

Aynalı sazan balığı (*Cyprinus carpio carpio* L., 1758) kıymasından hazırlanan köftelerin raf ömrü üzerine timol'ün etkisi

Özlem Pelin CAN¹, Özlem EMİR ÇOBAN²

¹Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sivas
²Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Elazığ

Geliş Tarihi / Received: 27.03.2012, Kabul Tarihi / Accepted: 11.05.2012

Özet: Bu çalışmada, aynalı sazan balığından (*Cyprinus carpio carpio* L., 1758) elde edilen kıymaya çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek balık köftesi yapılmıştır. Köfteler biri kontrol (grup A), diğerlerine %0.5 (grup B) ve %1 (grup C) oranlarında timol sürülerek üç gruba ayrılmıştır. Hazırlanan köfteler 4°C'de depolanarak, muhafazanın 1, 3, 7, 9 ve 12. günlerinde mikrobiyolojik (toplam mezofil bakteri sayısı, toplam psikrofil bakteri sayısı, *enterobakteri* sayısı, maya ve küf sayısı) kimyasal (pH, total volatil baz miktarı ve tiobarbitürikasit sayısı) ve duyuşal açıdan incelenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre A grubu B ve C grubuyla karşılaştırıldığında değerler yüksek bulunmuştur (P<0.05). İstatistiksel olarak C grubu örneklerinde *enterobakteriler*, mezofil aerob bakteri, maya ve küf ve sayısı daha düşük bulunmuştur (p<0.05). TVB-N ve TBA değerleri üç grupta muhafaza süresi boyunca yükselmiştir. Duyusal değerlendirilmede, B ve C grubu örnekleri arasında fark görülmemiştir (p>0.05).

Anahtar kelimeler: Aynalı sazan balığı, timol, köfte, raf ömrü.

The effect of thyme on the storage time of fish balls prepared from mirror carp (*Cyprinus carpio carpio* L.,1758)

Summary: In this study, *Cyprinus carpio carpio* L.,1758 from the fish balls were made by adding various additives. Fish balls is divide into three groups which one of group control (A group), others thyme by applying 0.5%(group B) and 1%(group C). By prepared meat ball storage at 4°C, microbiological (total mesophile bacteria, total psychrotrophic bacteria, *enterobacteriaceae*, yeast and mould count), chemical (pH, total volatile basic nitrogen and thiobarbituric acid) and sensory changes were examined storage day on 1, 3, 7, 9. and 12. According to the results of microbiological analysis of group A compared with group B and C values were higher (p<0.05). *Enterobacteria* statistical samples in the C group, mesophilic aerobic bacteria, yeast and molds counts were lower (p<0.05). TVB-N and TBA values increased during storage period in three groups. At the sensory analysis, not significant between C and B groups.

Key words: Carp fish, thyme, meat ball, storage time.

Giriş

Balığın kalitesi, üreticiden tüketiciye uzanan zincirde avlama, işleme, depolama gibi aşamalarda uygulanan çeşitli işlemlerin niteliklerine bağlı olarak önemli ölçüde etkilenmektedir (16). Taze soğutularak raf ömrü uzatılmış gıdalara olan tüketici talepleri yüzünden birçok araştırma, taze ürünlerin güvenliğini garantilerken, su ürünlerinde de raf ömrünü uzatmak amacı ile çeşitli muhafaza teknolojilerinin kullanımını gündeme getirmiştir (15). Gün geçtikçe değişen beslenme alışkanlıkları, hazırlanması ve tüketimi kolay olan ürünlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Gıda işleme yöntemlerindeki gelişmeler ile yeni ürünlerin elde edilmesinin yanında, elde edilen ürünlerin dayanma süresinin uzatılması ve

kalitenin korunması amaçlanmaktadır. Bu sayede belirli dönemlerde bol olarak temin edilebilen gıda maddelerinin daha az buldukları veya hiç bulunmadıkları dönemlerde de kullanılması sağlanmaktadır (22).

Son zamanlarda gıdalarda sentetik maddelerin kullanımını artmıştır. Bu maddelerin kanserojenik ve teratojenik etkilerinin ortaya çıkmasıyla bunların yerine doğal esansiyel yağların kullanılması günümüzde yaygınlık kazanmıştır. Esansiyel yağlar, tek başlarına ya da diğer muhafaza yöntemleriyle birlikte kullanıldıklarında, gıdaların raf ömrünü artıran doğal antimikrobiyel maddelerdir. Timol esansiyel yağ olup, gıda katkı maddesi olarak Avrupa Birliği tarafından kullanımına izin verilen insan sağlığı

üzerinde olumsuz herhangi etkisi olmayan bir maddedir. Timol kekiğe kokusunu veren ve antioksidan özellik kazandıran fenolik bir bileşiktir. Düşük konsantrasyonlarda aroma ve lezzet üzerine de etkili olabilmektedir. Antimikrobiyal özelliklerini fonksiyonel hidroksil grupları ve yüksek redoks potansiyelleri sayesinde göstermektedirler. Bunlar, patojen mikroorganizmaların hücre içindeki protonlarının hücre dışı sıvısına geçişini arttırarak (böylece hücre içi pH'sını arttırırlar), ayrıca onların hücre zarı ve sitoplazmik zarlarını parçalayarak ölmelerine sebep olurlar. Gıda bileşenleri ve diğer katkı maddeleri ile sinerjistik etki gösterdiği de bilinmektedir (4).

Bu çalışma, ülkemizde çok fazla yetişen fakat az tüketilen aynalı sazan balığı etinden daha fazla faydalanmak amacıyla yapılmıştır. Ayrıca hazır gıda olarak köfte tüketimi özellikle gençler ve çocuklar arasında oldukça yaygındır. Bu gruptaki insanların yeterli balık eti tüketimi balık etinin köfte haline getirilmesiyle başarılabilir düşünlümlmektedir. Bu amaçla hem tüketimi az olan sazan balığı kullanılarak ekonomiye fayda sağlamak hem de köfte haline getirerek balık eti tüketimini arttırmak çalışmamızdaki temel hedeflerdendir. Doğal bir katkı maddesi olan timol kullanılarak da insan sağlığının korunması da amaçlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan balık köftelerinin muhafaza süresi uzatılarak teknolojik bir ürün haline dönüştürülebileceği düşünülmektedir.

Materyal ve Metot

Materyal: Bu çalışmanın materyalini oluşturan aynalı sazan balıkları Keban Baraj Gölü'nden temin edilmiştir. Yaklaşık 10 kg ağırlığında olan balıklar avlandıktan hemen sonra soğuk zincir altında Cumhuriyet Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir. Balıkların önce derileri soyulmuş, daha sonra başları kesilerek iç organları temizlenmiştir. Filetoları çıkarılarak, fileto içerisindeki kalın kılçıklar ayıklanmıştır. Et kılçıklarından temizlendikten sonra ayna delik çapı 3 mm olan kıyma makinesinden geçirilerek kıyma haline getirilmiştir.

Köftelerin hazırlanması: Köfte yapılırken balık etine çeşitli baharatlar (balık ağırlığı göz önünde bulundurularak) %2 tuz, %1 karabiber, %1 kırmızı biber, %1 kimyon ve %1 soğan katılmıştır. 20 g ağırlıklara ayrılan köfte hamuru, 6 cm çapında 3 cm derinliğinde paslanmaz çelik çember biçimindeki

kalıplara konarak şekillendirilmiş ve strofor kaplara konarak streç film ile kaplanmıştır. Örnekler 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol (grup A) olup, timol ilave edilmemiştir. B grubunu oluşturan köftelerin yüzeyine köfte ağırlığının %0.5' i kadar timol 1 ml sıvı yağ ile karıştırılıp tüm köftenin yüzeyine aseptik olarak, çapraz kontaminasyonu önleyecek şekilde fırça ile sürülmüştür. Her köfte için bu işlem ayrı ayrı uygulanmıştır. Yine C grubu örnekleri hazırlanırken köfte ağırlığının %1 kadar timol 1 ml sıvı yağ ile karıştırılmış ve yukarıda anlatıldığı gibi uygulanmıştır. Köfte örnekleri hazırlanırken çapraz kontaminasyonları önlemek için aseptik şartlara uyulmaya çalışılmıştır.

Metot: Mikrobiyolojik analizler için, köfte örnekleri bir parçalayıcının (Stomacher 400) özel torbasında 10 g tartılmış ve üzerine steril %0.1'lik peptonlu sudan 90 ml ilave edilerek parçalayıcıda homojen hale getirilmiştir. Böylece örneğin 10-1 (1/10)'lik dilüsyonu hazırlanmıştır. Örneklerin her seyreltisinden 1'er ml kullanılarak iki seri halinde plak dökme metoduyla ekimleri yapılarak inkübasyon süresi sonunda 30-300 koloni içeren plaklar değerlendirilmiştir. Örneklerdeki toplam mezofilik aerob mikroorganizmaların (TMAB) sayımı için Plate Count Agar (PCA) (30±1 °C'de 72 saat), psikrofil bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) (7±1 °C'de 7 gün) enterobakterilerin sayımı için Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA) (37±1 °C'de 24 saat), maya ve küf sayımları için %10' luk tartarik asit ilave edilerek hazırlanmış Patato Dextrose Agar (22±1 °C'de 5 gün) kullanılmıştır (9).

Kimyasal analiz yapılırken, örneklerin pH değerleri pH metre ile ölçülmüştür (3). TVB-N miktarının belirlenmesinde, Varlık ve ark.'nın (20) bildirdiği spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. TBA sayısı ise, 1000 g örnekteki malonaldehit miktarı üzerinden hesaplanmıştır (17). Kimyasal ve mikrobiyolojik analizler muhafazanın 1., 3., 5., 7.,9. ve 12. gününde yapılmıştır.

Kızartılan köfte örnekleri renk, görünüş, koku, gevreklik, lezzet ve genel beğeni düzeyi yönünden 8 kişilik uzman panelist grup tarafından değerlendirilmiştir. Panelistlerin seçiminde kişilerin bu tarz panel tecrübeleri göz önüne alınarak su ürünleri işleme konusunda bilgi sahibi kişiler seçilmiştir. Panelistlere timol hakkında bilgi verilerek ürünün tanıtımı yapılmış ve her grup ürün farklı bir harfle kodlanarak analize alınmıştır. Değerlendirmede 1

ile 5 arasında puanlama yapılmıştır. Puanlamada 1-5 arası puan verilerek, 1 çok kötü, 2 kötü, 3 normal, 4 iyi ve 5 çok iyi olarak değerlendirilmiştir (11).

Verilerin analizi, Statistical Analysis System (SAS) paket programı kullanılarak yapıldı. Gruplar arası ve grup içi günler arası değerler karşılaştırıldı. Veriler “ tekerrür sayısı x örnekleme zamanı x test grupları x her test grubundan bir seferde incelenen örnek sayısı “ olacak şekilde 3x1x3x1 faktöriyel dizayna uygun olarak fix etkiler ve değişkenler arası

interaksiyonlar yönünden varyans analizine tabi tutuldu. General Linear Models (GLM) prosedürüne göre, Fisher’ in en düşük kareler ortalamaları (LSD) testi kullanıldı. Tüm ortalamaların standart sapma değerleri hesaplandı (2). Alfa değeri 0.05 olarak belirlendi.

Deneysel örneklere ait mikrobiyolojik analiz bulguları Tablo 1’ de, kimyasal analiz bulguları Tablo 2’ de ve duyu analizi bulguları ise Tablo 3’ de verilmiştir.

Tablo 1. 4±1 °C’de muhafaza edilen köfte örneklerinin mikrobiyolojik analiz bulguları (log10kob/g).

Mikroorganizma	Örnek	Muhafaza Süresi (gün)				
		1	3	7	9	12
TMAB	A	3.46 ^{b,z}	4.31 ^{b,z}	6.22 ^{ab,z}	7.29 ^{a,z}	*
	B	3.01 ^{b,z}	3.63 ^{b,zy}	4.23 ^{b,zy}	5.49 ^{ab,y}	6.57 ^{a,z}
	C	2.85 ^{a,z}	2.51 ^{a,y}	3.02 ^{a,y}	3.80 ^{a,x}	3.67 ^{a,y}
PB	A	2.83 ^{b,z}	3.13 ^{b,z}	3.56 ^{a,z}	4.42 ^{a,z}	*
	B	2.21 ^{b,z}	2.83 ^{b,z}	3.21 ^{a,z}	3.86 ^{a,z}	3.73 ^{a,z}
	C	2.33 ^{a,z}	1.93 ^{a,y}	2.21 ^{a,y}	2.56 ^{a,y}	2.82 ^{a,y}
<i>Enterobakteri</i>	A	2.71 ^{b,z}	3.12 ^{ab,z}	3.63 ^{a,z}	4.06 ^{a,z}	*
	B	2.43 ^{a,z}	2.49 ^{a,z}	2.72 ^{a,y}	2.47 ^{a,y}	3.11 ^{a,z}
	C	2.36 ^{a,z}	2.91 ^{a,z}	2.89 ^{a,y}	2.83 ^{a,y}	2.51 ^{a,z}
Maya-Küf	A	3.13 ^{b,z}	3.56 ^{b,z}	4.71 ^{a,z}	5.46 ^{a,z}	*
	B	3.22 ^{a,z}	3.9 ^{a,z}	3.62 ^{a,y}	4.61 ^{a,y}	4.23 ^{a,z}
	C	3.17 ^{a,z}	3.11 ^{a,z}	3.22 ^{a,y}	3.18 ^{a,x}	3.14 ^{a,y}

A: %0 timol, B: %0.5 timol, C: %1 timol, *: Analiz yapılmadı. a, b: Aynı sırada farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05). z, y, x: Aynı sütünde farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05).

Tablo 2. 4±1 °C’de muhafaza edilen köfte örneklerinin kimyasal analiz bulguları.

Değer	Örnek	Muhafaza Süresi (gün)				
		1	3	7	9	12
pH	A	6.2 ^{a,z}	6.24 ^{a,z}	6.414 ^{a,z}	6.56 ^{a,z}	*
	B	6.17 ^{a,z}	6.1 ^{a,z}	6.2 ^{a,z}	6.1 ^{a,z}	6.1 ^{a,z}
	C	6.13 ^{a,z}	6.2 ^{a,z}	6.1 ^{a,z}	6 ^{a,z}	6.2 ^{a,z}
TVB-N (mg/100g)	A	7.2 ^{c,z}	14.8 ^{b,z}	18 ^{b,z}	36.4 ^{a,z}	*
	B	7.4 ^{b,z}	8.2 ^{b,z}	10.2 ^{b,z}	22.4 ^{a,y}	25.4 ^{a,z}
	C	7.2 ^{a,z}	8.7 ^{a,z}	9 ^{a,z}	12.4 ^{a,x}	12.4 ^{a,y}
TBA (mg MDA/kg)	A	0.83 ^{b,z}	1.4 ^{b,z}	2.2 ^{ab,z}	3.8 ^{a,z}	*
	B	0.86 ^{b,z}	0.94 ^{b,z}	1.8 ^{a,y}	2.4 ^{a,y}	2.8 ^{a,z}
	C	0.84 ^{a,z}	0.82 ^{a,z}	1.12 ^{a,y}	1.5 ^{a,y}	1.4 ^{a,y}

A: %0 timol, B: %0.5 timol, C: %1 timol, *: Analiz yapılmadı. a, b: Aynı sırada farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05). z, y, x: Aynı sütünde farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05).

Tablo 3. 4 ± 1 °C’de muhafaza edilen köfte örneklerinin duyu analizi bulguları

Özellik	Örnek	Muhafaza Süresi (gün)			
		1	3	7	9
Renk	A	4.6 ^{a,z}	4.4 ^{a,z}	4 ^{a,z}	*
	B	4.6 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	4.8 ^{a,z}
	C	4 ^{a,z}	3.8 ^{a,z}	4 ^{a,z}	3.8 ^{a,z}
Koku	A	4.6 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	*
	B	4 ^{a,z}	4.2 ^{a,z}	4.3 ^{a,z}	4.2 ^{a,z}
	C	3 ^{a,y}	2.8 ^{a,y}	2.8 ^{a,y}	2.8 ^{a,y}
Gevreklik	A	4.8 ^{a,z}	4.8 ^{a,z}	4.4 ^{a,z}	*
	B	4.8 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}
	C	4.7 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	4.7 ^{a,z}
Lezzet	A	4.8 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	*
	B	4.4 ^{a,z}	4.3 ^{a,z}	4.3 ^{a,z}	4.44 ^{a,z}
	C	3.8 ^{a,y}	3 ^{a,y}	3 ^{ab,y}	3 ^{b,y}
Görünüş	A	4.7 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	*
	B	4.4 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}
	C	4.4 ^{a,z}	4.3 ^{a,z}	4.3 ^{a,z}	4.4 ^{a,z}
Genel beğeni düzeyi	A	4.6 ^{a,z}	4.6 ^{a,z}	4.5 ^{a,z}	*
	B	4.5 ^{a,z}	4.6 ^z	4.6 ^{a,z}	4.4 ^{a,z}
	C	3.74 ^{a,y}	3.8 ^{a,z}	3.9 ^{a,z}	3.6 ^{a,z}

A: %0 timol, B: %0.5 timol, C: %1 timol, * : Analiz yapılmadı. a, b: Aynı sırada farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05). z, y, x: Aynı sütünde farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (P<0.05).

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada aynalı sazan balığından (*Cyprinus carpio carpio* L., 1758) deneysel olarak üretilen köftelere timol uygulanarak; timolün balık köftelerinin raf ömrü üzerine etkileri incelenmiştir. Mikrobiyolojik analizler A grubu örneklerinde muhafazanın 9. diğer gruplarda ise 12. gününe kadar yapılmıştır. Çünkü adı geçen muhafaza gününde TMAB sayısı ICMSF tarafından belirlenen limit değeri (log 10⁷) aşmıştır (10). Deneysel örneklerde belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayısı (TMAB) değerlendirildiğinde, A ve B grubu örneklerinde grup içi günler arasındaki farkın önemli olduğu (p<0.05), C grubu örneklerde ise önemsiz olduğu (p>0.05) tespit edilmiştir. Yine muhafazanın 9. gününde her üç grup arasındaki farkın önemli olduğu (p<0.05) bulunmuştur. Balık etinden yapılan köftelerin raf ömrünü uzatmak için çeşitli maddeler kullanılmaktadır. Örneğin, Öksüztepe ve ark. (13), %2 oranında

da sodyum laktat ilave edilmiş balık köftelerinde TMAB sayısını 8.80 log₁₀ kob/g olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Çetin ve ark. (6), sodyum laktat ilave edilmiş köftelerde, sodyum laktat miktarının artmasının ürünün raf ömrünü uzattığını rapor etmişlerdir. Bu durum mevcut çalışma bulgularını desteklemektedir. Tokur ve ark. (19), yaptıkları balık köftelerini -18 °C’de muhafaza altına almışlar ve çalışma sonucunda (5 aylık muhafaza periyodu) TMBA sayısının 10⁶ kob/g değerine ulaşmadığını belirtmişlerdir.

Aynalı sazan köftelerinde, psikrofil bakteri sayısı bakımından C grubu örneklerinde muhafaza süresi boyunca büyük değişiklikler görülmemiş ve diğer iki grup arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Özyılmaz (14), kekik esansiyel yağının alabalık filetolarında bulunan psikrofilik bakterilerin faaliyetlerini yavaşlattığını bildirmiştir. Bu bulgu mevcut çalışma bulgularını desteklemek-

tedir. *Enterobakteri* sayısı timol içeren deneysel gruplarda istatistiki açıdan farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). A grubu örneklerinde muhafazanın 9. gününde *enterobakteri* sayısı $4.06 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Timol uygulanan deneysel gruplarda *enterobakteri* sayısı yükselmemiştir. Esansiyel yağların *enterobakterilerin* gelişmelerini engelleyici etkilerinin olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (4, 5). Aynalı sazan balığı filetolarına timol uygulanan bir çalışmada, muhafaza süresi sonunda (21 gün), filetolarda belirlenen *enterobakteri* sayısı $10^{4.7}$ ün altında olduğu rapor edilmiştir. (4). Maya ve küfler, balıklarda normal flora içerisinde bulunmazlar. Bunlar genellikle toprak orijinli olup, balıklar avlandıkları anda, sudan veya avlanma sonrası kullanılan alet ve malzemelerden bulaşmaktadırlar. Örneklerde belirlenen maya-küf sayısı değerlendirilecek olursa timol' ün bu kriter üzerine etkili olduğu ve C grubu örnekleri ile B grubu örnekleri arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Aynalı sazandan üretilen köftelerin pH analizinde, her üç grupta da farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$), (Tablo 3). Deneysel olarak hazırlanan örneklerdeki pH değerleri tüketilebilir sınır değerlerine (6.8-7) uygun bulunmuştur, Yanar ve Fenercioğlu'nun (21) çalışmasıyla benzerlik göstermiştir. Tokur ve ark. (18), sazan kıymasından yapmış oldukları çalışmada ilk dört aya kadar pH değerinde bir değişim olmadığını, muhafazanın son ayında ise pH değerinde belirgin bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Yanar ve Fenercioğlu'nun (21) sazan etinden yaptıkları köftelerde tespit ettikleri 6.1 ile 6.3 değeri ile Akkuş ve ark.'nın (1) hamsi etinden yaptıkları köftelerde tespit ettikleri 6.3 ile 7.7 değerleri hemen hemen araştırmadaki bulgularımız ile bağdaşmaktadır.

Timol uygulanan örnekler TVB-N değeri açısından değerlendirildiğinde, tüketilebilirlik sınır değeri olarak kabul edilen 32-36 mg / 100 g değerinin oldukça altında olup, tüketilebilir ürün sınıfına girmektedir (20). TVB-N değeri A grubu örneklerinde muhafaza süresi boyunca yükselerek 9. günde 30 mg/100 g değerini aşmıştır. Yine bu kriter değerlendirildiğinde 12. günde B ve C grubu örnekleri arasında istatistiki açıdan fark görülmüştür ($p<0.05$). Mahmoud (12), timol ve karvakrola daldırdığı sazan balığı filetolarının 5°C 'de 12. gün muhafaza süreci sonunda TVB-N değerini 30 mg / 100 g ol-

duğunu bildirmiştir. Erkan (7), çalışmasında levrek filetolarına kekik yağı uygulamış ve 13. günde 6.45 mg / 100 g tespit etmiştir. Belirtilen araştırmaların (7, 12) TVB-N değerleri, aynalı sazan köftelerinden elde edilen bulgular ile uyum içinde olduğu gözlenmektedir.

Balık etinde bozulmanın en önemli ölçütlerinden biri olan TBA değeri yağ oksidasyonunun bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. TBA içeriğinin tüketilebilirlik sınır değeri, 7-8 mg MDA / kg arasında olup balık etinde 4 mg MDA / kg'ı aştığı zaman acılaşmanın başladığı bildirilmiştir (20). TBA değeri çalışma sonuçlarımıza göre, tüm gruplarda muhafaza süresince tüketilebilirlik sınırlarının altında olduğu tespit edilmiştir. Örneklerde tespit edilen TBA sayısı, timol içeren gruplarda çok fazla artış göstermemiştir. C grubu örneklerinde en düşük TBA sayısı tespit edilmiştir. Ayrıca C grubu ile B grubu örnekleri arasındaki istatistiki fark muhafazanın son gününde dikkati çekmektedir ($p<0.05$). Fernandez-Lopez (8), biberiye, limon ve portakal yağlarının köftelerdeki antimikrobiyel ve antioksidan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kontrol grubunun TBA miktarındaki artışın diğer gruplara göre fazla olduğunu ayrıca bu esansiyel yağların muhafaza süresine önemli etkilerinin ($p<0.05$) olduğunu saptamışlardır.

Yapılan duyuusal analizlerde B grubu örnekleri C grubu örneklerine göre daha yüksek puanlar almıştır (Tablo 3). B ve C grubu örnekleri A grubu örnekleri ile duyuusal açıdan mukayese edildiğinde sonuçlar çok farklı bulunmamıştır. Timol' ün sazan balığından yapılan köfteleri olumsuz etkilemediği söylenebilir.

Yapılan analizler bir bütün olarak incelenecek olursa timol içeren grupların kontrol grubuna göre mikrobiyolojik açıdan daha uzun muhafaza edildiği tespit edilmiştir. Timolün antibakteriyel etkisinin konsantrasyona bağlı olarak daha etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca kimyasal analizlerde de yine konsantrasyon artışına bağlı etkinin daha iyi olduğu sonucu da tespit edilmiştir. Yapılan duyuusal analizlerde timol içeren gruplar reddedilmemiş, hatta iyi sonuçlar almıştır.

Sonuç olarak, aynalı sazan balığı etinden köfte yapılarak, aynalı sazan balığı tüketimi artırılıp ekonomiye katkı getirebileceği söylenebilir. Balık etinden köfte üretimi balığın değişik üretim metotlarıyla değerlendirilmesini sağlamanın yanı sıra gıda

sektöründe çeşitliliği artırması ve balık tüketmekten hoşlanmayan bireylerin kabul edilebilir ürünle tanışmasını sağlaması bakımından önemli olabileceği düşünülmektedir. Balık köftelerine ilave edilen timol ile ürünün raf ömrü uzatılmıştır. Aynalı sazan köftelerine ilave edilen timolün, ürünün duyuusal kalitesi üzerine olumsuz bir etki oluşturmaması gıda maddelerinin mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü artırmak için esansiyel yağ ve türevlerinden doğal alternatifler olarak faydalanabileceğimizi göstermektedir.

Kaynaklar

1. 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.
2. Anonim, (1996). *Statistical analysis system (Version 6.1)*. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USD.
3. Association Official Analytical Chemists (AOAC), (1990). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 15th edition. Washington DC. Academic Press.
4. Can ÖP, (2011). *Combine effect of salting and thyme (Thymus vulgaris) essential oil on shelf life of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) stored at 4 °C*. Bulletin. 55, 435-442.
5. Can ÖP, Yalçın H, Arslan A, (2011). *Farklı sürelerde öjenol'ü salamura solüsyonunda bekletilen aynalı sazan balığı (Cyprinus carpio carpio L., 1758) filetolarının kalite kriterlerinin değerlendirilmesi*. Fisheries and Aquatic Sciences Balıkçılık ve Akuatik Bilimler 2011 Sempozyumu (FABA 2011), Eylül, 125, Samsun, Türkiye.
6. Çetin B, Bostan K, (2002). *Hazır köftelerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine sodyum laktatın etkisi*. Turk J Vet Anim Sci. 26, 843-848.
7. Erkan N, Tosun ŞY, Ulusoy Ş, Üretener G, (2011). *The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (Pomatomus saltatrix) during storage in ice*. Journal of Consumer Protection and Food Safety. 6, 39-48.
8. Fernandez-Lopez J, Zhi N, Aleson-Carbonell L, Perez-Alvarez JA, Kuri V, (2005). *Antioksidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs*. Maet Science. 69, 371-380.
9. Harrigan WF, (1998). *Laboratory methods in food microbiology*. Third edition. London: Academic Pres.
10. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), (1986). *Sampling plans for fish and shellfish*. In: *Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications*. 181-196.
11. Kurtcan Ü, Gönül M, (1987). *Gıdaların duyuusal değerlendirilmesinde puanlama metodu*. Ege Univ Müh Fak Derg. 5, 137-146.
12. Mahmoud BSM, Yamazaki K, Miyashita K, Shin IS, Dong-Suk C, Suzuki T, (2004). *Bacterial microflora of carp (Cyprinus carpio) and its shelf-life extension by essential oil compounds*. Food Chemistry. 21, 656-662.
13. Öksüztepe G, Çoban ÖE, Güran HŞ, (2010). *Sodyum laktat ilavesinin taze gökkuşuğu alabalığından (Oncorhynchus mykiss W.) yapılan köftelere etkisi*. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 16, (Suppl-A), 65-72.
14. Özyılmaz A, (2007). *Gökkuşuğu alabalığı (Oncorhynchus mykiss, Walbaum, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
15. Sallam KI, Ahmed AM, Elgazzar M, Eldaly EA, (2007). *Chemical quality and sensory attributes of marinated pacific saury (Cololabis saira) during vacuum-packaged storage at 4°C*. Food Chemistry. 102, 1061-1070.
16. Serdaroğlu M, Purma Ç, (2006). *Su ürünlerinde kalitenin saptanmasında kullanılan hızlı teknikler*. E Ü Su Ürünleri Dergisi. 23, 495-496.
17. Tarladgis BG, Watts BM, Younnathan MT, Dugan LR, (1960). *A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods*. J Am Oil Chem Soc. 37, 44-48.
18. Tokur B, Polat A, Beklevik G, Özkütük S, (2004). *The quality changes of tilapia (Oreochromis niloticus) burger during frozen storage*. European Food Research and Tech. 218, 420-423.
19. Tokur SÖ, Esin A, Özyurt G, Özyurt CE, (2006). *Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (Cyprinus carpio L., 1758), during frozen storage (-18 °C)*. Food Chemistry. 99, 335-341.
20. Varlık C, Erkan N, Özden Ö, Mol S, Baygar T, (2004). *Su ürünleri işleme teknolojisi*. Yedinci baskı. İstanbul Üniversitesi Basımevi, İstanbul.
21. Yanar Y, Fenercioğlu H, (1999). *Sazan (Cyprinus carpio) etinin balık köftesi olarak değerlendirilmesi*. Turk J Vet Anim Sci. 23, 361-365.
22. Yapar A, (1998). *İki farklı olgunlaştırma çözeltisi kullanarak hazırlanan hamsi (Engraulis encrasicolus, L., 1758) marinatlarında bazı kalite değişimleri*. E Ü Su Ürünleri Dergisi. 15, 1-7.