatepe vd., (2014) taze hamsi balığına ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını 2.95 log kob/g, toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısını ise 2.50 log kob/g olarak bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızdaki değerlerden düşük bulunmuştur. Bir başka çalışmada taze hamsi balığına ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 7.20 log kob/g, toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısını ise 6.07 log kob/g olarak bildirilmiştir (Karaçam ve Boran, 1996). Bu değerler ise çalışmamızdaki değerlerden yüksek bulunmuştur. Erkan vd., (2009) taze palamut balığına ait toplam mezofilik aerobik bakteri ve psikrofilik aerobik bakteri sayılarını sırasıyla; 3 log kob/g ve 3.29 log kob/g olarak bildirmişlerdir. Bu değerlerin çalışmamızdaki değerlere benzer olduğu söylenebilir. Bir başka çalışmada taze palamut balığına ait toplam bakteri ve toplam koliform bakteri sayısı sırasıyla; 4 log kob/g ve 2.85 log kob/g olarak bildirilmiştir (Rzepka vd., 2013). Toplam bakteri sayısı çalışmamızdaki değere göre yüksek, toplam koliform sayısı ise çalışmamıza yakın bulunmuştur.

Çok sayıda çevresel ortam (tatlı su- tuzlu su, tropik su- arktik su, pelajik tür- bentik tür, kirlilik derecesi) ve çeşitli işleme teknikleri (buzlanmış balık ürünleri, konserve) balık ve balık ürünlerinin başlangıç kontaminasyonunu belirlemede önemli faktörlerdir (Gram ve Huss, 1996). Bununla beraber; dondurulmuş su

ürünlerinin kalitesi ise dondurulacak ürünün başlangıç kalitesine, niteliklerine, uygulanan ön işlemler ve işleme yöntemlerine, paketleme şekline, depo sıcaklığına ve depolama süresine bağlıdır (TSE, 1985; Varlık vd., 2004). Ayrıca balığın avlanma bölgesi ve mevsimi de sonuçları etkileyebilen diğer faktörlerdendir.

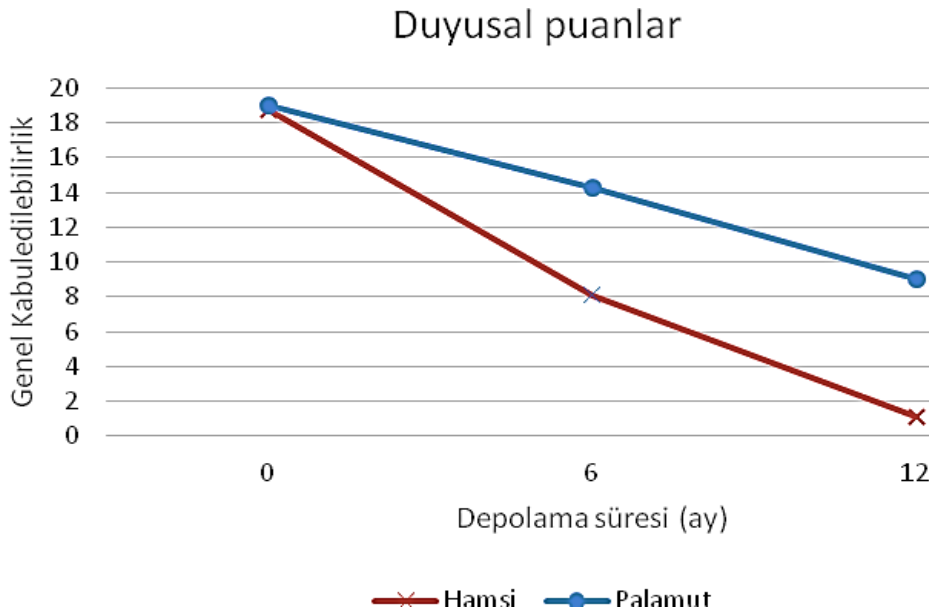
Kılınç vd., (2003) sardalya (*Sardina pilchardus* W., 1792) balıklarının temizlenmiş ve temizlenmemiş halde -40 °C'de şoklanmış ve -18 °C'de 90 gün depolamışlardır. Depolama periyodu süresince toplam bakteri sayısının her iki grupta da dondurulmuş balık için kabul edilebilir limit değerlerini (ICMSF, 1978) aşmadığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada toplam koliform bakteri sayısının dondurma işleminin etkisiyle azaldığı ve her iki grupta da depolama süresince hemen hemen aynı kaldığı bildirilmiştir. Bir başka çalışmada; çalışmamıza benzer şekilde -18 °C'de ve -25 °C'de depolanan beyaz ton balıklarının (*Thunnus alalunga*) 9 aylık depolama sonrasında her iki sıcaklık grubunda da aerobik mezofil, psikotrof ve toplam Enterobacteriaceae üyelerinin sayısının azaldığı bildirilmiştir (Ben-Gigirey vd., 1998). Benzer şekilde, çalışmamızda taze palamut ve hamsi balıklarının 12 aylık dondurarak depolama sonrasında toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik, maya ve küf ile toplam koliform sayılarının azaldığı gözlenmiştir. Bu durumun dondurma işleminin etkisinden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Belli bir sıcaklık derecesinden sonra mikrobiyolojik değişimlerin tamamen sona erdiği ancak enzim aktivitesi tamamen durmadığından biyokimyasal değişimlerin devam ettiği bildirilmiştir (Herrmann, 1970; Hamm vd., 1982; Varlık vd., 2004). Mikrobiyolojik kalite açısından 12 ay süresince -22 °C'de donmuş depolanan palamut ve hamsi balıklarının aerobik bakteri yükü, ICMSF (1982) tarafından tavsiye edilen aerobik bakteri yüküne göre düşüktür (1×10^6 g⁻¹). Et ürünlerinde maya ve küfler için

belirli bir limit değer bulunmadığı bildirilmiştir (De la Canal, 2004; Stagnitta vd., 2006). Tespit edilen başlangıç maya-küf ve toplam koliform sayılarının balıkların taşınması ve paketlenmesi sürecinde havadan ve ortamdaki kaynaklanan kontaminasyonla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Duyusal değerlendirme

Çalışmamızda -22 °C'de depolanan palamut ve hamsi balıklarının 0, 6, 12 aylara ait duyusal analiz sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. -22°C'de depolanan palamut ve hamsi balıklarının 0, 6, 12 aylara ait duyusal analiz sonuçları
Figure 1. Sensory analysis results of bonito and anchovy samples stored at -22°C during 0, 6, 12 month

Palamut balığına ait duyusal puanların depolama süresine bağlı olarak azaldığı ancak 12 aylık depolama süresi sonunda tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığı görülmüştür. Parametrik olmayan Friedman testine göre gerçekleştirilen istatistiki değerlendirme sonuçlarına göre; palamut balığına ait 0, 6 ve 12 aylar arasındaki görünüş, koku, tat ve tekstür puanları birbirinden önemli düzeyde farklıdır ($P < 0.05$).

Taze hamsi balıklarında 6 aylık depolama sonrasında görünüş, koku ve tekstür puanlarında sınır değerler aşılmamıştır ancak tat puanları açısından kabul edilebilir sınır değerlerinin aşıldığı

görülmüştür. 12 aylık depolama süresinin sonunda ise tüm parametreler açısından tüketilebilirlik sınır değerlerin aşıldığı tespit edilmiştir. Friedman testine göre gerçekleştirilen istatistiki değerlendirmede, hamsi balıklarının 0, 6 ve 12 aylar arasındaki görünüş, koku, tat ve tekstür puanları birbirinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P < 0.05$).

Turan ve Erkoyuncu (2004) farklı işlemler uygulanarak dondurulan palamut balığının duyusal değerlendirilmesinde kontrol grubu dahil tüm gruplarda koku, tekstür, lezzet ve genel beğeni puanlarının 6 aylık depolama süresince

azaldığı ancak 6 ay sonunda bile 'iyi' ve 'çok iyi' kalite özelliğini koruduğunu bildirmişlerdir. Kocatepe vd., (2014) köpük tabaklara konulup, streç film ile paketlenen (kontrol grubu) ve -30°C'de 6 ay depolanan hamsi balığının duyusal değerlendirmesinde 6. ayda duyusal puanlara göre tüketilemez bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu durum kısmen çalışmamızda tat puanlarının 6.ay sonunda tüketilebilirlik sınır değerlerini aşması ile benzerlik göstermektedir. Bir başka çalışmada, hamsi balıkları -40 °C'de şoklanmış ve -26 °C'de 9 ay depolanmışlardır. Duyusal kalite açısından hamsi balıklarının 7. ayda ikinci kalite ve 9. ayda ise üçüncü kaliteye sahip oldukları bildirilmiştir (Orak ve Kayışoğlu, 2008).

Palamut ve hamsi balıklarının uzun süreli depolanması ve duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Turan ve Erkoyuncu, 2004; Kocatepe vd., 2014; Orak ve Kayışoğlu, 2008). Bu nedenle çalışmamıza kısmen benzer olan farklı balık türlerinin duyusal verileri değerlendirilmiştir. Buna göre; bütün ve fileto halinde -40 °C'de şoklanıp, -20 °C'de depolanan kaya morinasının (*Epinephelus spp.*) duyusal özelliklerinin 9 aylık depolama sonrasında iyi kalitede oldukları bildirilmiştir (Lakshmanan vd., 1990). Bir başka çalışmada, sonbahar ve kış aylarında yakalanan deniz levreği filetoları -40°C'de şoklanmış ve 0-3 °C'de glaze işlemi uygulanmıştır. Filetolar köpük tabaklara konularak, streç film ile paketlenmiş ve -18°C'de 9 ay depolanmışlardır. Her iki mevsimde de avlanan levrek balıklarının 9 aylık depolama periyodu sonrasında duyusal puanlarının azaldığı ancak kabul edilebilir limit değerleri aşmadığı belirtilmiştir (Özyurt vd., 2007).

Çalışmamızda 12 ay -22° C'de depolanan palamut balıklarının duyusal kalite özelliği 'Kabul edilebilir' olarak bulunmuştur. Hamsi balıklarının ise 6. ayın sonunda tat puanları 'bozulmuş' olarak nitelendirilirken, görünüş, koku ve tekstür puanları 'Kabul edilebilir' olarak değerlendirilmiştir. Ancak tattaki değişimlerin yağların oksidasyonuna bağlı olarak meydana geldiği düşünülerek, hamsi balıklarının duyusal raf ömrü 6 ay olarak belirlenmiştir. Balık türleri, uygulanan ön işlemler, şoklama, paketleme,

depolama sıcaklığı ve koşulları gibi işlemler diğer çalışmalar ile aradaki benzerlik ve farklılıkları etkilemektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada -22 °C'de 12 ay donmuş depolanan palamut ve hamsi balıklarının duyusal, besinsel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Buna göre; buzdolabı poşetlerinde depolanan palamut balıklarının -22 °C'de 12 ay sonunda dahi duyusal açıdan tüketilebilirlik özelliklerini koruduğu, polistiren tabaklara konularak streç film ile paketlenen hamsi balıklarının ise 6 ayın sonunda duyusal olarak bozulduğu belirlenmiştir. Yapılan besin kompozisyonu analizlerine göre depolamanın her iki balık türünde de besin değerlerini etkilemediği (yağ değerleri hariç) söylenebilir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre depolama süresi sonunda her iki balık türünde de TVB-N değerlerinin tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığı görülmüştür. Bununla beraber, palamut balıklarında TBA değerleri 'iyi' kalite sınırları içerisinde kalırken, hamsi balıklarının 12 ay sonunda tüketilebilirlik sınır değerlerini aştığı görülmüştür. Peroksit değerleri palamut ve hamsi balıklarının 12 aylık depolanması sonrasında sınır değerleri aşmış olsa da, hem TBA değerlerinin hem de duyusal puanların özellikle palamut balığı açısından farklılık göstermesi açısından temel bir belirleyici olarak değerlendirilmemiştir. Çalışmamızda 12 aylık depolamadan sonra elde edilen aminoasit ve yağ asitleri miktarlarının donmuş depolama sırasında etkilenmiş olabileceği düşünülmekte ancak bunun aynı tür balıkları kapsayan çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Palamut ve hamsi balıklarının toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri, maya ve küf ile toplam koliform sayılarının 12 aylık depolama sonrasında donmuş depolamanın etkisi ile azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik kalite açısından 12 ay donmuş depolanan palamut ve hamsi balıklarının iyi kalite özelliklerini koruduğu söylenebilir.

Sonuç olarak; ülkemizde özellikle Karadeniz kıyı kesimlerinde yaşayan insanların belirli dönemlerde avcılığı bol olan palamut ve hamsi

gibi balıkları evlerinde muhafaza etmek için yaygın olarak kullandığı yöntemler; buzdolabı poşetlerine koyarak ya da polistiren (köpük) tabaklar ile streç film ile paketlenerek dondurucuda depolanmaktadır. Bu çalışma ile yıkama, ön soğutma, şoklama, ayıklama vb. hiçbir işlem uygulanmaksızın -22 °C'de buzdolabı poşetlerinde muhafaza edilen palamut balıklarının 12 ay boyunca tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığı ve köpük tabaklara konularak, streç film ile paketlenen hamsi balıklarının ise 6. ayda bozulduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Akbulut, N., Karagözlü, C. (2012). Gıda Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya, Yayın No: 017-1B. İzmir.

Anonymous, (1989). Peroxide Value, AOCS Official Method, Cd 8-53.

Anonymous, (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ed: A. K. Halkman. Başak Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara, 358 s.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA.

AOAC. (1980a). Official Methods of Analysis. In: Horwitz W, editor. Animal Feed. 13th ed. USA; 125 pp. Metot no: 38012.

AOAC. (1980b). Official Methods of Analysis. In: Horwitz W, editor. Animal Feed. 13th ed. USA; 125 pp. Metot no: 16196.

AOAC. (1980). Official Methods of Analysis. In: Horwitz W, editor. Animal Feed. 13th ed. USA; 125 pp.

Aranda, M., Mendoza, N., Villegas, R. (2006). Lipid damage during frozen storage of whole jack mackerel (*Trachurus Symmetricus Murphyi*). *J Food Lipids*, 13, 155–166.

Aydın, I. (2011). Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Dondurma İşleminin Hamsi Balığında Yağ Oksidasyonuna Etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 76s.

Bayır, A., Haliloğlu, H.İ., Sirkecioğlu, A.N., Aras, N.M. (2006). Fatty acid composition in some

selected marine fish species living in Turkish waters. *J. Sci. Food Agric.* 86:163–168.

Beklevik, G., Polat, A., Özoğul, F. (2005). Nutritional value of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets during frozen (-18°C) storage. *Turk J Vet Anim Sci*, 29, 891-895.

Ben-Gigirey, B., Sousa, J.M.V.B., Villa, T.G., Barros-Velazquez, J. (1998). Changes in biogenic amines and microbiological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. *J. Food Prot.* 61, 5, 608-615.

Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Phys.* 37(6), 911–917.

Boran, M. (1991). Farklı İşlem Uygulanarak Dondurulan Hamsilerde Muhafaza Süresince Oluşan Kalite Değişiklikleri Üzerine Bir Araştırma. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon. 41s.

Cheng Lin, C., Saint Lin, C. (2005). Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control*, 16, 169–175.

Curran CA, Nicoladies L, Poulter RG, Pors J. (1980). Splipidage of fish from Hong Kong at different storage temperatures. *Trop Sci*; 22: 367-382.

Çaklı, Ş., Tokur, B., Çelik, U., Taşkaya, L. (2003). No-Frost koşullarda depolanan sardalya balıklarının (*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)) fiziksel, kimyasal ve duyuşal değerlendirilmesi. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 20, (1-2):87-93.

De la Canal JJ. Meat foods and similar ones. Chapter VI. Art. 255 bis. [code of law on Internet]. De la Canal & Asociados SRL; (2004) [cited 2006 Mar 23]. Available from: www.anmat.gov.ar/codigo/caal.htm. (In Spanish.)

Demirtas, I., Pelvan, E., Ozdemir, I.S., Alasalvar, C., Ertas, E. (2013). Lipid characteristics and phenolics of native grape seed oils grown in Turkey. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 115, 641–647.

- Dimova, N. (2003). RP-HPLC Analysis of Aminoacids with UV-Detection, Bulgarian Academy of Science, Tome 56, No 12.
- Dinstel, R.R. (2013). Home Freezing of Fish. The University of Alaska Fairbanks Cooperative Extension Service. FNH-00222. <https://www.uaf.edu/files/ces/publications-db/catalog/hec/FNH-00222.pdf>. Erişim tarihi: 20.04.18.
- Erkan, N., Özden, Ö., Selçuk, A. (2010). Effect of frying, grilling, and steaming on amino acid composition of marine fishes. *Journal of Medicinal Food J Med Food*, 13 (6), 1524–1531.
- Erkan, N., Tosun, Ş.Y., Alakavuk, D.Ü., Ulusoy, Ş. (2009). Keeping quality of different packaged salted atlantic bonito “Lakerda”. *J. Food Biochem*, 33, 728–744.
- Fidanbaş, Z.U.C., Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O. (2015). Bazı deniz balıklarının aminoasit - yağ asiti içerikleri ve beslenme açısından önemi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2):45-59.
- Gargacı, A. (2014). Geleneksel Yöntemle Palamut (*Sarda sarda*), Balığı Konservesi Üretimi ve Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis*), Kalite Üzerine Etkisi. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 82s.
- Gökalp H.Y., Kaya M., Tülek Y., Zorba Ö., (1993). Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi yayın no: 751, Ziraat Fakültesi yayın no: 318, Ders kitapları serisi: 69. sayfa, 214-217.
- Gram, L., Huss, H.H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int J Food Microbiol*, 33, 121-137.
- Gunderson, J. (1984). *Fixin' Fish: A Guide to Handling, Buying, Preserving, and Preparing Fish*. 2nd Edition, University of Minnesota Press, Minneapolis, 56 pp.
- Güner, S., Dinçer, B., Alemdağ, N., Çolak, A., Tüfekçi, M. (1998). Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the black sea. *J Sci Food Agric*, 78, 337-342.
- Hall GM. (1992). *Fish Processing Technology*. New York, NY, USA: Blackie Academic Professional.
- Hamm, R., Gottesmann, P., Kijowski, J. (1982). Einfrieren und auftauen von Fleisch: Einflüsse auf Muskelgewebe und Tausaftbildung. *Fleischwirtschaft*, 62(8):983-989.
- Herrmann, K. (1970). *Tiefgefrorene Lebensmittel*. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. ISBN:3 489 70214 X.
- İnanlı A G, Karaton N, Çoban Ö E. (2011). Sensorial, chemical and microbiological quality of anchovy cake. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(48), 9870-9874.
- İnat, G., Pamuk, Ş., Sırken, B., Demirel, Y.N. (2013). Tüketime hazır tuzlanmış hamsi balıklarının (*Engraulis encrasicolus*) mikrobiyolojik ve kimyasal kalitelerinin belirlenmesi. *Vet Hekim Der Derg.*, 84(1): 26-35.
- Karaçam, H., Boran, M. (1996). Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18°C. *Int. J. Food Sci. Technol*, 31, 527–531.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş., Kışla, D. (2003). Quality changes of sardine (*Sardina pilchardus* W., 1792) during frozen storage. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2):139-146.
- Kocatepe, D., Turan, H. (2012). Proximate and fatty acid composition of some commercially important fish species from the sinop region of the black sea. *Lipids*, 47:635–641.
- Kocatepe, D., Turan, H., Kaya, Y., Taşkaya, Y., Erdoğan, F., Erden, R. (2014). Effect of potassiummetabisulphite, glaze and vacuum on shelf life of frozen blacksea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758). *Research & Reviews in Biosciences*, 9(3).
- Külcü, D.B. (2017). Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen palamut (*Sarda sarda*) balığının bazı kimyasal kalite niteliklerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. Doi:10.16984/saufenbilder.298978.
- Lakshmanan, P.T., Varma, P.R.G., Iyer, T.S.G., Gopakumar, K. (1990). Quality changes in

- seafrozen whole and filleted rock cod (*Epinephelus spp.*) during storage. *Fish Res*, 9, 1-12.
- Lakshmisha, I.P., Ravishankar, C.N., Ninan, G., Mohan, C.O., Gopal, T.K.S. (2008). Effect of freezing time on the quality of indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) during frozen storage. *J. Food Sci*, 73, 7.
- Ludorf, W., Meyer, V. (1973). *Fishe und fisherzeuge*. Z.Auflage. Verlag Paul Parey In Berlin und Hamburg; pp. 209-210.
- Mısır, G.B., Tufan, B., Köse, S. (2014). Monthly variation of total lipid and fatty acid contents of Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) of Black Sea. *Int. J. Food Sci. Technol*, 49, 2668–2677.
- Nazemroaya, S., Sahari, M.A., Rezaei, M. (2011). Identification of fatty acid in mackerel (*Scomberomorus commersoni*) and shark (*Carcharhinus dussumieri*) fillets and their changes during six month of frozen storage at -18°C. *J. Agr. Sci. Tech. Vol.* 13: 553-566.
- Neuman, R., Molnar, P., Arnold, S. (1983). *Sensorische Lebensmittel untersuchung*, Fachbuchverlag, Leipzig.
- Orak, H.H., Kayışoğlu, S. (2008). Quality changes in whole, gutted and filleted three fish species (*Gadus euxinus*, *Mugil cephalus*, *Engraulis encrasicolus*) at frozen storage period (-26°C). *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 7(3), 15-28.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A. (2010). Changes in fatty acid compositions of black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during catching season. *Türk J Fish Aquat Sci*, 10: 381-385.
- Özdamar, K. (2015). Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-1. Nisan Kitabevi Yayınları, 10. Baskı, 603 s.
- Özyurt, G., Polat, A., Tokur, B. (2007). Chemical and sensory changes in frozen (-18°C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. *Int J Food Sci Technol*. 42, 887–893.
- Paola, A.S., Isabel, Y.M. (2015). Effect of frozen storage on biochemical changes and fatty acid composition of mackerel (*Scomber japonicus*) muscle. *Journal of Food Research*, 4, 1.
- Rzepka, M., Özoğul, F., Surowka, K., Michalczyk, M. (2013). Freshness and quality attributes of cold stored Atlantic bonito (*Sarda sarda*) gravad. *Int J Food Sci Technol*. 48, 1318–1326.
- Stagnitta, P.V., Micalizzi, B., Guzman, A.M.S. (2006). Prevalence of some bacteria yeasts and molds in meat foods in San Luis, Argentina. *Cent Eur J Publ Health*, 14 (3): 141–144.
- Şengör, G.F., Kalafatoğlu, H., Gün, H. (2004). The determination of microbial flora, water activity and chemical analyses in smoked, canned mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *Türk J Vet Anim Sci*, 28, 793-797.
- Tarladgis B, Watts BM, Yonathan M, Dugan L. (1960). Distillation method for determination of malonaldehyde in rancidity food. *J Amer Oil Chem Soci.*,37(1): 44-48.
- Temiz, A. (1998). *Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler*, Editör: A. Ünlütürk, F. Turantaş Gıda Mikrobiyolojisi, Mengi Tan Basımevi, Çınarlı-İzmir.
- TSE. (1985). *Balıkların Dondurarak Muhafaza Koşulları*. TS 4641/Kasım, UDK 639.33. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey cd. No: 112. Bakanlıklar/Ankara.
- Turan, H., Erkoyuncu, İ. (2004). Farklı işlemler uygulanarak dondurulan palamut balığında (*Sarda sarda* Bloch, 1793) donmuş depolama süresince oluşan kalite değişimleri. *Türk J Vet Anim Sci*, 28, 1017-1024.
- Turan, H., Kocatepe, D., Altan, C.O., Gökner, G. (2015). Effect of different thawing methods on the quality of bonito (*Sarda sarda*, Bloch 1793). *Ukrainian Food Journal*. Vol 4. Issue 3. 460-466.
- TÜİK, (2017). *Su Ürünleri*, 2016. Sayı: 24657.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T. (2004). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. İÜ Su Ürünleri Fakültesi Yayın, 975-404-715-4. İstanbul. 491s.
- Varlık, C., Uğur, M., Gököğlü, N., Gün, H. (1993). *Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, Ankara, 174 s.

Viji, P., Panda, S.K., Mohan, C.O., Bindu, J., Ravishankar, C.N., Srinivasa Gopal, T.K. (2016). Combined effects of vacuum packaging and mint extract treatment on the biochemical, sensory and microbial changes of chill stored Indian mackerel. *J Food Sci Technol*, 53(12):4289–4297.

Wesselinova, D. (2000). Amino acid composition of fish meat after different frozen storage periods. *J Aquat Food Prod T*, Vol. 9(4).

Yerlikaya, P., Gökoğlu, N. (2010). Inhibition effects of green tea and grape seed extracts on lipid oxidation in bonito fillets during frozen storage. *Int J Food Sci Technol*. 45, 252–257.

Yiğit, V. (1983). Gıdalarda Su Etkinliği ve Önemi, TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bilimi, Yayın No: 73, 17s.