

Dumanlanmış Palamut Balığından (*Sarda sarda*, Bloch 1793) Elde Edilen Balık Köftesinin Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Nilgün Kaba, Bengünur Çorapçı ✉, Şennan Yücel, Özgül Özer, Kübra Eryaşar

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Sinop

Geliş Tarihi (Received): 19.02.2013, Kabul Tarihi (Accepted): 12.05.2013

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): bsoyleyen@sinop.edu.tr (B. Çorapçı)

☎ 0 368 287 62 65 📠 0 368 287 62 55

ÖZET

Bu çalışmada dumanlanmış palamut balığından elde edilen balık köftesinin +4°C'de raf ömrünün tespit edilmesi amaçlanmıştır. Balık köftesi örneklerinde günde 1 kez olmak üzere, duyu analizler, pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin azot (TMA), tiyobarbitürik asit sayısı (TBA), toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı, toplam maya ve küf sayısı ve toplam koliform bakteri sayısı analizleri yapılmıştır. Duyusal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri göz önüne alındığında palamut balığından elde edilen balık köftesinin +4°C'de muhafazası sırasında 10. günde tüketilemez kalite özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca, duyu puanlar, pH değerleri, TVB-N miktarı, TBA miktarı, TMA miktarı, TMB miktarı, TMK miktarı ve TKB miktarı üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Dumanlama, Palamut, Köfte, Duyusal kalite, Mikrobiyolojik kalite

Sensory, Chemical and Microbiological Properties of Smoked Bonito Ball (*Sarda sarda*, Bloch 1793)

ABSTRACT

In this study, the shelf life of smoked bonito balls at +4°C was investigated. Analyses of sensory, pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N), trimethylamine (TMA), thiobarbituric acid (TBA) and total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total yeast-mold (TYM) and total coliform bacteria counts were performed on a daily basis in fish ball samples. In terms of sensory and microbiological quality criteria, smoked bonito balls had an inconsumable quality property at the day 10 of storage at +4°C. The effect of storage time on pH, TVB-N, TBA, TMA, TMB, TMK and TKB values of fish ball samples was found statistically significant ($p < 0.05$).

Key Words: Smoking, Bonito, Ball, Sensory quality, Microbiological quality

GİRİŞ

Servise hazır gıdalar, elverişli işleme tekniği ve yöntemlerinin uygulanmasıyla belirli bir dayanma süresine sahip olan, doğrudan yenilebilir veya yeme sıcaklığına kadar ısıtılıp tüketilen veya bazı maddelerle işlenerek yemek haline getirilen ürünlerdir [1, 2]. Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde su ürünleri de diğer gıda maddeleri gibi çok çeşitli biçimlerde işlenip

paketlenerek tüketime hazır hale gelmektedir. Bu durum hem damak tadına yenilikler sunmakta hem de uzun uğraşlar gerektirmeden lezzetli ve besleyici gıdalar tüketmemizi sağlamaktadır. Bunun dışında özellikle oteller ve lokantalar için bu tip ürünler sık görüntüleri, değişik aromaları ve sağladıkları çeşitlilik sayesinde oldukça ilgi çekici olmaktadır [3]. Kurutma, soğutma, dondurma, konserve, dumanlama ve marinasyon teknikleri su ürünlerinde kullanımı yaygın olan

teknolojilerdir. Geçmişten günümüze kadar geleneksel olarak uygulanan bu teknolojilerden bazıları, günümüzde modifiye edilerek geliştirilmiştir. Teknolojinin kabul edilebilirliğinde, ürüne sağladığı dayanıklılık, farklı tatlar, uzak yerlere taşınmasına olanak sağlamanın yanı sıra uygulamadaki kolaylığı ve maliyeti de önemli olmaktadır [4].

Su ürünleri kaynaklı gıdaların üretiminin artırılması gerekmektedir. Balık, hazır gıda ürünlerine dönüştürülebilecek iyi bir kaynaktır [5]. Balık köftesi, balık etinin temizlenip, haşlanıp kıyma haline getirildikten sonra baharat ilavesiyle elde edilen bir balık ürünüdür. Balık köftesi yapımında kullanılan balık cinsi, etli, büyük ve kılıçığı az olan balık cinsleridir ve en önemlisi de balığın taze olmasıdır. Balık köftesi yapımı için değişik reçeteler verilmekte olup, isteğe göre bu reçeteler uygulanmaktadır. Köfte yapımında ilk aşama, pulların ve iç organların çıkarılarak temizlenmesi işlemidir. İkinci aşama balığın pişirilmesi işlemidir. Balık çok az bağ doku içerdiğinden ısı etkisi ile çok çabuk yumuşar, bu nedenle uzun süre pişirmeye gerek yoktur. Balıklar pişirildikten sonra soğutulur, kılçıklarından temizlenir, ufak parçalara ayrılır. En son olarak da reçetede belirtilen içerik ilave edilerek yoğrulur ve şekil verilir [6]. Balık burgerleri tüketime hazır gıdalar arasındadır ve çeşitli balık türlerinden üretilmektedir. Türkiye'de tüketimi pek yaygın değildir [7].

Bu çalışmada dumanlandıktan sonra çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek elde edilen balık köftesinin +4 °C sıcaklıkta duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite nitelikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada materyal olarak 750±100g ağırlığında bölgedeki balıkçılardan temin edilen 10 adet palamut balığı (*Sarda sarda*, Bloch 1793) kullanılmıştır. Balıkların baş ve iç organ temizliği yapıldıktan sonra musluk suyu altında yıkanmıştır. Balıklar %10 tuz içeren, ½ balık/salamura oranında olan salamurada 1.5 saat bekletilmiştir. Bu işlemin ardından dumanlama fırınına yerleştirilmiştir. Dumanlama fırınının delikleri yarı açık konumda, 30 dakika, 30 °C sıcaklıktaki fırında kurutulmuştur. 30 dakika sonunda sıcaklık 80 °C'ye yükseltilmiş ve 50 dakika boyunca dumanlama fırınının delikleri tamamen kapalı durumda balıklar dumanlanmıştır. Dumanlama işleminin ardından balıkların kılçıkları el ile ayrılmıştır. Kılçıkları temizlenen dumanlanmış balıkların etleri blendırda çekilmiştir. İçine %2.4 haşlanmış patates, %0.56 irmik, %0.48 ekmeği içi, %1 yumurta, %1 maydanoz, %0.24 sarımsak, %1.4 soğan, %0.2 tuz, %0.12 karabiber, %0.1 kimyon, %0.1 kırmızı biber, %0.1 kekik, %0.04 hardal, %0.9 zeytinyağı ilave edilerek yoğrulmuştur. Daha sonra el ile köfte şekli verilerek her kutuya 10'ar adet olmak üzere polistrene tabaklara konulmuş ve üzerleri streç film ile kaplanarak +4 °C'de muhafazaya alınmıştır. Depolama boyunca örnekler günde 1 kez olmak üzere duysal olarak bozuluncaya kadar, duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanmıştır.

TVB-N tayini Antonacopoulos tarafından modifiye edilmiş Lücke-Geidel metoduna göre yapılmıştır [8]. Örneklerde tiyobarbitürik asit sayısı [9], Trimetilamin azot [10] analizi yapılmıştır. pH ölçüm işlemi Werkstaten 82362 (Weilheim, Germany) markalı cihaz ile gerçekleştirilmiştir [11]. Mikrobiyolojik analizler, Merck firmasına ait dehidre besiyerleri kullanılarak yapılmıştır. 10 gr homojenize edilmiş balık eti 90 mL %0.85'lik serum fizyolojik ile karıştırılmıştır. Daha sonra dilüsyonlar oluşturularak ekimler gerçekleştirilmiştir [12]. Besiyerleri toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam maya ve küf için 28 °C'de 3 gün, toplam koliform bakteri için 35 °C'de 1 gün inkübe edilmiştir [13].

Duyusal analizler için deneyimli 6 kişilik panelist grup oluşturulmuştur. Palamut köftesi örnekleri panelistlere sunulmuş ve modifiye edilmiş bir form [14] kullanılarak genel görünüş, koku, lezzet ve tekstür bakımından örnekleri değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirme 1 ila 5 arasında puan verilmek suretiyle yapılmış olup, 5→Çok iyi, 4→İyi, 3→Yenebilir kalitede, 2→Kötü, 1→Çok kötü olarak değerlendirilmiştir [15].

Palamut köftelerinin kimyasal, duysal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine depolama süresinin etkisi, Minitab 15 (Minitab Inc., ABD) paket programında varyans analizleri (ANOVA) ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmamızda ham madde olarak kullanılan taze palamut balığı ve dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelere ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Taze palamut balığında 6.09±0.00 olarak tespit edilen pH değeri, dumanlanmış köftelerde 5.96±0.01 değerine düşmüştür. Depolamanın son günü olan 10. günde ise 6.03±0.03 değerine yükselmiştir. pH değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

Taze palamut balığının TVB-N değeri 10.6±0.02 mg/100g olarak belirlenmiştir. Bu değer dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerde depolamanın 1. günü 12.6±0.00 mg/100g olarak tespit edilirken, 10 günlük depolama periyodu sonunda 30.51±0.09 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince TVB-N değerleri arasındaki fark önemlidir (p<0.05). Kimyasal analiz bulgularına göre taze palamut balığında TBA değeri 1.25±0.02 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerde depolama süresi boyunca tüketilebilirlik sınır değerleri aşılmamıştır. TBA miktarı üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05). Taze palamut balığında TMA değeri 2.09±0.03 mg/100g olarak belirlenmiştir. Dumanlanmış köftelerde TMA değeri depolamanın ilk günü 2.28±0.02 mg/100g iken, depolamanın son günü 4.73±0.03 mg/100g değerine yükselmiştir. TMA değerleri depolama süresince tüketilebilirlik sınır değerleri içerisinde kalmıştır. TMA miktarı üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). Çalışmamızda dumanlanmış palamut balığından elde edilen balık köftesinin buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 2'de

gösterilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı taze palamut balığında 4.45 ± 0.00 log kob/g olarak belirlenmiştir. Dumanlama işleminden sonra elde edilen köftelerde ise 1. gün 4.60 log kob/g olan değer, depolama sonunda 6.50 ± 0.01 log kob/g değerine yükselerek 6 log kob/g olan tüketilebilirlik sınır değerini aşmıştır. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine depolama süresinin etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Toplam maya ve küf sayısı taze palamut balığında 4.08 ± 0.00 log kob/g iken, dumanlanmış palamut balığı köftelerinde 4.32 ± 0.02 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda bu değer 6.32 ± 0.02 log kob/g değerine yükselerek, tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmıştır. İstatistiksel açıdan günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). Toplam koliform bakteri sayısı taze palamut balığında 2.45 ± 0.00 log kob/g olarak bulunmuştur. Dumanlanmış palamut balığı köftelerinde toplam koliform sayısı 2.48 ± 0.00 log kob/g'a yükselmiştir. Depolama sonunda ise bu değer 1.48 ± 0.00 log kob/g'a düştüğü tespit edilmiştir. Taze palamut balığı toplam koliform değerleri ile dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin 1. gün değerleri arasında önemli farklılık tespit edilemezken ($p > 0.05$) diğer günlerde dumanlanmış palamut balığı köftelerinin günler arasındaki farkı önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Çalışmamızda dumanlanmış palamut balıklarından elde edilen köfteler, yapılan duysal değerlendirme sonuçlarına (Tablo 3) göre, buzdolabı koşullarında depolamanın ilk 5 günü 'çok iyi' kalite özelliği göstermişlerdir. Depolamanın 10. günü ise görünüş, koku, tat ve tekstür özelliklerinden ortalama olarak 1.08 ± 0.18 puan ile değerlendirilerek ürünün bozulduğu tespit edilmiştir.

TVB-N değerleri açısından 25 mg/100 g TVB-N içeren örnekler "çok iyi", 30 mg/100 g TVB-N içeren örnekler "iyi", 35 mg/100 g TVB-N içeren örnekler "pazarlanabilir", 35 mg/100 g'dan fazla TVB-N içeren örnekler "bozulmuş" olarak değerlendirilmektedir [8]. Çalışmamızda taze palamut balığının TVB-N değeri 10.6 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. Dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin TVB-N değeri depolama süresince artmıştır ($p < 0.05$). Çalışmamızdaki değere yakın olarak, taze palamut balığında yapılan bir çalışmada [16] TVB-N değeri 11.58 ± 0.32 mg/100g olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada dumanlanmış palamut balığının TVB-N değeri ise 13.13 ± 0.50 mg/100g olarak bulunmuştur. Çalışmamızda dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin ilk gün TVB-N değeri 12.6 ± 0.00 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Buna göre dumanlanmış palamut balığının köfte olarak işlenmesinin TVB-N değerinin azaltılmasında etkisi olduğu söylenebilir. Duyar ve Eke [17] ise yaptıkları çalışmada taze palamut balığının TVB-N değerini 7.47 ± 0.47 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızdaki değer bu değerden yüksek bulunmuştur. Yapılan bir başka çalışmada iki farklı odun talaşı (1. Karışık (meşe, kayın, kavak) 2. Elma) ile dumanlanmış palamut balığının TVB-N değeri sırasıyla, 11.67 ± 0.47 ve 11.96 ± 0.56 olarak bildirilmiştir [18].

Tablo 1. Dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin +4°C'de muhafazası sırasında elde edilen kimyasal analiz sonuçları¹

Analizler	Depolama süresi (gün)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TVB-N (mg/100g)	10.6 ± 0.02^a	14.45 ± 0.05^c	16.8 ± 0.07^d	19.6 ± 0.1^e	21.1 ± 0.04^f	21.6 ± 0.2^g	23.8 ± 0.15	27.88 ± 0.02^i	28.39 ± 0.24^j	30.51 ± 0.09^k
TBA (mg MA/kg)	1.25 ± 0.02^a	2.25 ± 0.05^b	2.39 ± 0.02^c	2.68 ± 0.03^d	2.72 ± 0.08^d	2.94 ± 0.04^e	3.06 ± 0.04^f	3.12 ± 0.02^f	3.74 ± 0.03^g	4.2 ± 0.1^h
pH	6.09 ± 0.00^{ag}	5.96 ± 0.01^{bdef}	5.95 ± 0.03^{bdef}	5.83 ± 0.03^c	5.94 ± 0.02^{bdef}	5.87 ± 0.04^{cd}	5.9 ± 0.00^d	5.97 ± 0.01^{efg}	6 ± 0.00^g	6.03 ± 0.03^g
TMA mg/100g	2.09 ± 0.03^a	2.28 ± 0.02^b	2.51 ± 0.01^c	2.57 ± 0.07^c	2.88 ± 0.05^e	3.15 ± 0.02^f	3.62 ± 0.04^g	3.85 ± 0.03^h	4.09 ± 0.04^i	4.73 ± 0.03^j

¹n=3, ± standart hata. Aynı satırda farklı harfler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$)

Tablo 2. Dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin +4°C'de muhafazası sırasında elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları¹

Analizler	Depolama süresi (gün)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T.M.A.B (kob/g)	4.45 ± 0.00^a	4.60 ± 0.00^b	4.80 ± 0.02^c	4.91 ± 0.01^d	4.95 ± 0.00^e	5.15 ± 0.02^f	5.63 ± 0.03^g	5.68 ± 0.02^h	5.73 ± 0.01^i	5.79 ± 0.00^j
T.M.K (kob/g)	4.08 ± 0.00^a	4.32 ± 0.02^b	4.63 ± 0.03^c	4.79 ± 0.01^d	4.93 ± 0.02^e	5.08 ± 0.02^f	5.41 ± 0.00^g	5.53 ± 0.03^h	5.65 ± 0.02^i	5.72 ± 0.00^j
T.K.B (kob/g)	2.45 ± 0.00^a	2.48 ± 0.00^a	2.32 ± 0.02^b	2.11 ± 0.07^c	1.99 ± 0.01^d	1.90 ± 0.00^e	1.87 ± 0.02^e	1.80 ± 0.02^f	1.76 ± 0.00^f	1.71 ± 0.03^g

¹n=2, ± standart hata. Aynı satırda farklı harfler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$)

Tablo 3. Dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin +4°C'de muhafazası sırasındaki duyuusal analiz sonuçları¹

	Depolama süresi (Gün)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dumanlanmış palamut köfte										
Görünüş	5±0.00 ^a	4.83±0.17 ^{ab}	4.67±0.21 ^{ab}	4.33±0.21 ^{bc}	4.00±0.26 ^{cd}	3.83±0.31 ^{ode}	3.50±0.22 ^{def}	3.33±0.21 ^{ef}	3.17±0.17 ^f	1.17±0.17 ^g
Koku	4.83±0.17 ^a	4.83±0.18 ^a	4.67±0.21 ^{ab}	4.67±0.21 ^{ab}	4.50±0.22 ^{ab}	4.33±0.33 ^{abc}	4.17±0.17 ^{bc}	3.83±0.17 ^{cd}	3.50±0.22 ^d	1±0.21 ^e
Tat	5±0.00 ^a	5±0.00 ^a	4.83±0.17 ^{ab}	4.50±0.22 ^{bc}	4.17±0.17 ^{cd}	4.17±0.17 ^{cd}	4.00±0.00 ^d	3.83±0.17 ^d	3.00±0.26 ^e	1±0.17 ^f
Tekstür	5±0.00 ^a	4.83±0.17 ^a	4.83±0.17 ^a	4.67±0.21 ^{ab}	4.17±0.17 ^{bc}	3.67±0.17 ^{cd}	3.17±0.17 ^d	2.50±0.22 ^e	2.50±0.34 ^e	1.17±0.17 ^f
Ortalama	4.95±0.04	4.87±0.13	4.75±0.19	4.54±0.21	4.21±0.20	4±0.24	3.71±0.14	3.37±0.19	3.04±0.24	1.08±0.18
Kalite	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	iyi	Tüketilebilir	Tüketilebilir	Tüketilebilir	Bozulmuş

¹n=6, ± standart hata. Aynı satırda farklı harfler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05)

Schormüller'e göre su ürünlerinde TBA miktarı çok iyi bir materyalde 3 mg MA/kg'dan az, iyi bir materyalde 5'den fazla olmamalı, tüketilebilirlik sınır değeri ise 7-8 mg MA/kg olmalıdır [14]. Depolama süresi boyunca TBA değerleri artmış ancak tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmamıştır (p<0.05). Duyar ve Eke [17] çalışmamızdaki değerden yüksek olarak, taze palamutta TBA değerini 1.45±0.23 mg MA/kg olarak bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada bu değer 0.365±0.005 mg MA/kg olarak, dumanlanmış palamut balığında ise 0.385±0.005 mg MA/kg olarak belirlenmiştir [16]. İki farklı odun talaşı (1. Karışık (meşe, kayın, kavak) 2. Elma) ile dumanlanmış palamut balığının TBA değerleri sırasıyla; 0.64±0.04 ve 0.70±0.03 mg MA/kg olarak bildirilmiştir [18]. Literatür bulgularına göre çalışmamızdaki TBA değerleri daha yüksek olarak bulunmuştur. TBA değerindeki farklılıkların balıkların avlandıkları bölge, mevsim, balığın beslenme durumu vb. değişikliklerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca dumanlama işleminden sonra köfte yapımı esnasında zeytinyağı kullanımının TBA değerini etkilemiş olduğu söylenebilir.

Taze balık etinde pH hemen hemen nötrdür. Post-mortem periyotta azotlu bileşiklerin dekompozisyonu balık etinde pH'nın artmasına sebep olmaktadır [19]. Çalışmamızda pH değeri taze palamut balığında 6.09±0.00, dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerde ise 5.96±0.01 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Duyar ve Eke [17] çalışmalarında taze palamut balığına ait pH değerini 6.18±0.13 olarak ölçmüşlerdir. Bu değer çalışmamızdaki pH değerine yakın bulunmuştur. Sardalya köftelerinde 6 günlük depolama sonunda pH değerininin 6.25'den 6.48'e yükseldiği bildirilmiştir [20]. Benzer olarak hamsi köftelerde pH değerininin 10 günlük depolamadan sonra 6.33 den 6.56'ya yükseldiği tespit edilmiştir [21]. Bir başka çalışmada hamsi köftelerde pH değerininin depolama süresince arttığını bildirmişlerdir [7]. Literatür bilgilerine kıyasla çalışmamızda depolama süresince pH değerlerininin dalgalanmalar göstermesinin farklı balık türü ve katkı maddeleri kullanımı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

TMAO, deniz türlerinde protein olmayan nitrojen fraksiyonunun bir özelliğini ve önemli parçasını oluşturmaktadır. Bu bileşik, bütün deniz balığı türlerinde kas dokunun %1-5'i (kuru ağırlık) oranında bulunmakta fakat tatlı su türleri ve karasal canlılarda gerçek anlamda bulunmamaktadır [22]. Balık için tüketilebilir TMA değeri 5-10 mg/100g olarak bildirilmiştir [23]. Çalışmamızda taze palamut balığının TMA değeri 2.09±0.03 olarak tespit edilmiştir. Bu değer dumanlama işleminden sonra elde edilen köftelerde 2.28±0.02'ye yükselmiş ve depolama sonunda 4.73±0.03 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 2. ve 3. günleri TMA değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizken, diğer günler önemli bulunmuştur (p<0.05). Çalışmamızda elde edilen değere yakın olarak; Koral ve ark. [16] yaptıkları çalışmada taze palamutta TMA değerini 2.35±0.015, dumanlanmış palamutta ise 2.90±0.03 olarak bildirmişlerdir. Alüminyum folyo ile paketlenen dumanlanmış palamut balığının +4°C'de TMA değeri 13. günde, +17±3°C'de

ise 6. günde çalışmada göz önünde bulunduran tüketilebilirlik sınır değerini aşmıştır. Duyar ve Eke [17] taze palamutta TMA değerini 1.17 ± 0.08 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada, iki farklı odun talaşı ile sıcak dumanlanarak vakum paketlenen palamut balığının TMA değerlerinin depolamanın 55. gününde her iki grupta da tüketilebilirlik değerlerini aştığı bildirilmiştir. Çalışmanın ilk 15 günü TMA değerlerinin çalışmamıza yakın olduğu görülmüştür [18].

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne göre tüm gıda maddelerindeki toplam mezofilik aerob bakteri sayısı kabul edilebilir sınır değeri 10^6 kob/g'dir [24]. Çalışmamızda toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı depolama süresince artmış ve 10. günde 6.50 ± 0.01 kob/g değeri ile tüketilebilirlik sınır değerini aşmıştır ($p < 0.05$). Palamut dumanlama ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda [16, 18] mikrobiyolojik analiz sonuçlarına rastlanmamıştır. Bununla beraber; çalışmamıza benzer olarak, Kılınç [25] hamsi köftelerde yaptığı çalışmada toplam bakteri sayısının buzdolabı koşullarında depolamanın 8. günü tüketilebilirlik sınır değerlerini aştığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada, çiğ ve haşlanmış hamsi balığından elde edilen köftelerin her iki denemede de sınır değer olan 6 log kob/g değerini 9. günde aştığını tespit edilmiştir [26]. Depolama süresince gözlenen değerler çalışmamızla paralellik göstermektedir. Maya ve küfler, balıklarda normal flora içerisinde bulunmazlar. Bu mikroorganizmalar genellikle toprak orijinli olup, balıkların avlandığı anda sudan veya avlanma sonrası kullanılan alet ve malzemelerden bulaştığı bilinmektedir [13, 27]. Çalışmamızda taze palamut balığında toplam maya ve küf sayısı 4.08 ± 0.00 kob/g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen köftelerde depolama süresince bu sayı artış göstermiş ve 6.32 ± 0.02 değeri ile sınır değeri aştığı belirlenmiştir ($p < 0.05$). Yapılan bir çalışmada kadife balığından elde edilen balık köftesinin toplam maya ve küf sayısının 3.6×10^1 kob/g ile 3.5×10^2 kob/g arasında değiştiği bildirilmiştir [28]. Fekal kontaminasyonun belirteci olarak kabul edilen koliformların balıklardaki sayılarının en fazla 2.0×10^2 kob/g, 2.5×10^2 kob/g ya da 1.6×10^3 kob/g olabileceği önerilmektedir [29-32]. Çalışmamızda depolamanın 1. günü istatistiksel olarak önemsiz ($p < 0.05$) olan koliform artışının işleme esnasında ortamdaki bulaşma ile kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Balık köfteleri ya da burgerleri ile yapılan çoğu çalışmada [1, 3, 7, 26, 33, 34] toplam koliform sayısına değinilmemiştir. Yapılan bazı çalışmalarda ise [2, 20, 25, 28, 32] toplam koliform miktarının depolama süresince arttığı bildirilmiştir. Bununla beraber alabalık burgerlerinde buzdolabında depolama süresince toplam koliform sayısının günlere göre değişerek artış ve azalışlar gösterdiği bildirilmiştir [35]. Bu bilgiler ışığında toplam koliform bakterilerin buzdolabı koşullarında ürünlere göre değişen üreme istatistiklerinin mevcut olduğu söylenebilir. Çalışmamızda koliform bakterilerin depolama süresince azalmasını, ürün içeriğinde kullanılan katkı maddelerinin etkilediği düşünülmektedir.

Duyusal ve mikrobiyolojik analiz bulgularına (Tablo 2, 3) göre duyusal bozulmanın mikrobiyolojik bozulma ile paralel gerçekleştiği görülmüştür. Görünüş, koku, tat ve

tekstür puanlarının ortalamasına göre, dumanlanmış palamut balığı köfteleri depolamanın ilk 5 günü 'çok iyi', 6. günü 'iyi', 7-9 günler 'tüketilebilir' kalite özelliği göstermişlerdir. Çalışmamızla paralel olarak, Koral ve ark. [16], alüminyum folyo ile paketlenen sıcak dumanlanmış palamut balığının buzdolabı koşullarında duyusal olarak 10. günde bozulduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin raf ömrünün Koral ve ark. [16] ile aynı olmasının nedenleri olarak; köfte yapım aşamasında olası kontaminasyonlar, kullanılan baharatların mikrobiyolojik yükü ve farklı paketlenme uygulamaları gibi nedenler sayılabilir. Yapılan bir çalışmada balık köftesi örneklerinin $+4^\circ\text{C}$ 'de 8. güne kadar iyi kalite özelliğini koruduğunu ve 10 günlük depolamadan sonra bozulmuş nitelik kazandığı bildirilmiştir [1]. Bu sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir. Diğer bir çalışmada $+4^\circ\text{C}$ 'de depolanan hamsi köftelerinin 5. günde duyusal açıdan tüketilemez duruma geldiği bildirilmiştir [25]. Bir başka çalışmada, duyusal değerlendirme sonuçlarına göre sardalya balığından elde edilen köftelerin raf ömrünün 4 gün olduğunu bildirmişlerdir [20]. Çalışmamızda dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin raf ömrü Kılınç [25] ve Kılınç ve ark.'na [20] göre daha uzun bulunmuştur. Bunun nedenleri arasında uygulanan dumanlama işleminin yanı sıra, farklı balık türlerinin kullanılması gösterilebilir.

SONUÇ

Sonuç olarak, analiz bulguları incelendiğinde dumanlanmış palamut balığından elde edilen köftelerin $+4^\circ\text{C}$ 'de 10 günlük depolama süresince kimyasal analiz bulguları tüketilebilirlik kalite sınır değerleri arasında kalmasına rağmen, ürünün hem duyusal hem de mikrobiyolojik açıdan tüketilemez duruma geldiği saptanmıştır. Çalışmanın özellikle ekonomik değeri olmayan farklı balıklarla denenmesi, mikrobiyolojik ve duyusal bozulma süresini uzatabilecek doğal katkı maddeleri kullanımı ile çeşitlendirilmesi önerilmektedir. Dumanlanmış palamut balığı köftelerinin, tüketici beğenisine hazır gıda olarak sunulabileceği, su ürünleri işleme tesislerindeki ürün çeşitliliğinin artırılmasıyla su ürünleri işleme sektörüne yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Gökoğlu, N., 1994. Balık köftesinin soğukta depolanması. *Gıda Dergisi* 19(3): 217-222.
- [2] Ersoy, B., Yılmaz, A.B., 2003. Karabalık köftesinin dondurularak muhafazası. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.* 27: 827-832.
- [3] Varlık, C., Erkan, N., Metin, S., Baygar, T., Özden, O. 2000. Determination of shelf life of marinated fish meat ball. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.* 24: 593-597.
- [4] Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Su Vakfı Yay., İstanbul.
- [5] Berik, N., Çankırılıgil, C., Kahraman, D., 2011. Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetosundan kroket yapımı ve kalite niteliklerinin belirlenmesi. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 17(5):735-740.

- [6] Taneri, B., 1963. Balık köftesi. Balık ve Balıkçılık. Cilt XI. Sayı 12.
- [7] Yerlikaya, P., Gökoğlu, N., Uran, H., 2005. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *Eur. Food Res. Technol.* 220: 287-291.
- [8] Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara.
- [9] Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., Dugan, L., 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 37: 44-48.
- [10] Boland, F.E., Paige, D.D., 1971. Collaborative study of a method for the determination of trimethylamine nitrogen in fish. *JAOAC Int.* 4(3): 725-727.
- [11] Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G., Pors, J., 1980. Splipidage of fish from Hong Kong at different storage temperatures. *Trop. Sci.* 22: 367-382.
- [12] Baumgart, J., 1986. Microbiologische untersuchung von lebensmittel. Behr's verlag. B.Behr's GmbH. Co., Averhoffstrasse 10, 2000 Hamburg 76.
- [13] Göktan, D., 1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi, Cilt 1: Et Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- [14] Schormüller, J., 1968. Handbuch der lebensmittel chemic. Band IV. Fette und Lipoide (lipids) Springer-Verlag. Berlin, Hidelberg, Newyork. 872-878.
- [15] Bett, K.L., Dionigi, C.P., 1997. Detecting seafood off- flavors: Limitations of sensory evaluation. *Food Technol.* 51(8): 70-79.
- [16] Koral, S., Köse, S., Tufan, B., 2010. The effect of storage temperature on the chemical and sensorial quality of hot smoked atlantic bonito (*Sarda sarda*) packed in aluminium foil. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 10: 439-443.
- [17] Duyar, H.A., Eke, E., 2009. Production and quality determination of marinade from different fish species. *J. Anim. Vet. Adv.* 8(2): 270-275.
- [18] Duyar, H.A., Erdem, M.E., Samsun, S., Kalaycı, F., 2008. The effects of the different woods on hot smoking vacuum packed atlantic bonito (*Sarda sarda*) stored at 4°C. *J. Anim. Vet. Adv.* 7(9):1117-1122.
- [19] Schenderyuk, V., Byokowski., P.J., 1990. Salting and Marinating of Fish. Chapter 9. Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. Ed. Sikorski, Z.E. CRC Press. Inc. Boca Raton, Florida. s.147-162.
- [20] Kılınç, B., Çaklı, Ş., Tolasa, Ş., 2008. Quality changes of sardine (*Sardina pilchardus*) patties during refrigerated storage. *J. Food Qual.* 31: 366-381.
- [21] Turhan, S., Evren, M., Yazıcı, F., 2001. Shelf life of refrigerated raw anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties. *Ege Univ. J. Fish. Aquatic. Sci.* 18(3-4): 391-398.
- [22] Huss, H.H., 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper-348, Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome.
- [23] Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., Burt, J.R., 1990. Post harvest biochemical and microbial changes seafood. In Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation (Z.E. Sikorski, ed.) pp. 55-75, CRC Press-Inc, Boca Raton, FL.
- [24] Türk Gıda Kodeksi, 2004. Gıdalarda Bakılması Gereken Mikroorganizmalar. Ankara.
- [25] Kılınç, B., 2009. Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *J. Muscle Foods* 20: 129-137.
- [26] Akkuş, Ö., Varlık, C., Erkan, N., Mol, S., 2004. Çiğ ve haşlanmış balık etinden yapılmış köftelerin bazı kalite parametrelerinin incelenmesi, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 28: 79-85.
- [27] Patır, B., Duman, M., 2006. Tütsülenmiş aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) filetolarının muhafazası sırasında oluşan fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin belirlenmesi. *Fırat Üniv. Fen Müh. Bil. Der.* 18(2): 189-195.
- [28] Çapkın, K., 2008. Kadife balığı (*Tinca tinca*) köftesinin buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında meydana gelen bazı kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [29] Shewan, J.M., 1971. The microbiology of fish and fishery products. A progress report. *J. Appl. Bacteriol.* 34: 299-315.
- [30] Saunders, G.C., 1983. Microbiological Standards for Foodstuffs, Food Legislation Surveys. British Food Manufacturing Industries Research Association, Leatherhead.
- [31] Jay, J.M., 1996. Modern Food Microbiology. 5th ed., Chapman & Hall, New York.
- [32] Öksüztepe, G., Emir Çoban, Ö., Güran, H.Ş., 2010. Sodyum laktat ilavesinin taze gökkuşuğu alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) yapılan köftelere etkisi. *Kafkas Uni. Vet. Fak. Derg.* 16(Suppl-A): S65-S72.
- [33] Köse, S., Balaban, M.O., Boran, M., Boran, G., 2009. The effect of mincing method on the quality of refrigerated whiting burgers. *Int. J. Food Sci. Technol.* 44: 1649-1660.
- [34] Yanar, Y., Fenercioğlu, H., 1999. Sazan (*Cyprinus carpio*) etinin balık köftesi olarak değerlendirilmesi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 23: 361-365.
- [35] Taşkaya, L., Çaklı, Ş., Kışla, D., Kılınç, B., 2003. Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *J. Fish. Aqu. Sci.* 20(1-2): 147-154.