

## Dondurularak Muhafaza Edilen Van Gölü İnci Kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Ambalajlamanın ve Muhafaza Süresinin Kalite Değişiklikleri Üzerine Etkisi

Emrullah SAĞUN<sup>1,a</sup>, Kamil EKİCİ<sup>1,b</sup>, Hakan SANCAK<sup>2,c</sup>, İbrahim Hakkı YÖRÜK<sup>3,d</sup>, Hünkar Avni DUYAR<sup>4,e</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Van, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Bitlis, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Van, TÜRKİYE

<sup>4</sup>Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Sinop, TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-4555-9193<sup>a</sup>, 0000-0002-6413-4361<sup>b</sup>, 0000-0002-2769-1855<sup>c</sup>, 0009-0005-9570-125X<sup>d</sup>, 0000-0002-2560-5407<sup>e</sup>

### Sorumlu Yazar

Hakan SANCAK  
Bitlis Eren Üniversitesi, Organize  
Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu,  
Gıda İşleme Bölümü, Bitlis, TÜRKİYE

hsancak@beu.edu.tr

### Geliş Tarihi

25.09.2024

### Kabul Tarihi

25.11.2024

### Yayın Tarihi

31.12.2024

### DOI

10.47027/duvetfd.1556027

**How to cite:** Sağun E, Ekici K, Sancak H, Yörük İH, Duyar HA (2024). Dondurularak muhafaza edilen Van Gölü inci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) ambalajlamanın ve muhafaza süresinin kalite değişiklikleri üzerine etkisi. *Dicle Üniv Vet Fak Derg.*, 17(2):178-186.

This journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).



### Öz

Bu çalışmada bütün ve temizlenmiş inci kefalinin vakumsuz ve vakumlu ambalajlarda -35°C'de dondurularak, -18°C'de 150 gün süreyle muhafazası sırasında meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değişiklikler incelenmiştir. Toplam aerob psikrofil mikroorganizma (TAPM) ve laktik asit bakterisi (LAB) sayıları muhafaza süresinin sonlarına doğru ~1-2 log kob/g seviyesine kadar düşmüştür. Maya-küfler 60. günden ve koliform grubu bakteriler de 15. günden sonra hiçbir grupta belirlenmemiştir. Ayrıca incelenen numunelerde fekal streptokoklar ve *Pseudomonas spp.*'ye rastlanmamıştır. Muhafaza süresince mikroorganizmaların üremesi sınırlı kaldığından bütün halde vakumsuz ambalajlanan numuneler hariç diğer gruplarda toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarları genellikle artmamıştır. Ancak tiyobarbitürik asit (TBA) miktarları ve peroksit sayıları muhafaza süresince düzensiz bir seyir izleyerek tüm gruplarda artmıştır. pH değerleri tüm gruplarda 6.16-6.66 arasında tespit edilmiştir. Duyusal analiz puanlarına göre temizlenmiş gruplardaki numuneler muhafaza süresinin sonuna kadar "çok iyi" kalite sınıfına girmiştir. Muhafaza süresinin sonunda vitamin A/D<sub>3</sub> miktarları sırasıyla <1 µg/100 g ve ~10 µg/100 g olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak; baş ve iç organları çıkarıldıktan sonra vakumlu bir şekilde ambalajlanan inci kefalinin dondurularak 150 gün süreyle kaliteli bir şekilde muhafaza edilebileceği belirlenmiştir. Dolayısıyla, dondurularak muhafazada inci kefalini temizleyerek vakumlu ambalajlamanın en uygun yöntem olduğu kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dondurularak muhafaza, duyuşal, inci kefalisi (*Chalcalburnus tarichi*), kimyasal, mikrobiyolojik, vakumlu ambalajlama

### The Effect of Packaging and Storage Period on Quality Changes in Lake Van Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Preserved by Freezing

#### Abstract

In this research, microbiological, chemical, and sensory changes that whole and cleaned pearl mullets frozen at -35°C in non-vacuumed/vacuumed packages and stored at -18°C for 150 days were examined. Total aerobic psychrophile microorganism (TAPM) and lactic acid bacteria (LAB) counts decreased to ~1-2 log cfu/g towards the end of the storage period. Yeast and molds couldn't be detected in any group after the 60<sup>th</sup> day and coliforms couldn't be detected in any group after the 15<sup>th</sup> day. Additionally, fecal streptococci and *Pseudomonas spp.* were not found in the samples examined. Since the growth of microorganisms remained limited during storage, total volatile basic nitrogen (TVB-N) amounts did not generally increase in other groups, except for whole and non-vacuumed package samples. However, thiobarbituric acid (TBA) amounts and peroxide counts increased in all groups, following an irregular course during storage. pH values were determined between 6.16-6.66 in all groups. According to the sensory analysis scores, the samples in the cleaned groups were in the "very good" quality class until the end of the storage period. At the end of the storage period, vitamin A/D<sub>3</sub> amounts were determined as <1 µg/100 g and ~10 µg/100 g, respectively. Consequently; it was determined that the pearl mullet, which was vacuumed-package after removing the head and internal organs, could be frozen and preserved in good quality for 150 days. Therefore, it was convinced that cleaning-vacuum packaging is the most appropriate method for preserving pearl mullet by freezing.

**Key Words:** Chemical, freezing preservation, microbiological, pearl mullet (*Chalcalburnus tarichi*), sensory, vacuum packaging

## GİRİŞ

Nüfusun hızlı bir şekilde artmasının yanında dünyanın birçok bölgesinde kırmızı ve beyaz et üretiminin azalması, besleyici değeri yüksek olan su ürünlerinin insanların protein ihtiyacının karşılanmasında ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Su ürünleri arasında önemli bir yer tutan, kolay sindirilebilen ve yüksek kaliteli protein içeriğine sahip olan balık; içerdiği yağ asitleri, vitaminler ve mineral maddeler yönünden de önemli bir gıdadır (1,2). Balık etinin pH değeri ve rutubet miktarının yüksek olması ile bağ dokusundaki zayıflık, bu gıdayı diğer birçok et türüne göre bozulmaya karşı daha hassas duruma getirmektedir (3,4). Balıklarda meydana gelen bozulmalar; avlanma yöntemi, balığın yakalandığı andaki durumu, avlama mevsimi ve bölgesi, suyun sıcaklığı ve kirliliği gibi birçok faktörün yanı sıra balığın kimyasal bileşimi, balıkta bulunan mikroorganizmaların türü ve yoğunluğu, balıkların muhafazaya alınmadan önce geçen süre ve sıcaklık derecesi ile ambalajlama şekliyle de yakından ilgilidir (5-7).

Daha uzun süre dayanabilen ve kaliteli bir ürün elde edilebilmesi için balığın taze olması ve en iyi muhafaza yöntemlerinden biri olan dondurma işleminin tekniğine uygun olarak yapılması gerekmektedir (5,8,9). Dondurulmuş balıklarda ürünlerin yapısında bulunan su, buz kristallerine dönüştüğünden mikroorganizmalar tarafından kullanılamaz ve çok düşük sıcaklıklarda biyokimyasal ve mikrobiyolojik gelişmeler de iyice yavaşladığından ürünler daha uzun süre muhafaza edilir (8,10-12). Balıkların dondurulması ile balığın pazar arzı dengelenebileceği gibi, taze balığın bulunmadığı dönemlerde de tüketicilerin kaliteli balığa ulaşmaları mümkün olabilecektir.

İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) yüksek alkaliliğe sahip Van Gölü'nde yaşayan ve bölgede sevilerek tüketilen bir balıktır. Yıl içindeki fiyatları avlanan miktara göre değişen, bol avlandığı dönemlerde çok düşük fiyatlara satılan ve belirli dönemlerde de olsa arzın talepten fazla olması nedeniyle zayı olan inci kefalinin dondurularak muhafaza edilmesi suretiyle değerlendirilmesinin ekonomimize sağlayacağı pozitif katkı tartışmalıdır.

Farklı şekillerde ve sürelerde muhafaza edilen balıklar üzerine yapılan bazı çalışmalarda (13-23) mikrobiyolojik ve kimyasal faktörlerden kaynaklanan kalite değişikliklerinin tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca bazı çalışmalarda da (24,25) balıkların vakumlanarak ambalajlanmasının depolama süresince ürünün kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine olumlu etkiler gösterdiği belirtilmiştir.

Bu araştırma, bütün halde ve bazı kısımları (baş, iç organlar) çıkarılıp vakumlu/vakumsuz olarak ambalajlandıktan sonra dondurularak muhafaza edilen inci kefalinde meydana gelen kalite değişiklikleri ile bu balıklar için uygun olan ambalajlama şekli ve muhafaza süresini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada ticari amaçla balıkçıların Van Gölü'nden avladıkları inci kefali zaman geçirmeden soğutuculu araçlarla laboratuvara getirilmiş ve farklı işlemlere alınarak ambalajlanmıştır. Balıkların bir kısmı bütün halde (grup A), bir kısmı da baş ve iç organları ayrılarak soğuk suyla yıkandıktan (grup B) sonra strafor kaplarda streç filmle kaplanarak vakumsuz olarak ambalajlanmıştır. Ayrıca, bütün haldeki balıklar (grup

C) ve baş/iç organları çıkarılan balıklar (grup D) da vakumlanarak ambalajlanmıştır. Böylelikle dört farklı grupta da muhafaza süresinin belirlenen yedi gününde (1., 15., 30., 60., 90., 120. ve 150. gün) analizlerin üç paralel olarak yapılabilmesi için her gruptan en az 21 adet olmak üzere toplamda 84 adet ambalajlı ürün oluşturulmuştur. Ambalajlanan numuneler -35°C'de dondurulduktan sonra -18°C'de muhafaza edilerek belirlenen günlerde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal kalite parametreleri yönünden incelenmiştir. Kolaylıkla numune alınabilmesi amacıyla dondurulmuş balıklar buzdolabının soğutucu kısmında bir gün bekletilmiş ve farklı ambalajlardaki 10-12 adet balığın en az beş tanesinin dorsal kaslarından karıştırılarak numuneler alınmıştır.

## Mikrobiyolojik Analizler

Aseptik koşullar altında steril stomaher torbasına alınan 10 g numune ve 90 mL tamponlanmış peptonlu su (Oxoid, CM0509), stomaherde (SJIA-04C) homojenize edilerek  $10^{-8}$ 'e kadar desimal dilüsyonlar hazırlanmış ve mikrobiyolojik ekimler yapılmıştır. Toplam aerob psikrofil mikroorganizma (TAPM) sayımında Plate Count Agar (Oxoid, CM0325) kullanılmış ve ekim yapılan petriyeler 7°C'de 7-10 gün süreyle inkübasyona bırakılarak üreyen koloniler sayılmıştır. Laktik asit bakterilerinin (LAB) sayımında M17 Agar (Oxoid, CM0785) kullanılmış ve çift kat ekim yapılan petriyeler 35°C'de 48 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra 1-2 mm çapındaki beyaz kolonilerin sayımı yapılmıştır. Maya-küf sayımında %10'luk steril tartarik asit ilave edilerek pH'sı 3.50'ye ayarlanan Potato Dextrose Agar (Oxoid, CM0139) kullanılmış, ekim yapılan petriyeler 20-25°C'de 5-7 gün süreyle inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda üreyen tipik koloniler sayılmıştır. Koliform grubu bakterilerin sayımı için Violet Red Bile Agar (Oxoid, CM0107) kullanılmış, çift kat ekim yapılan petriyeler  $37 \pm 1$ °C'de 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmış ve 0.5 mm çapındaki kırmızı kolonilerin sayımı yapılmıştır. Fekal streptokokların sayımında Slanetz & Bartley Agar (Oxoid, CM0377) kullanılmış ve ekim yapılan petriyeler 37°C'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılarak değerlendirilmiştir. *Pseudomonas* spp.'nin sayımı için Pseudomonas Agar Base (Oxoid, CM0559) kullanılmış, sterilize edilerek 50°C'ye kadar soğutulan besiyerine Pseudomonas Selective Supplement (Oxoid, SR0103) ilave edilmiş ve ekim yapılan petriyeler 25°C'de 48-72 saat süreyle inkübasyona bırakılarak değerlendirilmiştir (26).

## Kimyasal Analizler

Numunelerdeki toplam uçucu bazik azot (total volatile basic nitrogen, TVB-N) miktarı (Antonacopoulos tarafından modifiye), tiyobarbitürik asit (thiobarbituric acid, TBA) miktarı ve peroksit sayısı (Hadorn ve ark. tarafından modifiye), Varlık ve ark. (27) tarafından bildirilen yöntemlere göre belirlenmiştir. pH değerleri Honikel (28)'e göre pH-metrede (Hanna, pH 211) tespit edilirken, vitamin A ve vitamin D<sub>3</sub> miktarları da Miller ve Yang (29) tarafından bildirilen yüksek performanslı sıvı kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) yöntemine göre belirlenmiştir.

## Duyusal Analizler

Duyusal analizler Paulus ve ark. (30) tarafından geliştirilen yöntemle yapılmış ve puanlama araştırma süresince genel olarak aynı kişilerden oluşan beş panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Numuneler renk, koku, lezzet ve genel kabul

edilebilirlik kriterleri dikkate alınarak hedonik skalaya göre (9.00-7.00 puan “çok iyi”, 6.99-4.01 puan “iyi”, 4.00 puan “tüketilebilir”, <4.00 puan “bozulmuş”) değerlendirilmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Bu araştırmadaki örnekleme oluşturan Van Gölü’nden ticari olarak avlanmış inci kefalı, bütün ve temizlenmiş olarak vakumlu/vakumsuz ambalajlanma durumlarına göre gruplara ayrıldıktan sonra -18°C’de 150 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analizler neticesinde belirlenen bulgular, bağımsız değişkenlerin etkilerini aynı anda test edebilen faktöriyel deneme desenine göre istatistiksel analiz sistemi (Statistical Analysis System, SAS) programında değerlendirilmiştir (31). Bu şekilde bulguların ortalama ve standart sapma değerleri ile muhafaza süresince (1., 15., 30., 60., 90., 120., 150. gün) balıkların bazı kalite özelliklerinde meydana gelen değişimlerin istatistiksel yönden önemi ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir.

### BULGULAR

Dondurularak muhafaza edilen inci kefalı numunelerinin mikrobiyolojik analiz bulguları (log kob/g) Tablo 1’de, mikrobiyolojik analiz bulgularındaki değişimler de Tablo 2’de gösterilmiştir. Farklı şekillerde işlenen numunelerdeki TAPM, LAB, maya-küf ve koliform grubu bakteri sayıları muhafaza süresince genellikle azalmış, koliform grubu bakteriler muhafaza süresinin 15. gününden ve maya-küfler 60. gününden sonra grupların hiçbirinde belirlenmemiş (Tablo 1), ayrıca incelenen numunelerde muhafaza süresince hiçbir grupta *Pseudomonas* spp. ve fekal streptokoklara rastlanmamıştır. TAPM sayısı yönünden bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu numuneler arasındaki fark ve muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunurken, LAB sayısı yönünden ise bütün ile temizlenmiş numuneler arasındaki fark ve zamanın etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 2).

**Tablo 1.** Dondurularak muhafaza edilen inci kefalinin mikrobiyolojik analiz bulguları (log kob/g)

Analizler	Zaman (gün)	GRUPLAR			
		A	B	C	D
TAPM	1	3.90±0.18 <sup>a</sup>	3.50±0.12 <sup>a</sup>	3.49±0.31 <sup>a</sup>	2.89±0.45 <sup>a</sup>
	15	3.21±0.52 <sup>ab</sup>	2.50±0.10 <sup>a</sup>	3.43±0.34 <sup>a</sup>	2.98±0.34 <sup>a</sup>
	30	3.41±0.24 <sup>ab</sup>	3.02±0.12 <sup>a</sup>	3.66±0.55 <sup>a</sup>	3.06±0.06 <sup>a</sup>
	60	2.82±0.52 <sup>ab</sup>	3.68±0.00 <sup>a</sup>	4.30±0.05 <sup>a</sup>	3.08±0.30 <sup>a</sup>
	90	2.93±0.03 <sup>Bab</sup>	<2.30 <sup>Db</sup>	3.61±0.26 <sup>Aa</sup>	2.36±0.06 <sup>Cab</sup>
	120	2.40±0.10 <sup>Bb</sup>	2.46±0.16 <sup>Ba</sup>	3.98±0.06 <sup>Aa</sup>	2.50±0.10 <sup>Bab</sup>
	150	0.76±0.76 <sup>c</sup>	0.76±0.76 <sup>b</sup>	1.22±1.22 <sup>b</sup>	1.53±0.76 <sup>b</sup>
LAB	1	2.16±0.49 <sup>ABa</sup>	1.59±0.06 <sup>Bab</sup>	2.68±0.31 <sup>Aa</sup>	1.36±0.22 <sup>Bb</sup>
	15	<1.00 <sup>b</sup>	0.98±0.49 <sup>bcd</sup>	0.63±0.63 <sup>c</sup>	1.42±0.22 <sup>b</sup>
	30	1.59±0.11 <sup>ABa</sup>	0.33±0.33 <sup>Ccd</sup>	2.35±0.28 <sup>Aa</sup>	1.33±0.20 <sup>Bb</sup>
	60	2.40±0.02 <sup>a</sup>	1.44±0.72 <sup>abc</sup>	1.99±0.04 <sup>ab</sup>	1.69±0.09 <sup>b</sup>
	90	2.19±0.04 <sup>a</sup>	2.42±0.13 <sup>a</sup>	2.33±0.03 <sup>a</sup>	2.41±0.05 <sup>a</sup>
	120	2.32±0.02 <sup>Aa</sup>	2.02±0.03 <sup>Bab</sup>	1.81±0.06 <sup>Cab</sup>	1.46±0.08 <sup>Db</sup>
	150	0.43±0.43 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>d</sup>	0.96±0.49 <sup>bc</sup>	<1.00 <sup>c</sup>
Maya-küf	1	0.76±0.76	3.30±0.00 <sup>a</sup>	3.30±0.00 <sup>a</sup>	2.30±0.00 <sup>a</sup>
	15	1.95±0.98	2.30±0.00 <sup>ab</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	2.30±0.00 <sup>a</sup>
	30	1.79±0.89	1.69±0.85 <sup>ab</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	0.86±0.86 <sup>ab</sup>
	60	2.30±0.00	0.86±0.86 <sup>b</sup>	2.45±0.15 <sup>b</sup>	2.30±0.00 <sup>a</sup>
	90	<2.30	<2.30 <sup>b</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	<2.30 <sup>b</sup>
	120	<2.30	<2.30 <sup>b</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	<2.30 <sup>b</sup>
	150	<2.30	<2.30 <sup>b</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	<2.30 <sup>b</sup>
Koliformlar	1	1.88±0.34 <sup>ABa</sup>	2.28±0.16 <sup>Aa</sup>	1.46±0.08 <sup>Ba</sup>	1.82±0.19 <sup>ABa</sup>
	15	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
	30	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
	60	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
	90	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
	120	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
	150	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>

**A:** Vakumsuz-bütün; **B:** Vakumsuz-baş ve iç organları çıkarılmış; **C:** Vakumlu-bütün; **D:** Vakumlu-baş ve iç organları çıkarılmış; **TAPM:** Toplam aerob psikrofil mikroorganizmalar; **LAB:** Laktik asit bakterileri; <sup>ABC:</sup> Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasında farklılığı gösterir ( $p<0.05$ ); <sup>abcd:</sup> Aynı sütundaki farklı harfler zamanlar arasında farklılığı gösterir ( $p<0.05$ )

**Tablo 2.** Dondurularak muhafaza edilen inci kefalinin mikrobiyolojik analiz bulgularındaki değişimler (log kob/g)

Grup-zaman	n	TAPM	LAB	Maya-küf	Koliformlar
Muamele					
Bütün	42	3.05±0.19 <sup>a</sup>	1.68±0.15 <sup>a</sup>	0.68±0.20	0.23±0.09
Temiz	42	2.37±0.17 <sup>b</sup>	1.31±0.13 <sup>b</sup>	0.75±0.27	0.29±0.11
Ambalaj					
Vakumsuz	42	2.46±0.20 <sup>b</sup>	1.39±0.15	0.80±0.26	0.29±0.11
Vakumlu	42	2.97±0.17 <sup>a</sup>	1.59±0.13	0.63±0.20	0.23±0.09
Zaman (gün)					
1	12	3.44±0.16 <sup>a</sup>	1.94±0.20 <sup>ab</sup>	1.86±0.61 <sup>a</sup>	1.86±0.12 <sup>a</sup>
15	12	3.03±0.18 <sup>a</sup>	0.76±0.23 <sup>d</sup>	2.09±0.54 <sup>a</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
30	12	3.29±0.15 <sup>a</sup>	1.38±0.26 <sup>c</sup>	1.08±0.39 <sup>b</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
60	12	3.44±0.27 <sup>a</sup>	1.83±0.24 <sup>b</sup>	1.80±0.39 <sup>ab</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
90	12	2.22±0.41 <sup>b</sup>	2.34±0.04 <sup>a</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
120	12	2.83±0.20 <sup>ab</sup>	1.90±0.09 <sup>ab</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	<1.00 <sup>b</sup>
150	12	1.07±0.39 <sup>c</sup>	0.35±0.18 <sup>d</sup>	<2.30 <sup>c</sup>	<1.00 <sup>b</sup>

**TAPM:** Toplam aerob psikrofil mikroorganizmalar; **LAB:** Laktik asit bakterileri; **n:** Ambalajlı numune sayısı; <sup>abcd:</sup> Aynı sütündeki farklı harfler balıkların temizlenmesi/vakumlanmasına göre oluşturulan gruplar ve muhafaza zamanları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ )

Numunelerin kimyasal analiz bulguları ve pH değerleri Tablo 3'te, kimyasal analiz bulgularındaki ve pH değerlerindeki değişimler Tablo 4'te; vitamin A/D<sub>3</sub> miktarları ve duyu analizi puanları Tablo 5'te, vitamin A/D<sub>3</sub> miktarlarındaki ve duyu analizi puanlarındaki değişimler ise Tablo 6'da sunulmuştur. Muhafaza süresince bütün bir şekilde vakumsuz olarak ambalajlanan (A grubu) inci kefalini numuneleri hariç olmak üzere diğer gruplarda TVB-N miktarları genellikle artmamış, ancak TBA miktarları ve peroksit sayıları muhafaza süresince düzensiz bir seyir izleyerek tüm gruplarda (A, B, C, D) artmıştır. İncelenen numunelerdeki pH değerleri de 6.16-6.66 arasında belirlenmiştir (Tablo 3). Bu çalışmada TBA miktarları, peroksit sayıları ve pH

değerleri bakımından bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu numuneler arasındaki fark ve zamanın etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 4). Yapılan duyu analizi puanlarına göre temizlenmiş gruplardaki (B, D) numunelerin muhafaza süresince "çok iyi" kalite sınıfına girdiği görülmüştür (Tablo 5). Numunelerdeki vitamin A miktarları bakımından sadece muhafaza süresinin istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu belirlenirken, Vitamin D<sub>3</sub> ve duyu analizi puanları bakımından ise hem bütün ve temizlenmiş balıklar arasındaki farkın hem de zamanın etkisinin önemli ( $p<0.05$ ) olduğu görülmüştür (Tablo 6).

**Tablo 3.** Dondurularak muhafaza edilen inci kefalinin kimyasal analiz bulguları ve pH değerleri

Analizler	Zaman (gün)	GRUPLAR			
		A	B	C	D
TVB-N (mg/100 g)	1	10.73±0.46 <sup>c</sup>	10.73±0.46 <sup>b</sup>	10.73±1.23 <sup>ab</sup>	10.26±0.46 <sup>b</sup>
	15	15.86±1.23 <sup>Aa</sup>	12.60±0.00 <sup>Ba</sup>	12.13±0.46 <sup>Bab</sup>	12.60±0.80 <sup>Bab</sup>
	30	12.13±0.46 <sup>bc</sup>	11.66±0.46 <sup>ab</sup>	13.06±0.93 <sup>a</sup>	12.13±0.46 <sup>ab</sup>
	60	10.60±0.41 <sup>Bc</sup>	12.20±0.40 <sup>ABab</sup>	10.40±0.41 <sup>Cb</sup>	12.66±0.75 <sup>Aab</sup>
	90	11.66±0.46 <sup>bc</sup>	11.20±0.80 <sup>ab</sup>	11.66±0.46 <sup>ab</sup>	13.06±0.46 <sup>a</sup>
	120	13.53±0.46 <sup>Ab</sup>	10.73±0.46 <sup>Bb</sup>	12.13±0.46 <sup>ABab</sup>	12.60±0.80 <sup>ABab</sup>
	150	13.53±0.46 <sup>b</sup>	11.66±0.46 <sup>ab</sup>	11.20±0.80 <sup>ab</sup>	10.73±1.23 <sup>ab</sup>
TBA (mg MA/kg)	1	2.37±0.35 <sup>Abc</sup>	1.46±0.18 <sup>Bd</sup>	2.00±0.17 <sup>ABb</sup>	1.72±0.16 <sup>ABbc</sup>
	15	1.13±0.17 <sup>ABc</sup>	0.47±0.16 <sup>Ce</sup>	1.40±0.26 <sup>Abc</sup>	0.58±0.02 <sup>BCd</sup>
	30	2.46±0.80 <sup>Abc</sup>	1.08±0.24 <sup>ABd</sup>	1.05±0.26 <sup>ABc</sup>	0.82±0.20 <sup>Bd</sup>
	60	2.74±0.19 <sup>Bb</sup>	3.55±0.31 <sup>Ac</sup>	2.17±0.04 <sup>BCb</sup>	1.93±0.23 <sup>Cb</sup>
	90	2.70±0.05 <sup>Ab</sup>	2.76±0.24 <sup>Ac</sup>	1.66±0.11 <sup>Bbc</sup>	1.37±0.14 <sup>Bc</sup>
	120	3.55±0.21 <sup>Bb</sup>	6.42±0.28 <sup>Ab</sup>	1.79±0.12 <sup>Dbc</sup>	2.55±0.19 <sup>Ca</sup>
	150	5.01±0.80 <sup>Ba</sup>	11.51±0.93 <sup>Aa</sup>	5.09±0.51 <sup>Ba</sup>	2.65±0.10 <sup>Ca</sup>
Peroksit (mmol O <sub>2</sub> kg)	1	2.33±0.16 <sup>Bc</sup>	1.56±0.42 <sup>Bf</sup>	3.38±0.82 <sup>ABb</sup>	4.80±0.76 <sup>Aa</sup>
	15	2.40±0.61 <sup>c</sup>	1.24±0.01 <sup>f</sup>	1.92±0.43 <sup>b</sup>	2.07±0.33 <sup>c</sup>
	30	4.44±0.48 <sup>ABab</sup>	4.22±0.30 <sup>ABe</sup>	5.69±0.60 <sup>Aa</sup>	4.01±0.40 <sup>Bab</sup>
	60	3.70±0.06 <sup>Bbc</sup>	6.35±0.16 <sup>Ad</sup>	2.69±0.21 <sup>Cb</sup>	1.74±0.23 <sup>Dc</sup>
	90	4.21±0.87 <sup>Bab</sup>	9.42±0.36 <sup>Aa</sup>	3.36±0.18 <sup>BCb</sup>	2.20±0.34 <sup>Cc</sup>
	120	4.57±0.35 <sup>Bab</sup>	8.21±0.36 <sup>Ab</sup>	3.75±0.29 <sup>BCab</sup>	2.89±0.37 <sup>Cbc</sup>
	150	5.70±0.19 <sup>ABa</sup>	7.25±0.16 <sup>Ac</sup>	4.03±1.25 <sup>Bab</sup>	4.48±0.37 <sup>Ba</sup>
pH	1	6.57±0.02 <sup>a</sup>	6.55±0.00 <sup>a</sup>	6.59±0.01 <sup>b</sup>	6.58±0.01 <sup>a</sup>
	15	6.59±0.03 <sup>Ba</sup>	6.56±0.01 <sup>Ba</sup>	6.66±0.00 <sup>Aa</sup>	6.53±0.02 <sup>Ba</sup>
	30	6.47±0.01 <sup>Ab</sup>	6.41±0.03 <sup>Ab</sup>	6.20±0.01 <sup>Ce</sup>	6.28±0.02 <sup>Bcd</sup>
	60	6.18±0.03 <sup>c</sup>	6.16±0.01 <sup>c</sup>	6.17±0.02 <sup>e</sup>	6.24±0.02 <sup>d</sup>
	90	6.48±0.02 <sup>b</sup>	6.43±0.01 <sup>b</sup>	6.44±0.02 <sup>cd</sup>	6.44±0.01 <sup>b</sup>
	120	6.44±0.03 <sup>b</sup>	6.41±0.01 <sup>b</sup>	6.47±0.02 <sup>c</sup>	6.40±0.01 <sup>b</sup>
	150	6.44±0.03 <sup>Ab</sup>	6.43±0.02 <sup>Ab</sup>	6.39±0.02 <sup>ABd</sup>	6.33±0.02 <sup>Bc</sup>

**A:** Vakumsuz-bütün; **B:** Vakumsuz-baş ve iç organları çıkarılmış; **C:** Vakumlu-bütün; **D:** Vakumlu-baş ve iç organları çıkarılmış; **TVB-N:** Total volatile basic nitrogen (toplam uçucu bazik azot); **TBA:** Tiyoobarbitürik asit; <sup>ABCD:</sup> Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasında farklılığı gösterir ( $p<0.05$ ); <sup>abcdef:</sup> Aynı sütündeki farklı harfler zamanlar arasında farklılığı gösterir ( $p<0.05$ )

**Tablo 4.** Dondurularak muhafaza edilen inci kefalinin kimyasal analiz bulgularındaki ve pH değerlerindeki değişimler

Grup-zaman	n	TVB-N (mg/100 g)	TBA (mg MA/kg)	Peroksit (mmol O <sub>2</sub> /kg)	pH
<b>Muamele</b>					
Bütün	42	12.10±0.27	2.51±0.20 <sup>b</sup>	3.73±0.21 <sup>b</sup>	6.43±0.02 <sup>a</sup>
Temiz	42	11.77±0.19	2.78±0.44 <sup>a</sup>	4.32±0.40 <sup>a</sup>	6.41±0.01 <sup>b</sup>
<b>Ambalaj</b>					
Vakumsuz	42	12.06±0.25	3.37±0.43 <sup>a</sup>	4.68±0.38 <sup>a</sup>	6.43±0.02 <sup>a</sup>
Vakumlu	42	11.81±0.22	1.91±0.17 <sup>b</sup>	3.36±0.21 <sup>b</sup>	6.41±0.02 <sup>b</sup>
<b>Zaman (gün)</b>					
1	12	10.61±0.32 <sup>c</sup>	1.89±0.14 <sup>d</sup>	3.02±0.44 <sup>c</sup>	6.57±0.00 <sup>a</sup>
15	12	13.30±0.55 <sup>a</sup>	0.90±0.13 <sup>e</sup>	1.91±0.21 <sup>d</sup>	6.58±0.01 <sup>a</sup>
30	12	12.25±0.30 <sup>b</sup>	1.35±0.27 <sup>e</sup>	4.59±0.27 <sup>b</sup>	6.34±0.03 <sup>d</sup>
60	12	11.46±0.36 <sup>bc</sup>	2.60±0.20 <sup>c</sup>	3.62±0.52 <sup>c</sup>	6.19±0.01 <sup>e</sup>
90	12	11.90±0.32 <sup>b</sup>	2.12±0.19 <sup>cd</sup>	4.80±0.86 <sup>ab</sup>	6.45±0.00 <sup>b</sup>
120	12	12.25±0.39 <sup>b</sup>	3.58±0.53 <sup>b</sup>	4.85±0.62 <sup>ab</sup>	6.43±0.01 <sup>bc</sup>
150	12	11.78±0.47 <sup>b</sup>	6.07±0.03 <sup>a</sup>	5.36±0.47 <sup>a</sup>	6.40±0.01 <sup>c</sup>

**TVB-N:** Total volatile basic nitrogen (toplam uçucu bazik azot); **TBA:** Tiyobarbitürik asit; **n:** Ambalajlı numune sayısı; <sup>abcde</sup>: Aynı sütundaki farklı harfler balıkların temizlenmesi/vakumlanması göre oluşturulan gruplar ve muhafaza zamanları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ )

**Tablo 5.** Dondurularak muhafaza edilen inci kefalinin vitamin A/D<sub>3</sub> miktarları (yaş doku) ve duyu analizi puanları

Analizler	Zaman (gün)	GRUPLAR			
		A	B	C	D
<b>Vitamin A (µg/100 g)</b>	1	28.20±2.97 <sup>a</sup>	27.83±5.08 <sup>a</sup>	37.40±2.45 <sup>a</sup>	31.83±3.16 <sup>a</sup>
	15	25.00±2.88 <sup>ab</sup>	22.00±0.50 <sup>ab</sup>	24.06±2.96 <sup>b</sup>	22.00±0.50 <sup>b</sup>
	30	18.75±3.75 <sup>b</sup>	15.75±5.75 <sup>b</sup>	9.00±1.50 <sup>c</sup>	8.75±1.25 <sup>c</sup>
	60	10.43±4.30 <sup>c</sup>	6.46±0.78 <sup>c</sup>	7.36±1.34 <sup>c</sup>	6.76±0.50 <sup>c</sup>
	90	0.56±0.21 <sup>d</sup>	0.33±0.03 <sup>c</sup>	0.33±0.08 <sup>d</sup>	0.50±0.05 <sup>d</sup>
	120	0.23±0.13 <sup>d</sup>	0.26±0.03 <sup>c</sup>	0.23±0.08 <sup>d</sup>	0.43±0.03 <sup>d</sup>
	150	0.23±0.03 <sup>d</sup>	0.20±0.10 <sup>c</sup>	0.20±0.05 <sup>d</sup>	0.33±0.06 <sup>d</sup>
<b>Vitamin D<sub>3</sub> (µg/100 g)</b>	1	83.33±4.91 <sup>Ba</sup>	71.00±5.85 <sup>Ba</sup>	108.33±11.66 <sup>Aa</sup>	71.33±5.23 <sup>Ba</sup>
	15	64.00±14.29 <sup>ab</sup>	58.00±1.52 <sup>b</sup>	57.66±4.70 <sup>b</sup>	48.50±3.50 <sup>b</sup>
	30	58.33±9.27 <sup>b</sup>	64.50±6.50 <sup>ab</sup>	53.33±3.75 <sup>bc</sup>	51.00±1.00 <sup>b</sup>
	60	37.66±1.45 <sup>c</sup>	34.66±2.90 <sup>c</sup>	38.33±7.26 <sup>cd</sup>	46.66±4.40 <sup>b</sup>
	90	21.00±1.73 <sup>cd</sup>	18.66±1.33 <sup>d</sup>	21.66±1.76 <sup>de</sup>	25.66±2.96 <sup>c</sup>
	120	12.33±1.45 <sup>d</sup>	11.66±0.88 <sup>d</sup>	10.66±0.66 <sup>e</sup>	11.33±0.88 <sup>d</sup>
	150	11.66±0.88 <sup>Ad</sup>	12.66±0.33 <sup>Ad</sup>	9.00±0.57 <sup>Be</sup>	8.66±0.88 <sup>Bd</sup>
<b>Duyusal analiz*</b>	1	8.80±0.20 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	8.60±0.24 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>
	15	8.20±0.20 <sup>a</sup>	8.20±0.20 <sup>ab</sup>	7.80±0.48 <sup>abc</sup>	8.20±0.37 <sup>ab</sup>
	30	7.75±0.25 <sup>bc</sup>	8.00±0.40 <sup>b</sup>	7.75±0.25 <sup>abc</sup>	8.25±0.25 <sup>ab</sup>
	60	7.80±0.37 <sup>bc</sup>	8.00±0.31 <sup>b</sup>	7.40±0.24 <sup>bcd</sup>	8.00±0.31 <sup>b</sup>
	90	7.75±0.25 <sup>bc</sup>	7.75±0.25 <sup>b</sup>	8.25±0.25 <sup>ab</sup>	8.25±0.25 <sup>ab</sup>
	120	7.00±0.40 <sup>ABcd</sup>	7.75±0.47 <sup>Ab</sup>	6.50±0.28 <sup>Bd</sup>	7.75±0.25 <sup>Ab</sup>
	150	6.75±0.25 <sup>d</sup>	7.75±0.25 <sup>b</sup>	6.75±0.47 <sup>cd</sup>	7.50±0.28 <sup>b</sup>

**A:** Vakumsuz-bütün; **B:** Vakumsuz-baş ve iç organları çıkarılmış; **C:** Vakumlu-bütün; **D:** Vakumlu-baş ve iç organları çıkarılmış; \*: 9.00-7.00 puan "çok iyi", 6.99-4.01 puan "iyi", 4.00 puan "tüketilebilir", <4.00 puan "bozulmuş"; <sup>AB</sup>: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasında farklılığı gösterir ( $p<0.05$ ); <sup>abcde</sup>: Aynı sütundaki farklı harfler zamanlar arasında farklılığı gösterir ( $p<0.05$ )

**Tablo 6.** Dondurularak muhafaza edilen inci kefalinin vitamin A/D<sub>3</sub> miktarlarındaki (yaş doku) ve duyuşsal analiz puanlarındaki değişimler

Grup-zaman	n	Vitamin A (µg/100 g)	Vitamin D <sub>3</sub> (µg/100 g)	Duyuşsal analiz*
<b>Muamele</b>				
Bütün	42	11.39±2.01	41.95±4.77 <sup>a</sup>	7.69±0.11 <sup>b</sup>
Temiz	42	9.84±1.87	36.89±3.76 <sup>b</sup>	8.12±0.08 <sup>a</sup>
<b>Ambalaj</b>				
Vakumsuz	42	10.85±1.86	39.36±4.10	7.93±0.09
Vakumlu	42	10.42±2.03	39.67±4.61	7.88±0.11
<b>Zaman (gün)</b>				
1	12	31.31±1.91 <sup>a</sup>	83.50±5.56 <sup>a</sup>	8.85±0.08 <sup>a</sup>
15	12	23.38±1.06 <sup>b</sup>	57.81±3.91 <sup>b</sup>	8.10±0.16 <sup>b</sup>
30	12	12.61±1.95 <sup>c</sup>	56.60±3.19 <sup>b</sup>	7.93±0.14 <sup>b</sup>
60	12	7.75±1.09 <sup>d</sup>	39.33±1.15 <sup>c</sup>	7.80±0.15 <sup>b</sup>
90	12	0.43±0.06 <sup>e</sup>	21.75±2.35 <sup>d</sup>	8.00±0.12 <sup>b</sup>
120	12	0.29±0.04 <sup>e</sup>	11.50±0.46 <sup>e</sup>	7.25±0.21 <sup>c</sup>
150	12	0.24±0.03 <sup>e</sup>	10.50±0.59 <sup>e</sup>	7.18±0.18 <sup>c</sup>

\*: 9.00-7.00 puan "çok iyi", 6.99-4.01 puan "iyi", 4.00 puan "tüketilebilir", <4.00 puan "bozulmuş"; n: Ambalajlı numune sayısı;

abcde: Aynı sütündeki farklı harfler balıkların temizlenmesi/vakumlanmasına göre oluşturulan gruplar ve muhafaza zamanları arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ )

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Dondurularak muhafaza edilen gıdalarda mikroorganizmalara göre değişmekle birlikte üreme yavaşlamakta veya durmakta, ancak enzimatik faaliyetler azalmakla birlikte devam etmektedir (6,10,32,33). Bu araştırmada da farklı şekillerde işlenerek ambalajlanan ve dondurularak muhafaza edilen inci kefalindeki mikroorganizma sayılarının genellikle azaldığı gözlenmiştir. Numunelerin başlangıçta ~3 log kob/g seviyesinde olan TAPM sayıları, bütün halde vakumlanarak ambalajlanan grup (C) hariç olmak üzere 120. gün 2 log kob/g ve 150. gün ~1 log kob/g seviyesine kadar düşmüştür (Tablo 1). Bu araştırmada TAPM sayısı yönünden bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu numuneler arasındaki fark ve zamanın etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 2). Bu araştırmadaki bulgulara benzer şekilde dondurularak muhafaza edilen bütün ve temizlenmiş hamsi (15) ile vakumlanmış derili/derisiz aynalı sazan filetoalarında da (24) psikrofil mikroorganizma sayılarının düştüğü bildirilmiştir. Psikrofil mikroorganizmaların  $10^7$ - $10^8$  kob/g seviyelerine ulaştığında balıkların bozulmuş olarak değerlendirileceği belirtilmektedir (5). Tablo 1 incelendiğinde tüm gruplarda belirlenen bu mikroorganizma sayılarının belirtilen seviyelerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Tüm gruplarda düzensiz bir seyir izleyen LAB sayıları muhafaza süresince başlangıçta olduğu gibi 1-2 log kob/g seviyelerinde tespit edilmiş (Tablo 1), bütün ile temizlenmiş numuneler arasındaki fark ve muhafaza süresinin etkisi önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 2). Bu araştırmada elde edilen bulgular, bütün ve temizlenmiş bir şekilde dondurularak muhafaza edilen inci kefali (21) ve sazan (22) üzerine yapılan çalışmalarda bildirilen bulgulara benzerdir. Başlangıçta en fazla  $3.30±0.00$  log kob/g olarak belirlenen maya-küf sayısı muhafaza süresinin 60. gününe kadar düzensiz bir seyir izlemiş ve daha sonraki günlerde grupların hiçbirinde maya-küf tespit edilmemiştir (Tablo 1). Kietzmann ve ark. (34) balıklardaki maya-küflerin daha çok karasal kökenli olduğunu ve genellikle taşıma/işleme aşamalarında bu mikroorganizmaların balıklara bulaşabileceğini belirtmişlerdir. Bu araştırmada da muhafazanın başlangıcında maya-küflerin belirlenmesinde,

gölden avlanmış balıkların direkt tekne içinde veya kontamine olmuş tahta kasalarda taşınmasının etkili olabileceği düşünülmektedir.

İncelenen tüm gruplarda koliform grubu bakterilere sadece 1. gün rastlanmış (1-2 log kob/g), daha sonraki günlerde ise numunelerde bu bakteri yönünden herhangi bir üreme olmadığı (<1.00 log kob/g) görülmüştür (Tablo 1). Dondurularak muhafaza edilen vakumlu ambalajlanmış aynalı sazan filetoaları üzerine yapılan bir araştırmada da (24), koliform grubu bakteri sayısının muhafaza süresince azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca bu araştırmada incelenen inci kefali numunelerinde fekal streptokoklar ile *Pseudomonas spp.*'ye rastlanmamıştır. Benzer bir şekilde dondurularak muhafaza edilen bütün ve temizlenmiş sazanlarda da muhafaza süresince fekal streptokokların tespit edilmediği belirtilmiştir (22).

TVB-N balıktaki mikroorganizmaların faaliyetleriyle meydana gelen parçalanma ürünleridir (5), ancak bu araştırmada muhafaza süresince dondurulan numunelerde mikroorganizmaların üremesi sınırlı kaldığından A grubu hariç diğer gruplarda TVB-N miktarları genellikle artmamıştır (Tablo 3). Bu nedenle incelenen numuneler, Kietzmann ve ark. (34)'nın sınıflandırmasına göre "iyi kalite" sınıfına girmiştir. Bu araştırmadan bulgularına benzer şekilde aynalı sazan filetoalarında beşinci aya kadar (24), bütün ve temizlenmiş sazanlarda dördüncü aya kadar (22) bu değer yönünden önemli bir artış olmadığı, bütün ve fileto halinde buzda muhafaza edilen alabalıklarda da (35) TVB-N miktarlarının düzensiz bir seyir izlediği ve muhafazanın sonunda bile balıkların yüksek kalite sınıfında kaldığı belirtilmiştir. Ancak dondurularak muhafaza edilen temizlenmiş vakumlu/vakumsuz lüfer (14), berlam balığı (16), sudak filetoaları (17), bütün/temizlenmiş inci kefali (21), kemani vatoz (36) ve havuz sazanı (37) üzerine yapılan çalışmalarda bu araştırmada elde edilen bulgulardan farklı olarak muhafaza süresince TVB-N miktarlarının arttığı belirtilmiştir. Araştırmalar arasındaki farklılıkların incelenen ürünlerin yaşadıkları habitat, muhafaza süreleri ve ürünlerin işlenmesi sırasında oluşan kontaminasyonlara bağlı olarak gelişen mikroorganizma faaliyetlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu araştırmada TBA miktarları ve peroksit sayısı muhafaza süresince genellikle düzensiz bir seyir izlemiş ve bu değerlerin bütün gruplarda arttığı görülmüştür. En yüksek değerler B grubunda belirlenirken, en düşük değerler ise D grubunda belirlenmiştir (Tablo 3). Yapılan farklı çalışmalarda Perez-Villarreal ve Howgate (13) ile Simeonidou ve ark. (16) berlam balıklarında, Karaçam ve Boran (15) bütün ve temizlenmiş hamsilerde, Olgunoğlu ve ark. (17) sudak filetolarında, Çaklı ve ark. (18) da sardalyada muhafaza süresince TBA miktarının yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Perez-Villarreal ve Howgate (13) ile Karaçam ve Boran (15) da inceledikleri örneklerde muhafaza süresince peroksit sayılarının arttığını belirtmişlerdir. Bu araştırmada TBA miktarı ve peroksit sayısı bakımından bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu numuneler arasındaki fark önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuş, ayrıca temizlenmiş ve vakumsuz numunelerdeki bulguların daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4). TBA miktarı ve peroksit sayısının temizlenmiş ve vakumlanmamış numunelerde bütün ve vakumlu numunelerdekinden daha yüksek çıkması, bu numunelerin daha fazla oksijene maruz kalarak oksidasyona uğramasından kaynaklanmış olabilir.

İncelenen inci kefalı numunelerinde 6.16-6.66 arasında değişen pH değerleri muhafaza süresince düzensiz bir seyir izleyerek muhafazanın son günlerinde bütün gruplarda düşmüştür (Tablo 3). pH değerleri bakımından bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu numuneler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuş (Tablo 4), ancak belirlenen değerlerin grupların hiç birinde tüketilebilirlik sınırı olan 6.80-7.00 değerlerini (10,38) aşmadığı görülmüştür. Bu araştırmanın bulgularından farklı olarak dondurularak muhafaza edilen hamsi (15) ve alabalık (35) üzerine yapılan çalışmalarda örneklerdeki pH değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir. Ancak Lüfer (14) ve kemani vatozun (36) incelendiği çalışmalarda ise pH değerlerinin muhafaza süresince arttığı bildirilmiştir.

Numunelerde başlangıçta 30 µg/100 g civarındaki vitamin A miktarları 60. güne kadar düzenli bir şekilde azalmış (~10 µg/100 g) ve bütün gruplarda daha sonraki günlerde bu miktar 1 µg/100 g'ın altına kadar düşmüştür (Tablo 5). Vitamin A miktarları bakımından bütün ile temizlenmiş numuneler arasındaki fark ve vakumsuz ile vakumlu numuneler arasındaki fark önemsiz bulunurken, zamanın etkisinin önemli ( $p<0.05$ ) olduğu görülmüştür (Tablo 6). Vitamin D<sub>3</sub> miktarları da düzenli bir şekilde düşerek tüm gruplarda muhafaza süresinin sonunda ~10 µg/100 g olarak belirlenmiştir (Tablo 5). Bu vitamin bakımından vakumsuz ve vakumlu numuneler arasındaki fark önemsiz, bütün ve temizlenmiş balıklar arasındaki fark ve muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 6). İnsanların günlük vitamin A ihtiyacının 375-1000 µg ve vitamin D<sub>3</sub> ihtiyacının ise 5-10 µg olduğu belirtilmektedir (1). Buna göre inci kefalı vitamin D<sub>3</sub> yönünden iyi bir kaynak olarak görünse de, vitamin A için aynı durum söz konusu değildir.

Duyusal analiz puanları bütün gruplarda azalmakla birlikte bu puanların sadece 9.00 (çok iyi) ile 6.50 (iyi) arasında değiştiği gözlenmiştir (Tablo 5). Benzer bir şekilde aynalı sazın filetolarında (24) da muhafaza süresinin son günlerine kadar duyusal analiz puanlarında önemli bir azalma olmadığı bildirilmiştir. Duyusal analiz puanlarına göre bütün ile temizlenmiş numuneler arasındaki fark ve zamanın etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 6). Panelistler

tarafından yapılan puanlamaya göre A grubundaki numuneler 120. güne kadar "çok iyi" ve 150. güne kadar "iyi", B ve D grubundaki numuneler muhafazanın sonuna kadar "çok iyi" ve C grubundaki numuneler ise 90. güne kadar "çok iyi" ve 120. güne kadar "iyi" kalite sınıfına girmiştir. Bu araştırmada duyusal analiz puanlarında belli bir azalma olurken, TVB-N ve TBA miktarlarının duyusal analiz bulgularını büyük ölçüde desteklediği görülmüştür. Huss (5) da, yapılan çalışmalarda genel olarak incelenen örneklerin TBA miktarları ile duyusal analiz bulguları arasında korelasyonların gözlemlendiğini bildirmiştir. Ancak bu araştırmada numunelerde belirlenen peroksit sayıları ile duyusal analiz bulguları arasında tam bir korelasyon bulunmamaktadır. Özellikle B grubunda 60. günden sonra peroksit sayısı yüksek çıkmasına rağmen, aynı dönemde duyusal analiz puanlarında düşüş olmakla birlikte numunelerin "çok iyi" kalite sınıfına girdiği görülmüştür. Bu nedenle inci kefalinde sadece peroksit sayısına bakılarak bir kalite sınıflandırması yapılmasının uygun olmayacağı düşünülmektedir. Nitekim, hidroperoksitlerin kokusuz ve tatsız bileşikler olması nedeniyle peroksit sayısının analizi yapılan ürünün gerçek duyusal kalitesiyle ilişkilendirilemeyeceği ve bu değerlerin doğrudan bir kalite kriteri olarak yorumlanmasının doğru olmadığı belirtilmektedir (5). Ayrıca Taliadourou ve ark. (20) tarafından analizler arasında her zaman tam bir korelasyon olmasının mümkün olmayacağı, balıkların tazeliğinin gerçek anlamda belirlenebilmesi için mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal analiz bulgularının birlikte değerlendirilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır.

Bölgede inci kefalinin pazarlanma şekli en önemli sorunlardan birini oluşturmaktadır. Bu balıklar gerekli muhafaza tedbirleri alınmadan günlük olarak pazara sürülmekte, aynı gün satılmayan balıklar önemli ölçüde zayıf olmakta veya ertesi gün çok düşük fiyatlara satılmaktadır. Çoğu zaman balıklar sokaklarda açık havada ve sıcaklığın altında arabalarda satılmaya çalışılmakta, bazen de satılmayan balıklar yeni tulmuş balıklarla karıştırılarak pazarlanmaktadır. Bunlardan dolayı, halk sağlığı potansiyel risklerle karşı karşıya kalmakta ve ekonomik kayıplar meydana gelmektedir (39). Bu durum da soğuk hava depolarının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymakta ve bölgede önemli bir sorunu gözler önüne sermektedir.

Bölge halkı avlanan inci kefalini muhafaza etmek için çok eski bir depolama ve saklama şekli olan tuzla muhafaza yöntemini devam ettirmekte ve bu yöntem en yaygın kullanılan muhafaza şekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunda yöre halkının yıllardan beri süregelen alışkanlıklarını devam ettirmek istemesinin yanında, buna alternatif olabilecek soğutma ve dondurma imkânlarının kısıtlı olmasının da etkisi olabilir.

Yöredeki tüketiciler uzun yıllardan beri balıkları, bol bulunduğu mevsimlerde en pratik muhafaza şekli olan tuzlayarak muhafaza etmektedir. Günümüzde avlanan inci kefalinin %40'ının tuzlu olarak tüketildiği, piyasadan toplanan ve geleneksel yöntemlerle tuzlanan balıkların hijyenik kalitelerinin çok kötü ve neredeyse tamamının bozulmuş durumda olduğu, ayrıca bu balıkların sağlık sorunlarına yol açabileceği bildirilmiştir (40). Kılınççeker ve Küçüköner (19) tuzlu balıklardaki TBA ve TVB-N değerlerinin sırasıyla 3.31-5.05 mg/kg ve 43.60-173.04 mg/100 g arasında değiştiğini, tuz içeriğinin ise oldukça yüksek (%15.10-18.26) olduğunu, özellikle sağlık sorunları yaşayan kişilerin tuzlu balık tüketiminde dikkatli ol-

maları gerektiğini bildirmişlerdir. Hijyenik ve kimyasal kalite-leri iyi olsa bile tüketilen balıkların muhafazasında kullanılan yüksek miktarlardaki tuz başlı başına bir sağlık problemi oluşturmaktadır. Gıdalarla birlikte alınan fazla miktardaki tuzun özellikle yüksek tansiyon ile özafagus ve mide kanserine yol açtığı (41,42), Van ve çevresinde de yüksek tansiyon ve sindirim sistemi kanserinin yaygın olarak görüldüğü bildirilmiştir (43,44). Sarı ve ark. (40), yörede yüksek tansiyonun yaygın olarak görülmesi ile tuz oranı oldukça fazla olan tuzlu balık tüketimi arasında önemli bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Hijyenik olmaması ve bazı sağlık riskleri taşıması nedeniyle yöre halkına tuzlu balık tüketiminin zararları sık aralıklarla düzenlenecek seminer ve konferanslarla anlatılarak vakit geçirmeden insanların bilinçli bir şekilde tuzlu balık tüketimini terk etmesi veya azaltması sağlanmalıdır. Ayrıca yapılacak kapsamlı çalışmalarla bölge halkının kaliteli balık tüketebilmesini sağlayacak alternatif muhafaza yöntemleri devreye konulmalıdır. Uzun bir raf ömrüne sahip olan ve sağlık açısından risk taşımayan dondurularak muhafazanın da bu konuda en etkili ve yaygınlaştırılması gereken önemli bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

Gölden avlanan inci kefalinin önemli bir kısmı taze olarak tüketilmektedir. Bu çalışmada baş ve iç organları çıkarılarak temizlenmiş ve bütün haldeki inci kefalinin vakumlu ve vakumsuz ambalajlarda dondurularak muhafaza edilme imkânları denenmiş ve muhafaza süresince meydana gelen kalite değişimleri incelenmiştir. Bu çalışmada inci kefalinin baş ve iç organlarını çıkarmak suretiyle depolanmasının bu balıkların dayanma sürelerini arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, inci kefalinin işlenmiş bir şekilde dondurularak tüketime sunulmasının balık popülasyonunun korunması, halk sağlığı açısından potansiyel risklerin azaltılması ve ekonomik kalkınma açısından önemli sayılabilecek birçok faydasının da olabileceği düşünülmektedir. Nitekim; kışın avlanan fazla miktardaki balıkların zayı olmaları önlenemez ve üreme dönemi balıklılığını engellenerek Van Gölü'ndeki balık popülasyonu korunabilir. İnci kefali endüstriye kazandırılarak katma değeri yüksek yeni istihdam alanları oluşturulabilir, değişik şekillerde stok yapılabilmesi ve oluşan rekabete bağlı olarak piyasada fiyat istikrarı sağlanabilir ve bölge ekonomisi canlanabilir. Balığın baş ve iç organlarının çıkarılarak temizlenmesi tüketiciler tarafından rağbet görebilir ve temizleme zahmeti ortadan kalkacağı için zamandan tasarruf sağlanarak balık tüketimi teşvik edilebilir. İşlenmiş ürünler daha az yer kaplayacağından taşıma/pazarlama işlemleri kolaylaşabilir ve ambalajlanmış ürünler de dış etkilere korunmuş için balıklar en az kalite kaybı ile tüketicilere sunulabilir. İşlenmiş veya işlenmemiş inci kefalinin dondurulması ile bu balığın pazar arzı dengelenebileceği gibi, taze balığın bulunmadığı zamanlarda depolanmış iyi kalitede balığın piyasaya sunulması ile tüketici talebi karşılanabilir. Böylelikle bölge halkının kaliteli ve ucuz bir protein kaynağı olan inci kefalinden daha uzun yıllar yararlanması sağlanabilir. Ancak bütün bu faydaların sağlanabilmesi için ilgili kuruluşlar denetimlerini arttırmalı, bilgilendirme faaliyetlerini yaygınlaştırmalı ve bölgede mevcut haliyle devam eden hijyenik olmayan pazarlama şekli terk edilerek bu balıklar modern satış yerlerinde satılmalıdır.

Sonuç olarak; inci kefalinin temizlenerek ve vakumlu bir şekilde ambalajlanmasının uygun bir yöntem olduğu ve bu şekilde işlenen balıkların dondurularak 150 gün süreyle kaliteli bir şekilde muhafaza edilebileceği belirlenmiştir. Bölgede inci kefalinin muhafazasında eskiden beri kullanılan sağlıklı

bir yöntem olan tuzla muhafazaya alternatif bir yöntem olarak balıkların dondurularak muhafazası önerilebilir. Böylelikle tüketiciler bölgede avlanmanın yasak olduğu dönemlerde bile duyuşsal özelliklerini kaybetmemiş inci kefaline kolaylıkla ulaşabilecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı destekleyen TÜBİTAK Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubuna, çalışmanın gerçekleşmesinde önemli katkıları bulunan Prof. Dr. Candan VARLIK, Prof. Dr. Suphi DENİZ, Prof. Dr. Özkan ÖZDEN ve Prof. Dr. Taçnur BAYGAR'a, istatistiksel analizlerde yardımcı olan Prof. Dr. Ecevit EYDURAN'a teşekkür ederiz.

## FİNANSAL BEYAN

Bu çalışma TÜBİTAK Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu tarafından "102Y094" nolu proje olarak desteklenmiştir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar tarafından beyan edilecek bir çıkar çatışması yoktur.

## YAZAR KATKILARI

ES çalışmanın planlanmasında; ES, KE ve HS numunelerin alınması ve işlenmesinde görev aldı. Analizlerin yapılması, çalışmanın yazılması ve son kontroller bütün yazarların katkılarıyla gerçekleştirildi.

## ETİK BEYAN

Bu çalışmada kullanılan inci kefali; 15.02.2014 tarih ve 28914 sayılı Resmî Gazetede yayınlanan Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliği'nin 8. Maddesi (8)/k fıkrasında yer alan HADYEK iznine tabi olmayan müdahaleler kapsamında elde edilmiştir.

## KAYNAKLAR

1. **Gregory III JF (2017)**. Vitamins. (In): Fennema's Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL (eds). Chapter VIII. 5<sup>th</sup> ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 543-626.
2. **Voyer LE (2022)**. Nutrition and food. Cambridge Scholars Publishing, Newcastle.
3. **Velíšek J, Koplik R, Cejpek, K (2020)**. The chemistry of food. 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley-Blackwell, Hoboken.
4. **Kontogiorgos V (2024)**. Introduction to food chemistry. 2<sup>nd</sup> Edition, Springer, Cham.
5. **Huss HH (1995)**. Quality and quality changes in fresh fish. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper-348, Rome.
6. **Forsythe SJ (2020)**. The Microbiology of safe food. 3<sup>rd</sup> Edition, Wiley-Blackwell, New Jersey.
7. **Parthiban F, Felix S (2022)**. Microbiology of fish and fishery products. Daya Publishing House, New Delhi.
8. **Mishra R (2022)**. Handbook on fish processing and preservation. CRC Press, Oxon.
9. **Syanya FJ, Mathia WM, Harikrishnan M (2023)**. Quality and safety concerns of farmed tilapia fish during freezing and frozen storage: Review. *Asian Food Sci J.*, 22(6):40-58.



10. **Connell JJ (1995)**. Control of Fish Quality. 4<sup>th</sup> Edition, Wiley-Blackwell, London.
11. **Sikorski ZE, Kolakowska A (2020)**. Freezing of marine food. (In): Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation. Sikorski ZE (ed). CRC Press, Boca Raton, USA, 111-124.
12. **Mueller C (2023)**. Fishery product safety and quality. Alexis Press, New York.
13. **Perez-Villarreal B, Howgate P (1991)**. Deterioration of European hake (*Merluccius merluccius*) during frozen storage. *J Sci Food Agric.*, 55(3):455-469.
14. **Varlık C, Gökoğlu N (1991)**. Dondurulmuş lüfer (*Pomatomus saltator*, Linnaeus 1766)'in raf ömrünün belirlenmesi. *İstanbul Üniv Su Ürünleri Derg.*, 1(2):107-112.
15. **Karaçam H, Boran M (1996)**. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18°C. *Int J Food Sci Technol.*, 31(6):527-531.
16. **Simeonidou S, Govaris A, Vareltzis K (1997)**. Effect of frozen storage on the quality of whole fish and filets of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and mediterranean hake (*Merluccius mediterraneus*). *Z Lebensm Unters Forsch A*, 204:405-410.
17. **Olgunoğlu İA, Polat A, Var I (2002)**. Dondurularak depolanan (-18°C) sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya & Naseka, 1996) filetolarında kimyasal ve duyuşsal değişimler. *Turk J Vet Anim Sci.*, 26(4):879-884.
18. **Çaklı Ş, Tokur B, Çelik U, Taşkaya L (2003)**. No-frost koşullarda depolanan sardalya balıklarının (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792) fiziksel, kimyasal ve duyuşsal değerlendirmesi. *Ege Üniv Su Ürünleri Derg.*, 20(1-2):87-93.
19. **Kılınççeker O, Küçüköner E (2003)**. Tuzlanmış inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) balığında fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişimlerin saptanması. *YYÜ Zir Fak Tarım Bil Derg.*, 13(1):55-59.
20. **Taliadourou D, Papadopoulos V, Domvridou E, Savvaidis IN, Kontominas MG (2003)**. Microbiological, chemical and sensory changes of whole and filleted mediterranean aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *J Sci Food Agric.*, 83(13):1373-1379.
21. **Ekici K, Sağun E, Sancak YC, Sancak H, Yörük İH, İşleyici Ö (2011)**. Dondurulmuş olarak muhafaza edilen inci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) biyojen amin oluşumu ve mikrobiyolojik değişimlerin belirlenmesi. *YYÜ Vet Fak Derg.*, 22(2):93-99.
22. **Çakmak T, Sancak YC (2019)**. Determination of biogenic amine formation and microbiological changes in carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) during frozen storage. *BEÜ Fen Bilimleri Derg.*, 8(4):1302-1315.
23. **Rasul G, Faruk O, Sarkar SI, Yuan C, Akter T, Shah AKMA (2022)**. Post-mortem biochemical, microbiological and sensory quality changes in the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) during ice storage. *Egypt J Aquat Biol Fish.*, 26(5):175-187.
24. **Arslan A, Gönülalan Z, Çelik C (1997)**. Derili ve derisiz vakumlanmış aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) filetolarının dondurularak muhafaza edilmesi. *Fırat Üniv Sağlık Bil Derg.*, 11(2):221-227.
25. **Özogul F, Polat A, Özogul Y (2004)**. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chem.*, 85(1):49-57.
26. **Pichhardt K (1998)**. Lebensmittel-mikrobiologie. 4. Auflage, Springer, Berlin.
27. **Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H (1993)**. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneęi, İstanbul.
28. **Honikel KO (2014)**. pH Measurement. (In): Encyclopedia of meat sciences. Dikeman M, Devine C (eds). Volume 1. 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press, London, UK, 262-266.
29. **Miller KW, Yang CS (1985)**. An isocratic high-performance liquid chromatography method for the simultaneous analysis of plasma retinol,  $\alpha$ -tocopherol, and various carotenoids. *Anal Biochem.*, 145(1):21-26.
30. **Paulus K, Gutschmidt J, Fricker A (1969)**. Karlsruher bewertungsschema-entwicklung, anwendbarkeit, modifikationen. *Lebensm Wiss Technol.*, 2:132-139.
31. **Stroup WW, Milliken GA, Claassen EA, Wolfinger RD (2018)**. SAS for mixed models. Introduction and basic applications. 2<sup>nd</sup> Edition, SAS Institute Inc, Cary, North Carolina.
32. **Hayes PR (1995)**. Food microbiology and hygiene. 2<sup>nd</sup> Edition, Chapman and Hall, London.
33. **Ünlütürk A (2015)**. Mikrobiyal gelişmenin inhibisyonu. (Çinde): Gıda Mikrobiyolojisi. Ünlütürk A, Turantaş F (editörler). Bölüm III, Kısım VIII. Baskı 4. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir, Türkiye, 171-225.
34. **Kietzmann V, Priebe K, Rakow D, Reichstein K (1969)**. Seefisch als lebensmittel. Paul Parey, Berlin.
35. **Chytiri S, Chouliara I, Savvaidis IN, Kontominas MG (2004)**. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiol.*, 21(2):157-165.
36. **Yılmaz AB, Akpınar D (2003)**. Kemani vatozun (*Rhinobatos rhinobatos* L.,1758) besin madde içeriğinin tespiti ve dondurularak muhafazası süresince kalite değişiminin belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci.*, 27(1),207-212.
37. **Hu Y, Zhang N, Wang H, Yanf Y, Tu Z (2021)**. Effects of pre-freezing methods and storage temperatures on the qualities of crucian carp (*Carassius auratus* var. pengze) during frozen storage. *J Food Process Preserv.*, 45:e15139.
38. **Ludorff W, Meyer V (1973)**. Fische und fischerzeugnisse. 2. Auflage, Paul Parey Verlag, Berlin.
39. **Sancak H, Sağun E (2020)**. Presence and prevalence of *Listeria* species in the inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811). *Van Vet J.*, 31(2):78-82.
40. **Sarı M, Küçüköner E, Arabacı M (2004)**. Van Gölü inci kefali'nin endüstriyel hammadde olarak değerlendirilebilme olanaklarının araştırılması. Van Ticaret Borsası Yayınları, Van.
41. **Kono S, Hirohata T (1996)**. Nutrition and stomach cancer. *Cancer Causes Cont.*, 7(1):41-55.
42. **Akbayır N (2004)**. Mide kanseri ve diyet arasındaki ilişkiler. *Güncel Gastroenteroloji*, 8(4):241-247.
43. **Erkoç R, Aksoy H, Alıcı S et al. (2001)**. Hypertension prevalence in Van, Turkey-1997. *East J Med.*, 6(1):22-25.
44. **Tuncer İ, Uygan İ, Kösem M ve ark. (2001)**. Van ve çevresinde görülen üst gastrointestinal sistem kanserlerinin demografik ve histopatolojik özellikleri. *Van Tıp Derg.*, 8(1):10-13.