



Farklı Şekillerde İşlenerek Soğukta (+4 °C) Muhafaza Edilen İnci Kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Muhafaza Süresince Meydana Gelen Kalite Değişiklikleri

Emrullah SAĞUN¹  Kamil EKİCİ¹  Hakan SANCAK^{2,*}  İbrahim Hakkı YÖRÜK³ 
Hünkar Avni DUYAR⁴ 

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 65040, Van, Türkiye

² Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 13200, Bitlis, Türkiye

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 65040, Van, Türkiye

⁴ Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 57000, Sinop, Türkiye

Geliş Tarihi: 10.07.2024

Kabul Tarihi: 16.10.2024

ÖZ

Bu çalışmada; bütün halde ve temizlenerek vakumsuz/vakumlu ambalajlanıp 20 gün süreyle soğukta (+4 °C) muhafaza edilen inci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değişiklikler incelenmiştir. Toplam aerob psikrofil mikroorganizmalar ve laktik asit bakterileri bütün gruplarda muhafaza süresince artarak 20. gün 7-8 log kob/g seviyelerine ulaşırken, *Pseudomonas* spp. sayıları ise sadece vakumsuz ambalajlanan örneklerde artmıştır (5-6 log kob/g). Örneklerin hiçbirinde fekal streptokoklara rastlanmamış, maya-küfler ve koliform grubu mikroorganizmalar muhafaza süresince düzensiz bir seyir izlemiştir. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve tiyobarbitürik asit (TBA) miktarları ile peroksit sayıları bütün gruplarda artarken, pH değerleri, vitamin (A, D₃) miktarları ve duyuşal analiz puanları azalmıştır. Belirlenen TBA miktarlarının, TVB-N ve duyuşal analiz bulguları ile uyum göstermediği görülmüştür. Bütün halde vakumlanarak ambalajlanan örneklerde, kan ve sindirim sisteminin içeriği hoş gitmeyen bir görünüm ve kokuya neden olmuştur. Sonuç olarak; inci kefalinin soğukta bütün halde 7 gün, baş ve iç organları çıkarılarak ise 10 gün süreyle muhafaza edilebileceği belirlenmiştir. Duyuşal özellikler ve raf ömrü üzerine balıkları temizleyerek vakumlu ambalajlamanın olumlu bir etkisinin bulunduğu ve bunun en uygun yöntem olabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca, az yağlı bir balık olan inci kefalinde TBA miktarı ve peroksit sayısının tazeliğin belirlenmesinde yararlanılabilecek güvenilir kriterler olmadığı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Duyuşal özellikler, inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*), kimyasal kalite, mikrobiyolojik kalite, soğukta muhafaza, vakumlu ambalajlama.

ABSTRACT

Quality Changes Occurring in Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Processed with Different Forms and Preserved at Cold (+4 °C) During the Preservation Period

In this study, microbiological, chemical, and sensory changes in whole and cleaned pearl mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) preserved in non-vacuumed/vacuumed packages and at cold (+4 °C) for 20 days were examined. While total aerobic psychrophil microorganisms and lactic acid bacteria increased in all groups during the preservation period and reached 7-8 log cfu/g levels on the 20th day, *Pseudomonas* spp. counts increased only in non-vacuumed package samples (5-6 log cfu/g). Fecal streptococci were not detected in any of the samples, and yeast-molds and coliforms followed an irregular course during the preservation period. While the total volatile basic nitrogen (TVB-N) and thiobarbituric acid (TBA) amounts and the peroxide counts increased in all groups, pH values, vitamin (A, D₃) amounts and sensory analysis scores decreased. It was observed that the determined TBA amounts were not compatible with TVB-N and sensory analysis findings. In samples vacuum-packaged as a whole, the contents of the blood and digestive system caused an unpleasant appearance and odor. As a result, it was determined that the pearl mullet can be preserved at cold for 7 days as a whole, and for 10 days with its head and internal organs removed. It has been evaluated that vacuum packaging of cleaned fish has a positive effect on sensory properties and shelf life and may be the most suitable method. In addition, it was convinced that the TBA amount and peroxide count in pearl mullet, which is a low-fat fish, are not reliable criteria that can be used to determine freshness.

Keywords: Chemical quality, microbiological quality, pearl mullet (*Chalcalburnus tarichi*), preservation at cold, sensory properties, vacuum packaging.



GİRİŞ

İnsanların protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir gıda olan balık, kaliteli protein içeriğinin yanında yağ asitleri, vitaminler ve mineral maddeler yönünden de zengindir (Gregory 2017; Voyer 2022). Ancak rutubet miktarı yüksek olan bu gıda, diğer etlere göre daha çabuk bozulabilmekte ve önemli kalite kayıpları oluşabilmektedir (Velişek ve ark. 2020). Balıkların gastro-intestinal sistemindeki enzimlerin neden olduğu otolitik bozulmalar ve balıkların kontaminasyonlara uğraması önemli kalite kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca balıkların depolandığı sıcaklık da, enzimatik ve mikrobiyal bozulmalarda rol oynayan önemli bir faktördür (Huss 1995; Forsythe 2020; Mishra 2022).

Balıkların kas dokusu normalde mikroorganizma içermezken; derisi, solungaçları ve sindirim sistemi birçok mikroorganizmanın ürediği kısımlardır (Huss 1995). Balıklar avlandıktan sonra da özellikle bu kısımlarda üreyen patojen mikroorganizmalar; çevresel şartlar, nakliye, işleme durumu ve muhafaza koşullarındaki olumsuzluklara bağlı olarak ilerleyen zamanlarda bütün vücuda yayılmakta ve bozulmada etkin rol oynamaktadır (Huss 1995; Forsythe 2020; Parthiban ve Felix 2022). Balıkların bozulmasının önlenmesi için, avlama yapıldıktan hemen sonra alınabilecek ilk önlem ürünün soğutulmasıdır (Connell 1995; Baygar ve Varlık 2004; Mishra 2022; Mueller 2023; Syanya ve ark. 2023). Ancak soğutmanın bozulmayı tamamen durdurmadığı, sadece belirli bir süre geciktirdiği ve kısa sürede tüketilen balıklar için tercih edilebilecek bir muhafaza şekli olduğu unutulmamalıdır.

İç su balıkçılığında üretimi sazandan sonra ikinci sırada yer alan inci kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) yaşadığı habitatın (Van Gölü) en yakın denizden yaklaşık 1000 km uzakta olması, bu balığın iç su balıkları içindeki önemini daha da artırmaktadır (Sarı 2001). Van Gölü çevresinde yaşayan halk tarafından sevilerek tüketilen, ucuz ve protein kalitesi yüksek olan inci kefali; uygun koşullarda muhafaza edilmemesi ve hijyenik şartlarda pazarlanmaması nedeniyle kısa sürede bozularak potansiyel bir halk sağlığı problemi oluşturmakta ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Sancak ve Sağun 2020). Yumurta bırakmak için Nisan/Temmuz ayları arasında akarsulara göç eden balıkların buralarda daha kolay avlanabilmesi, bol avlandığı için ucuz olması ve tüketicilerin yasak dönemde de balık tüketmek istemeleri avlanma yaşağına uyulmamasına neden olan önemli faktörler olarak görülmektedir.

Yapılan bazı çalışmalarda (Demirci ve Orak 1999; Köse ve ark. 2000; Şengör ve ark. 2000; Kyrana ve Lougovois 2002; Taliadourou ve ark. 2003; Ekici ve Alisarlı 2008; Çakmak ve Sancak 2023) farklı şekillerde muhafaza edilen balıklarda mikrobiyolojik ve kimyasal faktörlere bağlı olarak önemli kalite değişimlerinin belirlendiği, bazı çalışmalarda (Özogul ve ark. 2004; Stamatis ve Arkoudelos 2007; Vurat ve Kocatepe 2023) da vakumlu ambalajlamanın balıkların kimyasal ve duyuşal özelliklerine olumlu etkiler yaptığı bildirilmiştir.

Bu araştırma, bütün ve temizlenmiş inci kefali örneklerinin vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanarak soğukta muhafazası sırasında meydana gelen kalite değişimlerinin ve muhafaza süresinin bu değişimler üzerine etkisinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada balıkçılar tarafından ticari satış amacıyla Van Gölü'nden avlanan inci kefali materyal olarak kullanılmış ve en kısa sürede soğutuculu araçlarla laboratuvara getirilen balıklar dört gruba ayrılmıştır. Bütün haldeki balıkların bir kısmı strafor tabaklarda üstleri streç film ile kaplanarak vakumsuz (A grubu) ve bir kısmı da polietilen torbalarda vakumlu (C grubu) olarak ambalajlanmıştır. Ayrıca baş ve iç organlarından ayrılan, mukoz ve kandan arındırılması için soğuk musluk suyu ile yıkanarak süzülen balıklar da bütün haldeki balıklar gibi vakumsuz (B grubu) ve vakumlu (D grubu) bir şekilde ambalajlanmıştır.

Farklı şekillerde ambalajlanan inci kefali örnekleri +4 °C'de muhafaza edilmiş ve muhafaza süresinin 0., 2., 4., 7., 10., 13., 16. ve 20. günlerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değişimlerin belirlenmesi amacıyla incelenmiştir. Her grupta bulunan ~10 adet balığın en az 5'inin dorsal kaslarından örnekler alınmış, tüm analizler üç tekerrürlü olmak üzere öncelikle mikrobiyolojik analizler ve sonra da diğer analizler gerçekleştirilmiştir.

Mikrobiyolojik Analizler

Aseptik koşullarda steril stomaher torbasına alınan 10 g örnek ve 90 ml tamponlanmış peptonlu su (Oxoid CM0509) stomaherde (IUL, 2373/400, İspanya) iki dakika süreyle homojenize edilerek 10⁻⁸'e kadar desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri, uygulanan yöntemler ve inkübasyon koşulları Tablo 1'de sunulmuştur (Pichhardt 1998). İncelenen örneklerde fekal streptokoklar tespit edilmemiştir.

Tablo 1: Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları.

Table 1: Used in microbiological analyses the media and incubation conditions.

Mikroorganizma	Besiyeri	Ekim yöntemi	İnkübasyon
TAPM	PCA (Oxoid, CM325)	Damla plak	7 °C (7-10 gün)
LAB	M17 Agar (Oxoid, CM785)	Dökme plak, çift kat	35 °C (48 h)
Maya-küf	PDA (Oxoid, CM139)	Damla plak	20-25 °C (5-7 gün)
Koliformlar	VRBA (Oxoid, CM107)	Dökme plak	37±1 °C (24-48 h)
Fekal streptokoklar	SBA (Oxoid, CM377)	Damla plak	37 °C (24 h)
Pseudomonas spp.	PAB (Oxoid, CM559)	Damla plak	25 °C (48-72 h)

TAPM: Toplam aerob psikrofil mikroorganizmalar; **LAB:** Laktik asit bakterileri; **PCA:** Plate Count Agar; **PDA:** Potato Dextrose Agar; **VRBA:** Violet Red Bile Agar; **SBA:** Slanetz & Bartley Agar; **PAB:** Pseudomonas Agar Base (50 °C'ye kadar soğutulan sterilize besiyerine Pseudomonas Selective Supplement "Oxoid, SR103" ilave edilmiştir).

Kimyasal Analizler

Örneklerdeki toplam uçucu bazik azot (total volatile basic nitrogen, TVB-N) miktarı Antonacopoulos tarafından, peroksit sayısı ise Hadorn ve ark. tarafından modifiye edilen yöntemle göre tespit edilmiştir. Tiyobarbitürik asit (thiobarbituric acid, TBA) miktarının belirlenmesi için; homojenize edilen 10 g örnek ve 50 ml distile su destilasyon balonuna alınmış, üzerine 47.5 ml distile su ve ortamın pH'sının 1.50'ye ayarlanabilmesi amacıyla da 4 N hidroklorik asitten 2.5 ml eklendikten sonra elde edilen karışım düzenekte destilasyona tabi tutulmuştur. Destilasyon sonucunda kapaklı tüplere alınan 5 ml destilat ve 5 ml TBA reaktifli homojenize edilerek su banyosunda (Nüve, ST 402, Belçika) 100 °C'nin altında 35 dakika bekletilmiş ve daha sonra bu karışımın 538 nm dalga boyunda köre karşı optik dansitesi belirlenmiştir. Belirlenen optik dansite 7.80 faktörü ile çarpılarak örneklerdeki TBA miktarı hesaplanmıştır (Varlık ve ark. 1993). Ayrıca örneklerdeki pH değerleri Honikel (2014)'e göre, vitamin A ve vitamin D₃ miktarları da Miller ve Yang (1985) tarafından bildirilen yüksek performanslı sıvı kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) yöntemine göre belirlenmiştir.

Duyusal Analizler

Duyusal analizler Paulus ve ark. (1969) tarafından geliştirilen puanlama sistemine göre aynı kişilerden oluşan

beş panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Örneklerin renk, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik kriterleri 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 Analiz

Çalışmanın örneklemini balıkçıların ticari amaçla Van Gölü'nden avladıkları inci kefali oluşturmuş ve balıklar temizleme/vakumlama durumlarına göre gruplara ayrılarak soğuk şartlarda (+4 °C) muhafaza edilmiştir. Mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analizlerden elde edilen bulgular; bağımsız değişkenlerin ana etkilerini ve etkileşimlerini aynı anda test etme avantajı sunan faktöriyel deneme desenine göre SAS paket programında değerlendirilmiş (Stroup ve ark. 2018) ve muhafaza süresince balıkların bazı kalite özelliklerinin zamana göre değişimleri ile gruplar arasında oluşan farklılıklar (p<0.05) belirlenmiştir.

BULGULAR

İncelenen inci kefali örneklerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analiz bulguları ile bu bulguların grup ortalamaları ve zamana göre değişimleri Tablo 2-7'de gösterilmiştir.

Tablo 2: İnci kefali örneklerinin mikrobiyolojik analiz bulguları (log kob/g).

Table 2: Microbiological analysis findings of pearl mullet samples (log cfu/g).

	Zaman (gün)	GRUPLAR			
		A	B	C	D
TAPM	0	4.89±0.06 ^e	3.20±0.60 ^e	3.52±0.76 ^d	4.08±0.11 ^d
	2	5.38±0.20 ^{Ade}	4.27±0.21 ^{Bd}	5.42±0.11 ^{Ac}	4.59±0.25 ^{Bd}
	4	5.98±0.26 ^d	5.57±0.26 ^e	6.02±0.30 ^{bc}	5.83±0.15 ^c
	7	6.79±0.27 ^c	7.01±0.12 ^b	6.18±0.61 ^{bc}	6.72±0.15 ^{abc}
	10	7.62±0.21 ^b	7.82±0.09 ^{ab}	7.54±0.28 ^a	7.27±0.58 ^{ab}
	13	7.10±0.08 ^{Bbc}	7.47±0.04 ^{Aab}	6.68±0.01 ^{Cabc}	6.50±0.50 ^{Cbc}
	16	7.81±0.42 ^b	8.08±0.39 ^a	7.18±0.09 ^{ab}	7.45±0.41 ^a
	20	8.57±0.02 ^{Aa}	8.31±0.24 ^{Aa}	7.66±0.22 ^{Ba}	7.57±0.02 ^{Ba}
	Ortalama±sd	6.77±0.25 ^A	6.47±0.38 ^{AB}	6.27±0.28 ^B	6.25±0.27 ^B
LAB	0	4.22±0.44 ^{Ae}	2.60±0.60 ^{Be}	3.98±0.20 ^{ABe}	3.84±0.12 ^{ABde}
	2	4.43±0.32 ^{Ae}	4.22±0.04 ^{Ad}	4.07±0.03 ^{ABe}	3.37±0.23 ^{Be}
	4	5.02±0.08 ^{Ad}	4.44±0.03 ^{Bd}	4.49±0.06 ^{Bd}	4.31±0.23 ^{Bd}
	7	5.80±0.05 ^c	5.85±0.08 ^c	5.65±0.03 ^c	5.34±0.08 ^c
	10	6.49±0.15 ^b	6.70±0.06 ^b	6.36±0.17 ^b	6.34±0.16 ^b
	13	6.67±0.06 ^{Ab}	6.82±0.10 ^{Ab}	6.24±0.16 ^{Bb}	5.71±0.06 ^{Cc}
	16	6.23±0.12 ^{Bbc}	6.66±0.16 ^{ABb}	7.09±0.09 ^{Aa}	6.47±0.15 ^{Bb}
	20	8.02±0.03 ^{Aa}	7.67±0.11 ^{ABa}	7.41±0.21 ^{BCa}	7.02±0.21 ^{Ca}
	Ortalama±sd	5.93±0.25 ^A	5.82±0.33 ^A	5.73±0.26 ^A	5.36±0.26 ^B
Maya-küf	0	2.32±1.17 ^b	<2.30 ^d	2.30±1.15 ^b	<2.30
	2	4.36±0.22 ^{ABa}	3.79±0.28 ^{Bab}	4.48±0.15 ^{Aa}	<2.30 ^c
	4	5.20±0.10 ^{Aa}	4.70±0.26 ^{ABa}	4.28±0.28 ^{Ba}	2.30±0.00 ^c
	7	5.25±0.48 ^{Aa}	3.82±0.26 ^{Bab}	<2.30 ^{Cc}	<2.30 ^c
	10	4.56±0.86 ^{Aa}	3.40±0.10 ^{Aab}	<2.30 ^{Bc}	0.76±0.76 ^B
	13	4.06±0.18 ^{Aab}	4.12±0.21 ^{Aab}	2.30±0.00 ^{Bb}	0.76±0.76 ^C
	16	4.73±0.13 ^a	1.20±0.20 ^{cd}	2.20±1.24 ^b	1.32±1.32
	20	3.47±0.63 ^{Aab}	2.30±1.15 ^{ABbc}	<2.30 ^{Bc}	1.43±1.43 ^{AB}
	Ortalama±sd	4.24±0.25 ^A	2.91±0.36 ^B	1.94±0.40 ^C	0.82±0.28 ^D

Tablo 2 (devamı): İnci kefalı örneklerinin mikrobiyolojik analiz bulguları (log kob/g).**Table 2 (continued):** Microbiological analysis findings of pearl mullet samples (log cfu/g).

	0	<1.00 ^c	<1.00 ^d	<1.00 ^c	<1.00 ^b
	2	1.30±0.65 ^{Abc}	<1.00 ^{Bc}	<1.00 ^{Bc}	<1.00 ^{Bb}
	4	2.57±0.10 ^{Aab}	0.53±0.53 ^{BCcd}	1.77±0.88 ^{ABab}	<1.00 ^{Cb}
	7	3.29±0.21 ^{Aa}	0.56±0.56 ^{Ccd}	2.61±0.19 ^{ABa}	1.49±0.74 ^{BCab}
Koliformlar	10	2.33±1.16 ^{ab}	1.84±0.92 ^{abc}	0.76±0.76 ^{bc}	1.05±1.05 ^{ab}
	13	2.33±0.24 ^{ab}	0.90±0.90 ^{cd}	2.14±0.17 ^{ab}	1.37±0.73 ^{ab}
	16	2.08±0.03 ^{Bab}	2.67±0.09 ^{Aa}	2.50±0.17 ^{Aa}	2.67±0.10 ^{Aa}
	20	3.36±0.29 ^{Aa}	2.35±0.22 ^{Aab}	0.76±0.76 ^{Bbc}	2.50±0.28 ^{Aa}
	Ortalama±sd	2.15±0.25 ^A	1.11±0.25 ^B	1.32±0.25 ^B	1.14±0.26 ^B
	0	3.08±0.18 ^{Abc}	2.35±0.05 ^{Bc}	2.50±0.10 ^{Bb}	2.40±0.10 ^{Bab}
	2	2.18±1.09 ^c	3.35±0.17 ^{abc}	2.21±1.10 ^b	1.00±1.00 ^{bc}
	4	4.21±0.26 ^{abc}	2.83±1.46 ^{bc}	4.56±0.04 ^a	2.02±1.02 ^{abc}
	7	5.05±0.35 ^{Aab}	5.22±0.34 ^{Aabc}	2.07±1.05 ^{Bb}	3.53±0.13 ^{ABa}
Pseudomonas spp.	10	4.39±0.31 ^{Aabc}	4.93±0.31 ^{Aabc}	<2.30 ^{Bc}	0.96±0.96 ^{Bbc}
	13	4.35±0.13 ^{Babc}	5.99±0.29 ^{Aa}	<2.30 ^{Cc}	<2.30 ^{Cc}
	16	3.10±1.81 ^{bc}	5.49±1.19 ^{ab}	3.12±0.08 ^{ab}	3.63±0.23 ^a
	20	6.73±0.67 ^{Aa}	5.65±1.67 ^{Aab}	<2.30 ^{Bc}	<2.30 ^{Bc}
	Ortalama±sd	4.13±0.36 ^A	4.47±0.38 ^A	1.80±0.36 ^B	1.69±0.33 ^B

A: Bütün/vakumsuz; **B:** Temizlenmiş/vakumsuz; **C:** Bütün/vakumlu; **D:** Temizlenmiş/vakumlu; **TAPM:** Toplam aerob psikrofil mikroorganizmalar; **LAB:** Laktik asit bakterileri; **sd:** Standard deviation (standart sapma); **ABC:** Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05); **abcde:** Aynı sütündeki farklı harfler zamanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Tablo 3: İnci kefalı örneklerindeki mikroorganizmaların grup ortalamaları ve zamana göre değişimleri (log kob/g).**Table 3:** Group averages and their changes over time of microorganisms in pearl mullet samples (log cfu/g).

	n	TAPM	LAB	Maya-küf	Koliformlar	Pseudomonas spp.
Muamele						
Bütün	48	6.52±0.19	5.83±0.18 ^a	3.09±0.28 ^a	1.74±0.19 ^a	2.97±0.30
Temiz	48	6.36±0.23	5.58±0.21 ^b	1.87±0.27 ^b	1.12±0.18 ^b	3.08±0.32
Ambalaj tipi						
Vakumsuz	48	6.62±0.22 ^a	5.88±0.20 ^a	3.58±0.24 ^a	1.63±0.19 ^a	4.30±0.26 ^a
Vakumlu	48	6.26±0.19 ^b	5.55±0.18 ^b	1.38±0.25 ^b	1.23±0.18 ^b	1.75±0.24 ^b
Zaman (gün)						
0	12	3.92±0.28 ^e	3.66±0.37 ^f	1.15±0.49 ^d	<1.00 ^d	2.58±0.10 ^{bc}
2	12	4.92±0.17 ^d	4.00±0.18 ^e	3.15±0.56 ^b	0.32±0.21 ^d	2.18±0.46 ^c
4	12	5.85±0.12 ^c	4.05±0.09 ^d	4.12±0.34 ^a	1.22±0.37 ^c	3.40±0.49 ^{ab}
7	12	6.68±0.17 ^b	5.66±0.06 ^c	2.26±0.71 ^{bc}	1.99±0.37 ^{abc}	3.96±0.45 ^a
10	12	7.56±0.15 ^a	6.47±0.07 ^b	2.18±0.61 ^{bc}	1.49±0.46 ^{bc}	2.57±0.68 ^{bc}
13	12	6.93±0.11 ^b	6.36±0.13 ^b	2.81±0.045 ^{bc}	1.69±0.31 ^{abc}	2.58±0.80 ^{bc}
16	12	7.63±0.18 ^a	6.61±0.11 ^b	2.36±0.63 ^{bc}	2.48±0.08 ^a	3.83±0.55 ^a
20	12	8.03±0.14 ^a	7.53±0.13 ^a	1.80±0.56 ^{cd}	2.26±0.34 ^{ab}	3.09±1.01 ^{abc}

TAPM: Toplam aerob psikrofil mikroorganizmalar; **LAB:** Laktik asit bakterileri; **n:** Örnek sayısı; **abcdef:** Aynı sütündeki farklı harfler balıklara yapılan temizleme/vakumlama işlemlerine göre oluşturulan gruplar ve zamanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Tablo 4: İnci kefalı örneklerinin kimyasal analiz bulguları ve pH değerleri.**Table 4:** Chemical analysis findings and pH values of pearl mullet samples.

	Zaman (gün)	GRUPLAR			
		A	B	C	D
TVB-N (mg/100 g)	0	16.80±0.80 Ad	13.06±0.46 Bd	14.93±0.46 Bc	13.53±0.46 Bf
	2	20.06±2.59 d	14.46±0.46 d	16.80±1.40 c	17.26±1.68 de
	4	21.46±0.46 Ad	15.40±0.80 Bd	22.86±0.46 Abc	14.93±0.93 Bef
	7	27.53±1.68 Ad	17.26±1.23 Bcd	27.53±3.98 Ab	15.86±0.46 Bef
	10	44.33±1.68 Bc	23.80±1.61 Cbc	50.86±1.68 Aa	21.00±0.80 Cc
	13	65.80±5.65 Ab	29.40±1.40 Bb	57.86±1.23 Aa	19.60±0.00 Cdc
	16	59.73±4.45 Ab	28.46±3.36 Bb	57.40±4.91 Aa	27.53±0.46 Ba
	20	109.20±5.30 Aa	56.46±4.93 Ba	56.93±2.59 Ba	24.73±1.23 Cb
	Ortalama±sd	45.61±6.26 A	24.79±2.86 C	38.15±3.84 B	19.30±0.99 D
TBA (mg MA/kg)	0	0.66±0.33 d	0.59±0.01 bc	2.31±1.40 bc	0.64±0.06 b
	2	0.83±0.46 ABd	0.29±0.07 Bc	1.82±0.37 Ac	0.54±0.19 Bb
	4	1.65±0.29 Bcd	0.92±0.15 Bbc	3.90±0.61 Ab	0.62±0.10 Bb
	7	5.23±0.78 Accd	1.14±0.11 Bb	2.03±0.16 Bc	0.75±0.19 Bb
	10	2.83±0.60 Ab	0.48±0.12 Bbc	3.53±0.08 Abc	0.61±0.13 Bb
	13	3.39±0.43 Ac	0.70±0.04 Bbc	4.04±0.41 Ab	0.43±0.06 Bb
	16	3.25±0.35 Accd	1.16±0.20 Cb	2.52±0.15 Bbc	1.20±0.05 Cb
	20	6.75±0.41 Aa	4.93±0.48 Ba	7.53±0.40 Aa	4.19±0.60 Ba
	Ortalama±sd	3.18±0.44 A	1.30±0.31 B	3.51±0.40 A	1.14±0.26 B
Peroksit (mmol O ₂ /kg)	0	0.60±0.20 d	1.20±0.60 b	1.15±0.35 c	0.50±0.10 c
	2	0.55±0.22 d	0.82±0.09 b	1.95±0.73 bc	1.37±0.57 bc
	4	1.33±0.16 Bcd	1.33±0.16 Bb	2.16±0.16 Abc	1.50±0.28 Bbc
	7	1.66±0.44 cd	1.33±0.16 b	1.50±0.28 c	1.66±0.44 bc
	10	4.66±1.09 Ab	1.00±0.28 Bb	1.66±0.33 Bc	1.00±0.00 Bc
	13	2.35±0.19 c	2.44±0.29 a	3.20±0.23 b	2.65±0.59 b
	16	2.20±0.35 cd	1.54±0.08 b	2.18±0.22 bc	1.51±0.20 bc
	20	6.91±0.57 Aa	3.10±0.35 Ca	5.72±0.50 ABa	4.64±0.45 BCa
	Ortalama±sd	2.62±0.46 A	1.61±0.17 B	2.49±0.31 A	1.91±0.28 B
pH	0	6.77±0.02 b	6.77±0.01 b	6.74±0.03 a	6.78±0.02 a
	2	6.72±0.02 b	6.74±0.01 bc	6.69±0.02 a	6.74±0.02 a
	4	6.71±0.03 Ab	6.71±0.02 Abcd	6.66±0.02 ABa	6.61±0.02 Abc
	7	6.59±0.01 Ac	6.60±0.02 Ae	6.51±0.04 Bbc	6.50±0.01 Bd
	10	6.56±0.02 Bc	6.69±0.00 Abcd	6.48±0.01 Cc	6.50±0.01 Cd
	13	6.59±0.02 Ac	6.63±0.01 Ade	6.51±0.01 Bbc	6.50±0.00 Bd
	16	6.68±0.00 Ab	6.67±0.03 Ade	6.54±0.02 Bbc	6.56±0.02 Bd
	20	6.95±0.05 Aa	6.93±0.05 Aa	6.56±0.01 Bb	6.66±0.04 Bb
	Ortalama±sd	6.70±0.02 A	6.72±0.02 A	6.58±0.02 B	6.60±0.02 B

A: Bütün/vakumsuz; B: Temizlenmiş/vakumsuz; C: Bütün/vakumlu; D: Temizlenmiş/vakumlu; TVB-N: Total volatile basic nitrogen (Toplam uçucu bazik azot); TBA: Tiyobarbitürik asit; sd: Standard deviation (Standart sapma); ABCD: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05); abcde: Aynı sütundaki farklı harfler zamanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Tablo 5: İnci kefalı örneklerindeki kimyasal analiz bulgularının ve pH değerlerinin grup ortalamaları ve zamana göre değişimleri.**Table 5:** Group averages and their changes over time of chemical analysis findings and pH values in pearl mullet samples.

	n	TVB-N (mg/100 g)	TBA (mg MA/kg)	Peroksit (mmol O ₂ /kg)	pH
Muamele					
Bütün	48	41.88±3.67 a	3.34±0.29 a	2.55±0.27 a	6.64±0.01 b
Temiz	48	22.05±1.55 b	1.22±0.20 b	1.76±0.16 b	6.66±0.01 a
Ambalaj tipi					
Vakumsuz	48	35.20±3.73 a	2.24±0.30	2.11±0.25	6.71±0.01 a
Vakumlu	48	28.72±2.39 b	2.32±0.29	2.20±0.21	6.59±0.01 b

Tablo 5 (devamı): İnci kefalı örneklerindeki kimyasal analiz bulgularının ve pH değerlerinin grup ortalamaları ve zamana göre değişimleri.

Table 5 (continued): Group averages and their changes over time of chemical analysis findings and pH values in pearl mullet samples.

Zaman (gün)					
0	12	14.58±0.50 ^f	1.05±0.38 ^c	0.86±0.18 ^e	6.76±0.01 ^a
2	12	17.15±0.94 ^{ef}	0.87±0.22 ^c	1.17±0.26 ^{de}	6.72±0.01 ^b
4	12	18.66±1.10 ^{de}	1.77±0.41 ^b	1.58±0.13 ^{cd}	6.67±0.01 ^c
7	12	22.05±1.91 ^d	2.29±0.56 ^b	1.54±0.15 ^{cd}	6.55±0.01 ^e
10	12	35.00±3.92 ^c	1.86±0.46 ^b	2.08±0.52 ^{bc}	6.56±0.02 ^e
13	12	43.16±5.92 ^b	2.14±0.49 ^b	2.66±0.18 ^b	6.55±0.01 ^e
16	12	43.28±4.88 ^b	2.03±0.28 ^b	1.86±0.14 ^c	6.61±0.02 ^d
20	12	61.83±9.28 ^a	5.85±0.45 ^a	5.09±0.46 ^a	6.77±0.05 ^a

TVB-N: Total volatile basic nitrogen (Toplam uçucu bazik azot); TBA: Tiyobarbitürik asit; n: Örnek sayısı; abcdef: Aynı sütündeki farklı harfler balıklara yapılan temizleme/vakumlama işlemlerine göre oluşturulan gruplar ve zamanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Tablo 6: İnci kefalı örneklerinin vitamin A/D₃ miktarları (µg/100 g yaş doku) ve duyuşsal analiz puanları.

Table 6: Vitamin A/D₃ amounts (µg/100 g wet tissue) and sensory analysis scores of pearl mullet samples.

	Zaman (gün)	GRUPLAR			
		A	B	C	D
Vitamin A (µg/100 g)	0	42.43±1.45 ^{Ba}	61.06±2.66 ^{Aa}	57.10±2.38 ^{Aa}	54.63±5.22 ^{Aa}
	2	30.06±0.14 ^b	31.66±1.20 ^b	25.76±1.89 ^c	35.00±5.74 ^b
	4	27.03±3.24 ^{bc}	33.03±5.81 ^b	31.13±0.69 ^b	32.66±6.74 ^b
	7	21.30±4.02 ^c	19.33±2.30 ^c	15.90±0.75 ^d	16.45±3.55 ^c
	10	12.06±2.06 ^d	11.06±1.79 ^{cd}	14.33±0.24 ^d	13.40±1.81 ^c
	13	11.16±2.24 ^d	9.33±1.45 ^d	13.50±2.50 ^d	12.26±1.39 ^c
	16	8.70±1.68 ^{Ad}	7.50±0.86 ^{Bd}	13.00±2.00 ^{Ad}	9.83±1.48 ^{ABc}
	20	7.53±0.03 ^d	6.30±0.10 ^d	7.96±0.51 ^e	6.56±2.16 ^c
	Ortalama±sd	20.03±2.51 ^B	23.11±3.85 ^A	22.72±3.24 ^{AB}	22.86±3.57 ^{AB}
Vitamin D ₃ (µg/100 g)	0	37.33±1.33 ^b	63.33±7.68 ^{ab}	50.33±18.20 ^{ab}	65.00±7.57 ^a
	2	30.00±4.16 ^{Bb}	28.66±4.09 ^{Bc}	32.00±4.04 ^{Bb}	53.00±8.02 ^{Aabc}
	4	57.00±10.78 ^a	62.33±11.66 ^{ab}	68.00±6.35 ^a	59.66±5.36 ^{ab}
	7	67.33±3.71 ^a	72.66±4.09 ^a	67.66±3.17 ^a	67.00±3.00 ^a
	10	40.67±4.05 ^b	32.67±16.42 ^c	46.67±2.40 ^{ab}	59.33±3.48 ^{ab}
	13	28.00±2.00 ^{Bb}	49.00±1.52 ^{Aabc}	29.00±1.00 ^{Bb}	44.00±3.05 ^{Abc}
	16	34.66±0.66 ^{Bb}	36.66±2.66 ^{Bbc}	49.33±5.69 ^{Aab}	41.33±1.33 ^{ABc}
	20	26.33±6.88 ^b	27.50±2.50 ^c	28.00±4.50 ^b	24.00±1.73 ^d
	Ortalama±sd	40.16±3.24 ^B	47.43±4.27 ^A	47.13±3.92 ^A	51.00±3.21 ^A
Duyuşsal analiz*	0	8.60±0.24 ^a	8.80±0.20 ^a	8.40±0.24 ^a	8.60±0.24 ^a
	2	7.80±0.37 ^{Aab}	8.20±0.20 ^{Aab}	7.00±0.00 ^{Bb}	8.00±0.31 ^{Aab}
	4	7.25±0.25 ^{Ab}	7.75±0.25 ^{Ab}	5.75±0.47 ^{Bc}	7.75±0.47 ^{Aab}
	7	4.80±0.20 ^{Bc}	7.40±0.50 ^{Ab}	4.60±0.40 ^{Bd}	7.40±0.40 ^{Ab}
	10	2.80±0.37 ^{Bd}	4.40±0.24 ^{Ac}	1.80±0.37 ^{Ce}	4.20±0.20 ^{Ac}
	13	2.00±0.31 ^{BCde}	2.80±0.20 ^{ABd}	1.20±0.20 ^{Ce}	3.20±0.37 ^{Ad}
	16	1.80±0.20 ^{Be}	3.00±0.31 ^{Ad}	1.40±0.24 ^{Be}	3.00±0.31 ^{Ad}
	20	Yapılmadı	Yapılmadı	Yapılmadı	Yapılmadı
	Ortalama±sd	4.94±0.47 ^B	6.00±0.42 ^A	4.26±0.48 ^C	5.97±0.41 ^A

A: Bütün/vakumsuz; B: Temizlenmiş/vakumsuz; C: Bütün/vakumlu; D: Temizlenmiş/vakumlu; *: 9.00-7.00 puan "çok iyi", 6.99-4.01 puan "iyi", 4.00 puan "tüketilebilir", <4.00 puan "bozulmuş"; sd: Standard deviation (Standart sapma); ABC: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05); abcde: Aynı sütündeki farklı harfler zamanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Tablo 7: İnci kefali örneklerindeki vitamin A/D₃ miktarlarının ($\mu\text{g}/100$ g yaş doku) ve duyu analiz puanlarının grup ortalamaları ve zamana göre değişimleri.

Table 7: Group averages and their changes over time of vitamin A/D₃ amounts ($\mu\text{g}/100$ g wet tissue) and sensory analysis scores in pearl mullet samples.

	n	Vitamin A ($\mu\text{g}/100$ g)	Vitamin D ₃ ($\mu\text{g}/100$ g)	Duyusal analiz*
Muamele				
Bütün	48	21.35 \pm 2.03	43.57 \pm 2.56 ^b	4.60 \pm 0.33 ^b
Temiz	48	22.99 \pm 2.59	49.21 \pm 2.65 ^a	5.98 \pm 0.29 ^a
Ambalaj tipi				
Vakumsuz	48	21.54 \pm 2.26	43.72 \pm 2.69 ^b	5.47 \pm 0.32 ^a
Vakumlu	48	22.79 \pm 2.39	49.06 \pm 2.52 ^a	5.11 \pm 0.33 ^b
Zaman (gün)				
0	12	53.80 \pm 2.51 ^a	54.00 \pm 5.63 ^{bc}	8.60 \pm 0.11 ^a
2	12	30.62 \pm 1.65 ^b	35.91 \pm 3.76 ^{de}	7.75 \pm 0.16 ^b
4	12	30.96 \pm 2.14 ^b	61.75 \pm 4.01 ^{ab}	7.12 \pm 0.27 ^c
7	12	18.40 \pm 1.38 ^c	68.81 \pm 1.71 ^a	6.05 \pm 0.35 ^d
10	12	12.71 \pm 0.79 ^d	44.83 \pm 4.73 ^{cd}	3.30 \pm 0.88 ^e
13	12	11.39 \pm 0.90 ^d	38.27 \pm 3.05 ^d	2.30 \pm 0.21 ^f
16	12	9.75 \pm 0.90 ^{de}	40.50 \pm 2.18 ^d	2.30 \pm 0.20 ^f
20	12	7.16 \pm 0.56 ^e	26.36 \pm 2.05 ^e	Yapılmadı

*: 9.00-7.00 puan "çok iyi", 6.99-4.01 puan "iyi", 4.00 puan "tüketilebilir", <4.00 puan "bozulmuş"; n: Örnek sayısı; abcdef: Aynı sütundaki farklı harfler balıklara yapılan temizleme/vakumlama işlemlerine göre oluşturulan gruplar ve zamanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma ile inci kefalinin bütün halde ve iç organları çıkarılıp vakumlu/vakumsuz olarak soğukta muhafaza edilme imkânları denenmiştir. Soğukta muhafaza edilen inci kefalindeki toplam aerob psikrofil mikroorganizma (TAPM) sayısı grupların hepsinde muhafaza süresince artmış, başlangıçta 3-4 log kob/g olan bu sayılar 7. gün bütün gruplarda 6-7 log kob/g seviyelerine ulaşmış ve 20. gün sırasıyla 8.57 \pm 0.02 log kob/g, 8.31 \pm 0.24 log kob/g, 7.66 \pm 0.22 log kob/g ve 7.57 \pm 0.02 log kob/g olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Benzer şekilde farklı balıklarda yapılan bazı çalışmalarda da (Mol ve ark. 2007; Özpolat 2020; Çakmak ve Sancak 2023; Vurat ve Kocatepe 2023) psikrofil mikroorganizmaların arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada TAPM sayısı yönünden en fazla artış vakumsuz olarak ambalajlanan örneklerde (A, B) görülmüş ve bu mikroorganizma üzerine temizlemenin etkisi önemsiz bulunurken ambalaj tipi ile zamanın etkisi önemli (p<0.05) bulunmuştur (Tablo 3). Soccol ve ark. (2005) vakumsuz olarak ambalajlanan kontrol grubu tilapia (*Oreochromis niloticus*) fileto larındaki TAPM sayısını vakumlu olanlardan daha yüksek bulmakla birlikte iki grup arasında önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Balıkların avlanmasını takiben solungaç, deri ve sindirim kanalında bulunan psikrofil mikroorganizmalar hızla çoğalarak balığın tüm kaslarına yayılmaktadır. Nitekim balık etinin pH değerinin 6.60-6.70 arasında olması, bağ doku oranının az olması ve mukoza ile derinin yüksek oranda rutubet içermesi mikroorganizmaların üreyerek yayılmasını kolaylaştırmaktadır (Huss 1995; Forsythe 2020; Parthiban ve Felix 2022). Soccol ve ark. (2005) psikrofil mikroorganizmalarla ilgili bir sınır olmamakla birlikte fazla miktarda bulunan bu mikroorganizmaların ürünün raf ömrünün azalmasına neden olduğunu, Huss (1995) da psikrofil mikroorganizmaların 10⁷-10⁸ kob/g'a ulaştığında balığın bozulmuş olarak nitelendirilebileceğini belirtmişlerdir. İncelenen inci kefali örneklerindeki TAPM

sayıları da muhafazanın 10. gününden itibaren yaklaşık olarak bu seviyelere ulaşmıştır (Tablo 2).

İnci kefali örneklerinde laktik asit bakterileri (LAB) muhafaza süresince bütün gruplarda artmış (p<0.05) ve en fazla artışın A grubunda (8.02 \pm 0.03 log kob/g) olduğu görülmüştür (Tablo 2). Ayrıca, LAB sayısı yönünden bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu örnekler arasındaki fark ve zamanın etkisi önemli (p<0.05) bulunmuştur (Tablo 3). Bu araştırmanın bulgularına benzer olarak farklı balıklarda yapılan bazı çalışmalarda da (İzgi ve Çiftçioğlu 1997; Stamatis ve Arkoudelos 2007; Çakmak ve Sancak 2023) LAB sayısının arttığı bildirilmiştir. Gram ve Huss (1996), balıkların bozulmasında laktik asit bakterilerinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da incelenen bütün gruplarda muhafazanın ilerleyen günlerinde LAB'nin yüksek miktarlarda belirlenmiş olması, bu mikroorganizmaların balıkların bozulmasında etkili olduğunu düşündürmektedir.

Maya-küf sayısı bütün gruplarda düzensiz bir seyir izlemiş, muhafaza süresinin ilerleyen günlerinde 5 log kob/g seviyesine kadar artan bu sayının daha sonraki günlerde azaldığı görülmüştür (Tablo 2). Maya-küf sayısı bakımından bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu örnekler arasında önemli farklılıklar (p<0.05) belirlenmiştir (Tablo 3). Örneklerde belirlenen maya-küfler, balıkların laboratuvara getirilmesi sırasındaki aşamalarda çevresel kaynaklardan bulaşmış olabilir. Nitekim soğukta muhafaza edilen balıklarda değişik miktarlarda maya-küf bulunabileceği ve balıklardaki küflerin bozulmalara neden olabileceği belirtilmektedir (Baygar ve Varlık 2004; Forsythe 2020). Bu çalışmada özellikle A grubunda yüksek miktarlarda belirlenen maya-küfler, bu gruptaki balıkların daha kısa sürede bozulmasında rol oynamış olabilir.

İncelenen örneklerin hiçbirinde fekal streptokoklara rastlanmamıştır. Koliform grubu mikroorganizmalar da

başlangıçta hiçbir grupta belirlenmemiş (<1.00 log kob/g), ancak muhafaza süresince bütün gruplarda düzensiz değişimler olduğu görülmüştür (Tablo 2). Bu durum kontaminasyon düzeyinin nispeten düşük olması ve mezofil olan bu mikroorganizmaların düşük muhafaza ısısında üreyememesinden kaynaklanmış olabilir. Koliform grubu mikroorganizmalar bakımından bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu örnekler arasındaki fark ve zamanın etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 3).

Vakumsuz muhafaza edilen inci kefali örneklerinde (A, B) muhafazanın sonunda *Pseudomonas* spp. sayılarında artış görüldükçe, vakumlu örneklerde (C, D) ise bu sayıların azaldığı gözlenmiştir (Tablo 2). Bu mikroorganizma yönünden bütün ile temizlenmiş örnekler arasında önemli bir fark görülmezken, vakumsuz ile vakumlu örnekler arasındaki fark önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 3). Bu araştırmanın bulgularına benzer olarak, Ekici ve Alisarlı (2008) tarafından yapılan bir çalışmada da inci kefalinde aerob şartlarda muhafaza süresince *Pseudomonas* spp.'nin arttığı bildirilmiştir. Stamatis ve Arkoudelos (2007) sardunya filetolarında *Pseudomonas* spp.'nin muhafaza süresince vakumlu ve vakumsuz örneklerde de arttığını bildirmişler, ancak bu çalışmada sadece vakumsuz örneklerde artış olmuştur. Sardunyada *Pseudomonas* spp. belirlenmediğini bildiren Erkan ve ark. (2006)'nın bulguları ise bu araştırmanın bulgularından farklıdır. Depolama süresine bağlı olarak balığın mikroflora kompozisyonu değişmekte, aerob şartlarda depolanan balıklarda *Pseudomonas* spp. 1-2 hafta sonra artmakta ve bu sayı vakumlu muhafaza edilen balıklarda aerob şartlarda depolanan balıklardan daha düşük olmaktadır (Huss 1995). Bu çalışmada da vakumlu örneklerdeki *Pseudomonas* spp. sayısı, Huss (1995)'un ifadelerine paralel olarak daha düşük belirlenmiştir. Ayrıca balıkların bozulmasında, *Pseudomonas* spp.'nin etkili olduğu belirtilmektedir (Huss 1995; Gram ve Huss 1996). Bu çalışmada *Pseudomonas* spp.'nin A ve B gruplarında muhafaza süresince artış göstermiş olması, bu mikroorganizmanın vakumsuz olarak ambalajlanan balıkların daha kısa sürede bozulmasında etkili olduğunu düşündürmektedir.

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde önemli olan TVB-N miktarı bozulmaya paralel olarak artış göstermektedir (Lang 1983). Bu çalışmada TVB-N miktarları muhafaza süresince bütün gruplarda artmış (Tablo 4), gruplar arasındaki fark ve zamanın etkisi de önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 5). Benzer şekilde bazı çalışmalarda da (Şengör ve ark. 2000; Mol ve ark. 2007; Alice ve ark. 2020; Das ve ark. 2021; Çakmak ve Sancak 2023; Vurat ve Kocatepe 2023) incelenen balıklarda muhafaza süresince TVB-N miktarlarının arttığı belirtilmiştir. Connell (1995) ve Huss (1995) yeni avlanmış balıklardaki TVB-N miktarının 5-20 mg/100 g arasında olabileceğini belirtmişler ve bu çalışmada da başlangıçta belirlenen TVB-N miktarları (13.06-16.80 mg/100 g) bu sınırlar içerisinde kalmakla birlikte, Sarı ve ark. (2004)'nin taze inci kefalinde bildirdikleri ortalama değerden (10.24 mg/100 g) yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada belirlenen TVB-N miktarları, muhafaza süresince tilapia filetolarında artış olmadığını ve soğukta muhafaza edilen vakumlu/vakumsuz örnekler arasında fark olmadığını belirten Soccol ve ark. (2005)'nin bulgularından farklıdır. Bu farklılıklar incelenen su ürünlerinin türü, beslenme durumları, avlanma mevsimleri, bölgeleri ve derinlikleri ile muhafaza sürelerinden kaynaklanmış olabilir.

Kietzmann ve ark. (1969) TVB-N miktarına göre balık ve su ürünlerinin kalite yönünden "çok iyi" (25 mg/100 g),

"iyi" (30 mg/100 g), "pazarlanabilir" (35 mg/100 g) ve "bozulmuş" (>35 mg/100 g) olarak sınıflandırılabilirliğini ifade etmişlerdir. Bu değerlendirmeye göre temizlenerek vakumlanmış örnekler (D) muhafaza süresinin sonuna kadar "çok iyi" sınıfına girmekle birlikte, bütün halde vakumsuz olarak muhafaza edilen örneklerin (A) 10. gün, bütün halde vakumlanarak muhafaza edilen örneklerin (C) 13. gün ve iç organları çıkarılıp temizlenerek vakumsuz bir şekilde muhafaza edilen örneklerin (B) ise 20. gün "bozulmuş" sınıfına girdiği görülmüştür. Tatlı su balıklarında TVB-N miktarları yönünden tüketilebilirlik sınır değerinin 32-36 mg/100 g olduğu ve bunun balık türlerine göre farklılık gösterebileceği belirtilmektedir (Lang 1983). Bunlarla birlikte köpek balığı ve vatoz gibi üre yönünden zengin balıklar için ise TVB-N miktarları yönünden tüketilebilirlik sınır değeri 50 mg/100 g olarak bildirilmiştir (Ludorff ve Meyer 1973). İnci kefali de alkali göl suyunda yaşayabilmek ve iyon dengesini koruyabilmek için vücudunda üre biriktirmektedir (Sarı ve ark. 2004). Bu durumlar dikkate alınarak TVB-N için Kietzmann ve ark. (1969)'nın bildirdikleri tüketilebilirlik sınır değerleri yerine, diğer araştırmacılar tarafından belirtilen değerlerin alınması ve duyu test puanlarıyla da desteklenerek bu değerlerin bir miktar üzerine çıkılması daha uygun olabilir. Ayrıca bölge halkının beslenmesi ve ekonomik kalkınmasına katkı sağlayan inci kefali için uygulanabilecek TVB-N sınır değerlerinin belirlenebilmesi açısından daha kapsamlı çalışmaların yapılması da faydalı olacaktır.

TBA miktarları tüm gruplarda düzensiz bir seyir izleyerek, muhafaza süresinin sonunda artış göstermiştir. Bu çalışmada belirlenen TBA miktarları yönünden bütün olarak ambalajlanan gruplardaki (A, C) artış, iç organları çıkarılarak ambalajlanan gruplardakinden (B, D) daha fazla olmuştur (Tablo 4). Ayrıca, TBA bakımından bütün ile temizlenmiş örnekler arasındaki fark ile örneklerin muhafaza edildiği sürelerin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 5). Bu araştırmanın bulgularına benzer şekilde bazı araştırmacılar (Demirci ve Orak 1999; Köse ve ark. 2000; Erkan ve ark. 2006) inceledikleri örneklerde TBA miktarlarının düzensiz bir seyir izlediğini ve muhafaza süresince arttığını bildirmişlerdir. Balıktaki fazla yağ ve protein miktarının balık etindeki lipit peroksidasyon hassasiyetini artırabileceği belirtilmektedir (Kyran ve Lougovois 2002). Aubourg (1993) da malonaldehitin balık vücudundaki farklı componentlerle (proteinler, aminler, amino asitler, nükleotidler, nükleik asitler, fosfolipitler, diğer aldehytlar) interaksyona girebildiği ve bu interaksyonların farklı balıklara göre büyük değişiklikler gösterebildiği için sadece TBA miktarı değerlendirilerek lipit oksidasyonunun gerçek oranının açıklanamayabileceğini ifade etmiştir.

Peroksit sayısının lipit oksidasyonunun erken aşamalarını gösterdiği ve oluşan lipit oksidasyonunun yağlı balıkların raf ömrünü sınırlandırdığı bildirilmektedir (Pacheco-Aguilar ve ark. 2000). Bu çalışmada dört grupta da düzensiz bir seyir izleyen peroksit sayıları muhafaza süresinin sonunda artmış, en yüksek değer (6.91 ± 0.57 mmol O₂/kg) A grubunda 20. günde belirlenmiş (Tablo 4) ve bütün ile temizlenmiş örnekler arasındaki fark önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 5). Bu araştırmanın bulgularına benzer şekilde, yapılan farklı çalışmalarda (Pacheco-Aguilar ve ark. 2000; Erkan ve ark. 2006) balıklarda peroksit sayısının düzensiz bir seyir izleyerek muhafazanın sonunda yükseldiği bildirilmiştir. İnci kefaline göre biraz daha yağlı bir balık olan istavrit üzerine yapılan bir çalışmada da (Demirci ve Orak 1999), farklı soğutma ortamlarında 18 gün süreyle muhafaza edilen

örneklerde başlangıçta tespit edilemeyen peroksit sayısının muhafaza süresinin sonunda arttığı belirtilmiştir. Örneklerde belirlenen pH değerleri (6.48-6.95) tüm gruplarda muhafazanın sonuna doğru düşme eğilimi göstermiş (Tablo 4), benzer bulgular Stamatis ve Arkoudelos (2007) tarafından da bildirilmiştir. pH değerlerinin balıklara göre değişebildiği ve balık eti için tüketilebilirlik değerlerinin 6.80-7.00 arasında olabileceği belirtilmektedir (Ludorff ve Meyer 1973; Connell 1995). Balık etinde bulunan ve tamponlama etkisi olan çözünebilir proteinler, peptidler ve trimetilamin pH değişimini maskeleyebilmektedir (Soccol ve ark. 2005). pH değerini etkileyen birçok faktör olduğundan, Köse ve ark. (2000)'nın da ifade ettikleri gibi bu değer tek başına kesin bir kriter olarak değerlendirilmemeli ve diğer kalite kontrol parametrelerini destekleyici olarak kullanılmalıdır. Nitekim bu çalışmada da belirlenen pH değerleri incelenen örneklerin tüketilebilirlik sınırları içerisinde kaldığına işaret etse de, TVB-N miktarları ve duyu analizi puanları balıkların bozulduğunu göstermektedir. İzgi ve Çiftçioğlu da (1997) inceledikleri ürünlerde benzer bir duruma rastladıklarını belirtmişlerdir. Bu durumlar katabolik olaylar sırasında nötrleşmelerin olabileceğini düşündürmektedir.

Gıdalardaki vitamin A'nın yıkımlanması genellikle doymamış yağ asitlerinin oksidatif parçalanmasına paralel olarak veya serbest radikallerin dolaylı etkisiyle oluşmaktadır. Vitamin D₃ de oksidatif bozulmaya hassas olmakla birlikte gıdalardaki kaybı çok fazla olmamaktadır (Gregory 2017). Bu çalışmada da farklı şekillerde soğukta muhafaza edilen inci kefalinde muhafaza süresince vitamin A miktarları azalırken vitamin D₃ miktarları düzensiz bir seyir izlemiş, ayrıca vitamin D₃ kaybı vitamin A'ya göre daha az olmuştur (Tablo 6). Bununla birlikte vitamin A miktarları yönünden bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark görülmezken zamanın etkisi önemli (p<0.05) bulunmuş, vitamin D₃ miktarları yönünden ise hem gruplar arasındaki farkın hem de zamanın etkisinin önemli (p<0.05) olduğu görülmüştür (Tablo 7).

Panelistler tarafından inci kefali örneklerine verilen duyu analizi puanları incelendiğinde (Tablo 6), tüm gruplarda başlangıçta 8.40-8.80 arasında olan puanların muhafaza süresince düştüğü ve bütün halde ambalajlanan gruplardaki düşüşün daha fazla olduğu (1.40±0.24, 1.80±0.20) görülmektedir. Duyusal analiz puanları bakımından bütün ile temizlenmiş ve vakumsuz ile vakumlu örnekler arasındaki fark ve muhafaza süresinin etkisi önemli (p<0.05) bulunmuştur (Tablo 7). Yapılan bazı çalışmalarda (İzgi ve Çiftçioğlu 1997; Erkan ve ark. 2006; Stamatis ve Arkoudelos 2007), vakumlu olarak veya modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerin duyu analizi puanlarının vakumsuz olarak ambalajlanarlardan daha iyi olduğu belirtilmiştir. Özogul ve ark. (2004) inceledikleri vakumlu ambalajlanan sardunyalardaki raf ömrünün (12 gün) vakumsuz ambalajlanarlardan (3 gün) daha fazla olduğunu, Soccol ve ark. (2005) ise vakumsuz ve vakumlu ambalajlanan tilapia filetoları arasında önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada duyu analizi puanlarına göre; A grubundaki örnekler 4. güne kadar "çok iyi", 7. güne kadar "iyi" ve 10. gün "bozulmuş"; B ve D grubundaki örnekler 7. güne kadar "çok iyi", 10. güne kadar "iyi" ve 13. gün "bozulmuş"; C grubundaki örnekler ise 2. güne kadar "çok iyi", 7. güne kadar "iyi" ve 10. gün "bozulmuş" olarak değerlendirilmiştir (Tablo 6). Bütün halde vakumlu olarak ambalajlanan grupta (C) vakumlanmanın etkisiyle balıkların solungaçlarından çıkan

kanlı sıvı ve sindirim sisteminden çıkan içerik, daha muhafazanın ilk günlerinden itibaren iyi karşılanmayan bir görünüm ve arzu edilmeyen bir kokunun şekillenmesine neden olmuştur.

Gıdaların kalite kontrolünde, duyu analizleri önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Kietzmann ve ark. (1969), depolanan ürünlerin kalitesini belirleyen en önemli kriterin duyu analizi sonuçları olduğunu, kimyasal veya mikrobiyolojik kalite parametreleri yönünden kabul edilebilir nitelikte olan bir ürünün duyu özellikleri açısından kabul edilemez bir nitelik taşıyorsa o ürünün tüketilemeyeceğini bildirmişlerdir. Ayrıca Taliadourou ve ark. (2003) mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analizleri arasında daima iyi bir korelasyon olmadığını, Tejada ve Huidobra (2002) da TVB-N miktarının balıklarda geç arttığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen TVB-N miktarları duyu analizi bulgularını desteklemekle birlikte, bulgular arasında tam bir uyum görülmemektedir. Nitekim D grubunda duyu analizi puanlarına göre 13. gün "bozulmuş" olarak değerlendirilen balıkların aynı günkü TVB-N miktarlarına göre "iyi" sınıfa girmesi, diğer araştırmacıların görüşleri ile paralellik göstermektedir.

TBA miktarının çok iyi bir materyalde "3'den az olması", iyi bir materyalde "5'den fazla olmaması" ve tüketilebilir sınır değerlerinin ise "7-8 mg MA/kg" olması (Schormüller ve Heimann 1969); peroksit sayısının da çok iyi bir materyalde "2'den az olması", iyi bir materyalde "5'den fazla olmaması" ve tüketilebilir sınır değerlerinin ise "8-10 mmol O₂/kg" olması (Ludorff ve Meyer 1973) gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmada TBA miktarları ve peroksit sayıları düzensiz bir seyir izlemiş, muhafaza süresince belli bir artış olmuştur da balıklar kokuştugu halde bu bulgular tüketilebilirlik sınırlarının çok altında kalmıştır (Tablo 4). Belirlenen TBA miktarları duyu analizi bulgularını desteklemediği gibi, TVB-N miktarları ile de uyum göstermemiştir. Benzer şekilde Sarı ve ark. (2004) yeni bir yöntemle tuzlanan inci kefali örneklerinde TBA miktarını tüketilebilirlik sınırları içerisinde (3.56-3.69 mg MA/kg), TVB-N miktarını ise bu sınırlar üzerinde (42.15-45.37 mg/100 g) tespit edildiğini bildirmişlerdir. Köse ve ark. (2000) da buzdolabında muhafaza edilen mezgit, tirs ve hamsilerde TBA miktarlarının düzensiz bir seyir izlediğini ve TBA miktarlarının sadece hamsi örneklerinde bozulmayı desteklediğini bildirmişler, ayrıca pH ve TBA parametrelerinin balık türleri ile diğer koşullara göre değişiklik gösterebileceğini ve bu parametrelerin güvenilir olmadığını belirtmişlerdir. Pacheco-Aguilar ve ark. (2000) yaptıkları bir çalışmada TBA miktarı ve peroksit sayısının lipid oksidasyonunun bir indikatörü olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir. Şengör ve ark. (2000) ise az yağlı balıklarda yağ oksidasyonundan ziyade, mikroorganizma faaliyeti ve enzimlerin etkisiyle oluşan kimyasal değişimlerin incelenmesini tavsiye etmişlerdir. İnci kefalindeki yağ miktarı da %3.34-%3.81 arasında değiştiğinden (Sarı ve ark. 2004), az yağlı bir balık olan inci kefalinde TBA miktarı ve peroksit sayısının tazeliliğin belirlenmesinde kullanılacak güvenilir kriterler olmadığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; yapılan tüm analizlerden elde edilen bulgular göz önüne alındığında soğukta muhafaza edilen inci kefalinin bütün halde 7 gün, baş ve iç organları çıkarıldığında ise 10 gün süreyle kalite kaybına uğramadan muhafaza edilebileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca inci kefalinin temizlendikten sonra vakumla ambalajlanması, kabul edilebilir duyu özellikleri ve raf ömrü bakımından daha olumlu etkiler göstermiştir. Bunlarla birlikte, bütün haldeki inci kefalinin vakumlanarak ambalajlanmasının

soğukta muhafaza için uygun bir yöntem olmadığı kanaatine varılmıştır. Nitekim vakumlamanın etkisiyle bütün haldeki balıkların solungaçlarından çıkan kanlı sıvı ve sindirim sisteminden çıkan içerik ambalajın içinde birikmiş ve muhtemelen bu ortamda üreyen mikroorganizmalar arzu edilmeyen bir görünüm ile kötü bir koku oluşturmuştur. Buna bağlı olarak da muhafazanın ilerleyen günlerinde ambalajlarda vakum yapılmamış gibi gevsemeler olduğu görülmüştür. Baş ve iç organları çıkarılarak temizlenmiş balıkların piyasada bulunmasının, temizleme zahmetini ortadan kaldıracığı için tüketiciler açısından balık tüketimini teşvik edebileceği düşünülmektedir. İşlenmiş ürünler daha az yer kaplayacağından taşıma/pazarlama işlemleri kolaylaşabilir ve ambalajlanmış ürünler de dış etkilerden korunduğu için balıklar en az kalite kaybı ile tüketicilere sunulabilir. Böylece bölgede hijyenden uzak bir şekilde sürdürülen pazarlama şekilleri terk edilerek balıkların ambalajlı bir şekilde ve hijyenik şartlarda uygun teknolojik alt yapıya sahip satış yerlerinde pazarlanmasına katkıda bulunulabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

TEŞEKKÜR VE BİLGİLENDİRME

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

Bu araştırmanın gerçekleşmesinde önemli katkıları bulunan Prof. Dr. Candan VARLIK, Prof. Dr. Suphi DENİZ, Prof. Dr. Özkan ÖZDEN, Prof. Dr. Taçnur BAYGAR'a ve istatistiksel analizlerin yapılmasında yardımcı olan Prof. Dr. Ecevit EYDURAN'a teşekkür ederiz.

YAZAR KATKILARI

Fikir/Kavram: ES
Denetleme/Danışmanlık: ES, KE, HS, İHY, HAD
Veri Toplama ve/veya İşleme: ES, KE, HS
Analiz ve/veya Yorum: ES, KE, HS, İHY, HAD
Makalenin Yazımı: ES, HS
Eleştirel İnceleme: ES, KE, HS, İHY, HAD

KAYNAKLAR

- Alice EJ, Amanullah M, Karim MA, Hossain MA, Islam MT (2020). Effects of vacuum and modified atmosphere packaging on the biochemical and microbiological quality of sliced goonch fish (*Bagarius bagarius*) stored at refrigerated condition. *Food Res*, 4 (6), 2256-2264.
- Aubourg SP (1993). Review: Interaction of malondialdehyde with biological molecules-new trends about reactivity and significance. *Int J Food Sci Technol*, 28 (4), 323-335.
- Baygar T, Varlık C (2004). Soğutma Teknolojisi. Varlık C (Ed). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi (s. 47-94). İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, İstanbul.
- Connell JJ (1995). Control of Fish Quality. 4th Edition. Wiley-Blackwell, London.
- Çakmak T, Sancak YC (2023). Determination of biogenic amine formation, microbiological and sensory changes in carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) stored at cold (4 °C). *Van Vet J*, 34 (1), 32-42.
- Das KC, Alice EJ, Hossain MA, Mehub MF, Islam MT (2021). Effects of vacuum and modified atmosphere packaging on the shelf life of rohu fish (*Labeo rohita*) stored at refrigerated temperature (4 °C). *IFRJ*, 28 (3), 586-593.
- Demirci M, Orak HH (1999). Farklı soğutma ortamları ve -12 °C'de depolanan istavrit balığında (*Trachurus trachurus*) meydana gelen kalite değişimleri. *Turk J Agric For*, 23, 143-150.

- Ekici K, Alisarli M (2008). Histamine formation and microbiological changes in endemic *Chalcalburnus tarichi* Pallas 1811 (İnci Kefali) stored at 4 °C. *Arch Med Vet*, 40 (1), 95-98.
- Erkan N, Özden Ö, Üçok Alakavuk D, Yıldırım ŞY, İnuğur M (2006). Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. *Eur Food Res Technol*, 222 (5-6), 667-673.
- Forsythe SJ (2020). The Microbiology of Safe Food. 3rd Edition. Wiley-Blackwell, New Jersey.
- Gram L, Huss HH (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int J Food Microbiol*, 33 (1), 121-137.
- Gregory III JF (2017). Vitamins. Damodaran S, Parkin KL (Ed). Fennema's Food Chemistry, Chapter VIII (pp. 543-626). 5th Edition. CRC Press, Boca Raton.
- Honikel KO (2014). pH Measurement. Dikeman M, Devine C (Ed). Encyclopedia of Meat Sciences (pp. 262-266). 2nd Edition. Volume 1, Academic Press, London.
- Huss HH (1995). Quality and Quality Changes in Fresh Fish. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper-348, Rome.
- İzgi Ş, Çiftçioğlu GR (1997). Modifiye atmosfer altında paketlenen alabalığın raf ömrü üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 23 (2), 231-254.
- Kietzmann V, Priebe K, Rakow D, Reichstein K (1969). Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey, Berlin.
- Köse S, Ay S, Kutlu S (2000). Trabzon'da satılan bazı balık türlerinin buzdolabı koşullarında depolanmaları sonucu meydana gelen kimyasal ve duyuşal değişimleri üzerine bir araştırma. *Su Ürünleri Derg*, 17 (3-4), 35-48.
- Kyranı VR, Lougovoı VP (2002). Sensory, chemical and microbiological assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. *Int J Food Sci Technol*, 37 (3), 319-328.
- Lang VK (1983). Der flüchtige basentickstoff (TVB-N) bei im binnenland in den verkehr gebrachten frischen seefischen II. Mitteilung. *Arch Lebensm Hyg*, 34, 7-10.
- Ludorff W, Meyer V (1973). Fische und Fischerzeugnisse. 2. Auflage. Paul Parey Verlag, Berlin.
- Miller KW, Yang CS (1985). An isocratic high-performance liquid chromatography method for the simultaneous analysis of plasma retinol, α -tocopherol, and various carotenoids. *Anal Biochem*, 145 (1), 21-26.
- Mishra R (2022). Handbook on Fish Processing and Preservation. CRC Press, Oxon.
- Mol S, Erkan N, Üçok D, Tosun ŞY (2007). Effect of psychrophilic bacteria to estimate fish quality. *J Muscle Foods*, 18 (1), 120-128.
- Mueller C (2023). Fishery Product Safety and Quality. Alexis Press, New York.
- 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.
- Özpolat E (2020). Dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus*) gravlaksının 4°C'deki muhafazasında mikrobiyolojik ve besin değerleri. *BAUN Fen Bil Enst Derg*, 22 (2), 741-747.
- Pacheco-Aguilar R, Lugo-Sanchez ME, Robles-Burgueno MR (2000). Postmortem biochemical and functional characteristic of monterey sardine muscle stored at 0°C. *J Food Sci*, 65 (1), 40-47.
- Parthiban F, Felix S (2022). Microbiology of Fish and Fishery Products. Daya Publishing House, New Delhi.
- Paulus K, Gutschmidt J, Fricker A (1969). Karlsruher bewertungsschema-entwicklung, anwendbarkeit, modifikationen, *Lebensm Wiss Technol*, 2, 132-139.
- Pichhardt K (1998). Lebensmittel-mikrobiologie. 4. Auflage. Springer, Berlin.
- 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.
- Sarı M (2001). Van Gölü İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, PALLAS 1811) Stok Miktarının Tahmini ve Balıkçılık Yönetim Esaslarının Belirlenmesi. 1. Baskı, Sena Ofset, İstanbul.
- Sarı M, Küçüköner E, Arabacı M (2004). Van Gölü İnci Kefali'nin Endüstriyel Hammaddede Olarak Değerlendirilebilir Olanaklarının Araştırılması. Van Ticaret Borsası Yayınları, Van.
- Schormüller J, Heimann W (1969). Handbuch der Lebensmittelchemie. Band IV, Fette und Lipide (Lipids). Springer, Berlin.
- Soccol MCH, Oetterer M, Gallo CR, Spoto MHF, Biato DO (2005). Effects of modified atmosphere and vacuum on the shelf life of tilapia (*Oreochromis niloticus*) filets. *Braz J Food Technol*, 8 (1), 7-15.
- Stamatis NV, Arkoudelos JS (2007). Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbial, chemical and sensory quality

- indicators of fresh, filleted sardina pilchardus at 3 °C. *J Sci Food Agric*, 87 (6), 1164-1171.
- Stroup WW, Milliken GA, Claassen EA, Wolfinger RD (2018)**. SAS for Mixed Models. Introduction and Basic Applications. 2nd Edition. SAS Institute Inc, Cary, North Carolina.
- 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.
- Şengör GF, Çelik U, Akkuş S (2000)**. Buzdolabı koşullarında depolanan istavrit balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nın tazeliğinin ve kimyasal bileşiminin belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci*, 24 (3), 187-193.
- 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.
- Tejada M, Huidobra A (2002)**. Quality of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) during ice storage related to the slaughter method and gutting. *Eur Food Res Technol*, 215, 1-7.
- Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H (1993)**. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, İstanbul.
- Velíšek J, Koplik R, Cejpek, K (2020)**. The Chemistry of Food. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, Hoboken.
- Voyer LE (2022)**. Nutrition and Food. Cambridge Scholars Publishing, Newcastle.
- Vurat M, Kocatepe D (2023)**. Characterization of the physicochemical, sensory and microbiological properties of bonito gravlax during storage. *Int J Gastron Food Sci*, 32, e100715.