



Turunçgil Kabuk Yağlarının Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkileri

Pınar OĞUZHAN YILDIZ 

Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 75000 Ardahan-Türkiye

Ö Z

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlardaki (%0,5 ve %1) turunçgil kabuk yağlarının (limon, portakal ve bergamot) gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır. Örnekler kontrol grubu (A), %0,5 limon uçucu yağı ilave edilmiş (B), %1 limon uçucu yağı ilave edilmiş (C), %0,5 portakal uçucu yağı ilave edilmiş (D), %1 portakal uçucu yağı ilave edilmiş (E), %0,5 bergamot uçucu yağı ilave edilmiş (F) ve %1 bergamot uçucu yağı ilave edilmiş (G) olmak üzere yedi gruba ayrılmıştır. Balık örneklerinin mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrotrofik bakteri, laktik asit bakterileri, *Enterobacteriaceae*) kimyasal (pH, toplam uçucu bazik azotu, thiobarbitürik asit reaktif maddeler) ve duyuşsal (renk, koku, lezzet, genel kabul edilebilirlik) özellikleri incelenmiştir. Depolama süresi boyunca mikrobiyolojik ve kimyasal özellikler açısından kontrol grubu ile uygulama grupları arasında önemli değişiklikler tespit edilmiştir ($p < 0,05$). En düşük ve en yüksek toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri ve *Enterobacteriaceae* sayıları sırasıyla 2,54-7,92, 2,69-8,03, 2,00-5,03 ve 2,00-4,09 olarak bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre farklı konsantrasyonlarda turunçgil uçucu yağları ilavesinin bakteri sayısını önemli ölçüde azalttığı ve örneklerin bozulmasını geciktirdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşuğu alabalığı, turunçgil kabuk yağları, raf ömrü, kalite özellikleri

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 14.05.2018
Düzeltilme : 17.10.2018
Kabul : 21.10.2018
Yayım : 25.04.2019



DOI:10.17216/LimnoFish.423440

SORUMLU YAZAR

pinaroguzhan@ardahan.edu.tr
Tel : +90 478 211 75 75

Influences of Citrus Peel Oils on Shelf Life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets

Abstract: In this study, the effects of different concentrations (0.5% and 1%) citrus peel oils (lemon, orange and bergamot) on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets were researched. Samples were divided into seven groups: control (A), 0.5% [v/v] lemon EO added (B), 1% [v/v] lemon EO added (C), 0.5% [v/v] orange EO added (D), 1% [v/v] orange EO added (E), 0.5% [v/v] bergamot EO added (F) and 1% [v/v] bergamot EO added (G). Microbiological (total aerobic mesophilic bacteria, total psychrotrophic bacteria, lactic acid bacteria, *Enterobacteriaceae*), chemical (pH, thiobarbituric acid reactive substances and total volatile base nitrogen) and sensory (colour, odour, taste, general acceptance) properties of fish samples were investigated. During the storage period, significant changes were observed between the control group and treatment groups in terms of microbiological and chemical properties ($p < 0.05$). The lowest and highest total aerobic mesophilic bacteria, total psychrotrophic bacteria, lactic acid bacteria and *Enterobacteriaceae* counts were found 2.54-7.92, 2.69-8.03, 2.00-5.03 and 2.00-4.09, respectively. According to the results obtained in this study, it was determined that the addition of citrus essential oils at different concentrations significantly reduced the number of bacteria and delayed the deterioration of the samples.

Keywords: Rainbow trout, citrus peel oils, shelf life, quality properties

Alıntılama

Oğuzhan Yıldız P. 2019. Turunçgil Kabuk Yağlarının Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkileri. LimnoFish. 5(1): 17-26. doi: 10.17216/LimnoFish.423440

Giriş

Beslenmede önemli bir yer tutan hayvansal kökenli proteinlerin temininde su ürünleri önemli kaynaklardan birisidir. Su ürünleri içerisinde de ilk sırayı balıklar almaktadır (Aras vd. 2000).

Dünyada ve Türkiye’de yetiştiriciliği en yoğun ve yaygın olarak yapılan alabalık türü gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’dır (Oğuzhan 2004; Sarıyüpoğlu vd. 2017). Gökkuşuğu alabalığı yüksek adaptasyon ve yemden yararlanma yeteneği, suni yöntemlerle yumurta alımının kolaylığı, kuluçka

sürelerinin kısalığı ve hastalıklara karşı dayanıklı olmasından dolayı tercih edilen bir türdür (Canyurt 1978, 1983; Emre ve Kürüm 1998; Oğuzhan 2004).

Gıdalarda sentetik ve doğal katkı maddeleri uzun yıllardan beri koruyucu olarak kullanılmaktadır. Ancak sentetik kökenli maddelerin sağlığa olan zararlı etkilerinden dolayı kullanımları sınırlandırılmış ve doğal katkı maddelerine olan yönelim her geçen gün artmıştır (Duman vd. 2012; Kuş 2012; Mutlu ve Bilgin 2016).

Su ürünlerinde doğal antioksidan kaynağı olarak çok sayıda bitki türü (biberiye, kekik, adaçayı, karanfil ve sarımsak) kullanılmıştır (Pazos vd. 2005; Serdaroğlu ve Felekoğlu 2005; Erkan 2012; Çetinkaya 2013; Mutlu ve Bilgin 2016).

Narenciye yağları da antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi yüksek yağlardandır. Limon (*Citrus limon*), portakal (*Citrus sinensis*) ve bergamot (*Citrus bergamia*) narenciye familyasından (*Rutaceae*) olup, esans yağ ve flavonoidler turunçgillerin kabuk kısmında yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Bu kısımlar limonen ve linalool gibi uçucu yağları oldukça yüksek miktarlarda içermektedirler. Narenciye yağları; gıda, kozmetik, eczacılık, parfümeri ve kimya endüstrisi gibi birçok alanda yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle de limon yağı gıda ve içecek endüstrisinde oldukça önemlidir. Limon ve bergamot yağı, antimikrobiyal ajan olarak başarıyla kullanılan uçucu yağlar arasında yer almaktadır. Portakal kabuk yağının önemli bileşeni olan limonenin antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu yapılan çalışmalarla da bildirilmiştir (Turhan vd. 2006; Min-Hsiung 2008; Roberto vd. 2010; Sánchez-González vd. 2011; Erhan ve Bölükbaşı Aktaş 2017).

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki (%0,5 ve %1) turunçgil kabuk yağlarının (limon, portakal ve bergamot) gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetolarının raf ömrü üzerine etkileri 9 günlük depolama süresi boyunca araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan gökkuşağı alabalıkları Artvin İli Şavşat İlçesindeki özel bir işletmeden, turunçgil kabuk yağları ise (limon, portakal ve bergamot) Kardelen firmasından (Kardelen Tarım Ürünleri Ltd., Ankara) temin edilmiştir. Yaklaşık 200-250 g ağırlığında toplam 56 adet balık satın alınmıştır. Balıklar buz içerisinde strafor kutularda soğuk zincire uygun olarak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen balıkların başları kesilmiş, iç organları uzaklaştırılmış ve derili filetoları çıkarılmıştır. Elde edilen filetolar işleme hazır hale getirilmiş ve A, B, C, D, E, F ve G olmak üzere 7 gruba ayrılmıştır. A: kontrol grubu, B: %0,5 limon uçucu yağı ilave edilmiş, C: %1 limon uçucu

yağı ilave edilmiş, D: %0,5 portakal uçucu yağı ilave edilmiş, E: %1 portakal uçucu yağı ilave edilmiş, F: %0,5 bergamot uçucu yağı ilave edilmiş ve G: %1 bergamot uçucu yağı ilave edilmiş örneklerden oluşmuştur.

Turunçgil kabuk yağları bir fırça yardımıyla filetoların her iki yüzeyine sürülmüştür. Filetonun önce bir yüzeyine, biraz kuruduktan sonra (5 dakika) ise diğer yüzeyine sürülmüştür. Daha sonra filetolar köpük tabaklar içine konularak streç filmle kaplanmış ve buzdolabı (4°C±1) koşullarında depolanmıştır. Filetolar depolamanın 0., 3., 6. ve 9. günlerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri bakımından incelenmiştir. Araştırma iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler petri yüzeyine yayma metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Balık örneğinden 25 g tartılmış, sterilstomacher torbaya alınmış ve üzerine 225 ml steril serum fizyolojik (%0,85 NaCl, Riedel-de Haën 13423) ilave edilerek stomacher cihazında (Lab Stomacher Blender 400-BA 7021 Sewardmedical, England) 2 dakika homojenize edilmiştir. *TAMB* ve *TPAB* sayımları için Plate Count Agar (*PCA*, Oxoid CM0325) kullanılmıştır. *TAMB* 30°C'de 2 gün, *TPAB* ise 7°C'de 7 gün inkübe edilmiştir. *LAB* sayımı için Man Rogosa Sharpe Agar (*MRS*, OxoidCM0361) kullanılmış ve ekimi yapılan petri plakları 30°C'de 2 gün inkübe edilmiştir. *Enterobacteriaceae* sayımı için *VRBD* (Violet Red Glucose) Agar (Oxoid CM0485) kullanılmış ve 30°C'de anaerobik şartlarda 2 gün inkübe edilmiştir (Gokalp vd. 2001).

Kimyasal Analizler

TVB-N (Toplam uçucu baz azotu) Analizi

Toplam Uçucu Bazik Azot (*TVB-N*) miktarı Malle ve Tao (1987) tarafından yapılan yöntemle belirlenmiştir. Bu yöntemde 40 g balık örneğine 80 ml %7,5'lük *TCA* çözeltisi ilave edilmiş ve Ultra-Turrax (IKA Werke T 25, Germany) ile 1 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 5 dakika santrifüj (400xg) edildikten sonra Whatman 3 (Whatman® Schleicher&Schuell CAT No:1001 125) filtre kağıdı kullanılarak süzölmüştür. Elde edilen 25 ml filtrata 5 ml %10'lük *NaOH* (Riedel-de Haën 06203) ilave edildi. Daha sonra distilasyon cihazına (BEHR S1 Steam Distillation Unit Labor-Technik GmbH, Dusseldorf/Germany) yerleştirilip erlen içerisine 10 ml %4'lük borik asit çözeltisi (*H₃BO₃* Merck 1.00165.1000) ve 0,04 ml indikatör (0,1 g metil kırmızısı Merck 1.06076.0025)+0,1 g brom kresol yeşili (Merck 1.08121.0005)+100 ml etanol eklenmiş ve 50 ml distilat toplanıncaya kadar distilasyon yapılmıştır. Elde edilen distilat 0,1 N *H₂SO₄* çözeltisi ile pembemsi renk oluşuncaya kadar titre edilmiş.

TVB-N miktarı titrasyonda harcanan H_2SO_4 çözeltisi (n) dikkate alınarak aşağıdaki formülle göre hesaplanmıştır.

$$TVB-N \text{ (mg/100g)} = n \times 16,8 \text{ mg azot}$$

TBARS (Thiobarbitürik asit reaktif maddeler)

Analizi

TBARS değerinin belirlenmesi Lemon (1975) ve Kılıç ve Richards (2003) tarafından verilen yönteme göre yapılmıştır. Bu yöntemde 2 g örneğe 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA (Trichloroacetic Acid, Riedel-de Haën 27242) %0,1 EDTA (Ethylenediaminetetraacetic Acid, Riedel-de Haën 34549), %0,1 Propil galat (Propyl Gallate, Fluka 48710-3 ml etanolde çözülür)] ilave edilmiş ve 15-20 sn ultra-turrax'da homojenize edildikten sonra Whatman 1 (Whatman® Schleicher&Schuell CAT No:1001 125) filtre kâğıdı kullanılarak süzümüştür. Süzüntüden 3 ml alınarak deney tüpüne aktarılmış, üzerine 3 ml 0,02 M TBA (Thiobarbituric acid, Fluka 88481) çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra deney tüpleri 100°C'de 40 dakika su banyosunda bekletilerek, 5 dakika soğuk su içerisinde soğutulmuştur. 2000 g'de 5 dakika santrifüj (Hermle ZK 380, Germany) edildikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu Corporation, Japan) 530 nm dalga boyunda absorbans okunmuştur. Standardın hazırlanmasında TEP (1,1,3,3-tetraetoksipropan) kullanılmış ve k (standart) değeri 0,06 olarak hesaplanmıştır. Sonuç $\mu\text{mol malonaldehit (MA)/kg}$ olarak verilmiştir.

$$TBARS = ((\text{absorbans} / k (0,006) \times 2 / 1000 \times 6,8) \times 1000 / \text{örnek ağırlığı})$$

pH Analizi

10 g balık eti örneğine 100 ml saf su eklenmiş ve 1 dakika ultra-turrax'da (IKA Werke T 25, Germany) homojenize edilmiştir. Daha sonra pH değerleri pH-metre (Schott Labstar pH, Germany) ile Gökalp vd (2001) tarafından belirlenen yönteme göre ölçülmüştür.

Duyusal Analiz

Duyusal analiz Kurtcan ve Gönül (1987) yöntemine göre yapılmıştır. Duyusal analiz için 5 kişilik panelist grubu oluşturulmuştur. Balık örnekleri yaklaşık 5 dakika mikrodalga fırında pişirildikten sonra panelistlere sunulmuş ve panelistler örnekleri renk, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından 1 ile 5 arasında değerlendirmiştir. Puanlamada; 5 çok iyi, 4 iyi, 3 normal, 2 kötü ve 1 çok kötü olarak değerlendirilmiştir.

İstatiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 20.00 (SPSS, Inc.,

Chicago, IL,USA) paket programı kullanarak varyans analizi yapılmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile test edilmiştir.

Bulgular

Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Farklı konsantrasyonlarda turunçgil kabuk yağları (limon, portakal ve bergamot) ilave edilen gökkuşağı alabalığı filetolarına ait mikrobiyolojik analiz bulguları Tablo 1'de verilmiştir.

Balık örneklerine ait en düşük TAMB sayısı (2,33±0,12 log kob/g) C örneğinde belirlenirken, en yüksek TAMB sayısı (7,92±0,19 log kob/g) A örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (p<0,05). TAMB sayılarının turunçgil kabuk yağları katkılı örneklerde kontrol grubuna daha düşük olduğu görülmüştür.

Toplam psikrotrofik bakteri sayısı depolama günlerine ve gruplara göre önemli farklılıklar göstermiştir (p<0,05). En yüksek psikrotrofik bakteri sayısı depolamanın son gününde A (8,03±0,02 log kob/g) örneğinde bulunurken, en düşük bakteri sayısı depolamanın 0. gününde C (2,69±0,11 log kob/g) örneğinde tespit edilmiştir.

Depolama süresince en yüksek laktik asit bakteri sayısı kontrol grubu örneklerinde (9. gün 5,03±0,12 log kob/g), en düşük bakteri sayısı ise turunçgil kabuk yağları katkılı gruplarda (0. gün 2,00±0,00 log kob/g) tespit edilmiştir (p<0,05). Depolama süresi boyunca tüm gruplarda LAB sayıları artmıştır.

Enterobacteriaceae sayısı tüm gruplarda günlere göre artış gösterirken, en yüksek değer depolamanın son gününde A (4,09±0,14 log kob/g) örneğinde saptanmıştır. Muhafaza süresince gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (p<0,05).

Kimyasal Analiz Sonuçları

Farklı konsantrasyonlarda turunçgil kabuk yağları (limon, portakal ve bergamot) ilave edilen gökkuşağı alabalığı filetolarına ait kimyasal analiz bulguları Şekil 1'de verilmiştir.

TVB-N değerlerinde depolama süresince önemli artışlar saptanmıştır (p<0,05). En fazla artış kontrol grubunda görülmüştür. Kontrol grubu örneklerde depolamanın 0. gününde TVB-N değeri 16,42 mg/100 g olarak bulunurken, depolama sonunda 26,24 mg/100 g'a ulaşmıştır. TVB-N değerinin turunçgil kabuk yağları katkılı örneklerde daha düşük olduğu belirlenmiştir. En düşük TVB-N değeri C grubunda 10,33 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

En yüksek TBARS değeri (5,53 $\mu\text{mol MA/kg}$) kontrol grubu (A) örneklerinde, en düşük TBARS değeri (1,21 $\mu\text{mol MA/kg}$) ise %1 limon uçucu yağı ilave edilmiş C grubunda belirlenmiştir. Muhafaza

süresince bütün gruplarda zamana bağlı olarak artış görülmüştür. Muhafaza süresi boyunca *TBARS* değeri bakımında gruplar arasında önemli farklılıklar ($p<0,05$) saptanmıştır.

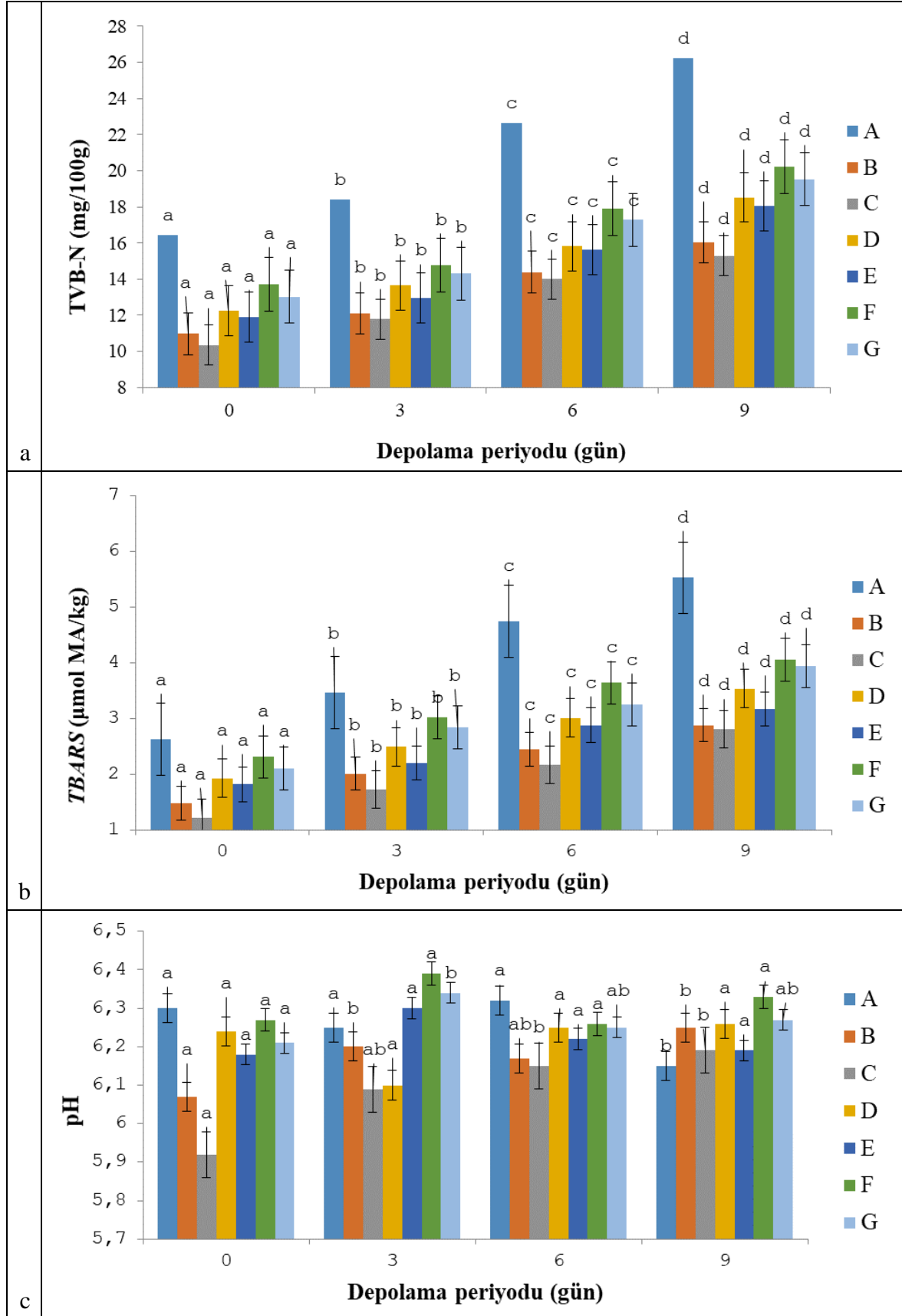
En yüksek pH değeri kontrol grubu örneklerde depolamanın 0. gününde 6,30 olarak ölçülmüştür.

Depolama sonunda (9. gün) kontrol grubu örneklerde pH değerlerinde azalma görülmüştür. En düşük pH değeri *C* grubunda 5,92 olarak bulunmuştur. Muhafaza süresi boyunca pH değeri bakımında gruplar arasında önemli farklılıklar ($p<0,05$) tespit edilmiştir.

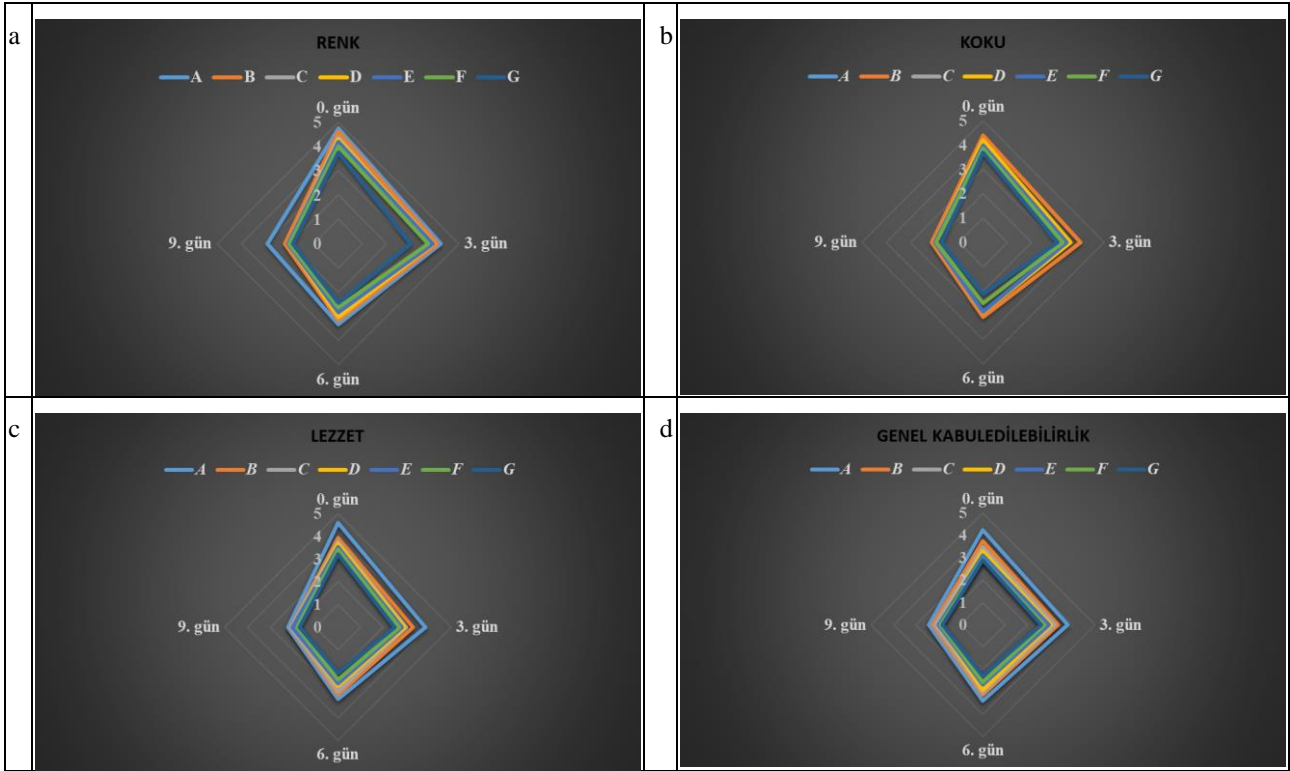
Çizelge 1. Farklı konsantrasyonlarda turuncgil kabuk yağları (limon, portakal ve bergamot) ilave edilen gökkuşağı alabalığı örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Örnek	Muhafaza Günleri	Toplam Aerobik		Toplam Psikrotrofik		<i>Enterobacteriaceae</i> Sayısı
		Mezofilik Bakteri Sayısı	Bakteri Sayısı	Laktik Bakter Sayısı		
A	0	4,07±0,03 ^a	4,36±0,06 ^a	2,16±0,06 ^a	2,00±0,00 ^a	
	3	5,51±0,05 ^b	5,86±0,05 ^b	2,92±0,09 ^b	2,97±0,04 ^b	
	6	6,91±0,08 ^c	7,02±0,02 ^c	3,31±0,14 ^c	3,55±0,13 ^c	
	9	7,92±0,09 ^d	8,03±0,02 ^d	5,03±0,12 ^d	4,09±0,14 ^d	
B	0	2,54±0,05 ^a	2,88±0,02 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	
	3	3,05±0,07 ^b	3,27±0,04 ^b	2,25±0,04 ^{bc}	2,25±0,04 ^b	
	6	3,77±0,04 ^c	3,85±0,09 ^c	2,21±0,10 ^b	2,66±0,02 ^c	
	9	4,60±0,14 ^d	4,99±0,07 ^d	2,40±0,02 ^d	2,81±0,06 ^d	
C	0	2,33±0,02 ^a	2,69±0,11 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	
	3	2,96±0,05 ^b	3,12±0,04 ^b	2,11±0,04 ^a	2,10±0,08 ^a	
	6	2,35±0,07 ^c	3,62±0,04 ^c	2,07±0,09 ^a	2,52±0,07 ^b	
	9	4,12±0,04 ^d	4,28±0,02 ^d	2,66±0,14 ^b	2,76±0,07 ^d	
D	0	2,74±0,04 ^a	3,11±0,03 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	
	3	3,26±0,09 ^b	3,70±0,05 ^b	2,66±0,07 ^b	2,48±0,09 ^b	
	6	4,13±0,16 ^c	4,03±0,06 ^c	3,02±0,04 ^c	2,82±0,07 ^c	
	9	4,88±0,04 ^d	5,29±0,07 ^d	3,30±0,03 ^d	2,95±0,05 ^c	
E	0	2,58±0,28 ^a	3,01±0,03 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	
	3	3,13±0,07 ^b	3,37±0,06 ^b	2,53±0,07 ^b	2,35±0,05 ^a	
	6	3,95±0,04 ^c	3,90±0,02 ^c	2,81±0,14 ^c	2,76±0,02 ^c	
	9	4,73±0,08 ^d	5,10±0,02 ^d	3,07±0,05 ^d	2,85±0,05 ^c	
F	0	3,02±0,04 ^a	3,51±0,06 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	
	3	3,63±0,07 ^b	4,02±0,04 ^b	3,07±0,04 ^b	2,92±0,05 ^b	
	6	4,39±0,06 ^c	4,51±0,10 ^c	3,37±0,05 ^c	3,11±0,04 ^c	
	9	5,15±0,06 ^d	5,68±0,03 ^d	3,72±0,08 ^d	3,36±0,04 ^d	
G	0	2,91±0,04 ^a	3,31±0,04 ^a	2,00±0,00 ^a	2,00±0,00 ^a	
	3	3,40±0,01 ^b	3,92±0,06 ^b	2,92±0,06 ^b	2,66±0,07 ^b	
	6	4,20±0,08 ^c	4,33±0,07 ^c	3,21±0,08 ^c	3,01±0,04 ^c	
	9	4,98±0,05 ^d	5,60±0,06 ^d	3,49±0,06 ^d	3,11±0,04 ^c	

*Aynı sütundaki farklı harfler, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$). Kısaltmalar; A: kontrol, B: %0,5 limon uçucu yağ katkılı örnek; C: %1 limon uçucu yağ katkılı örnek, D: %0,5 portakal uçucu yağ katkılı örnek, E: %1 portakal uçucu yağ katkılı örnek, F: %0,5 bergamot uçucu yağ katkılı örnek, G: %1 bergamot uçucu yağ katkılı örnek.



Şekil 1. Farklı konsantrasyonlarda turuncgil kabuk yağları (limon, portakal ve bergamot) ilave edilen gökkuşuğu alabalığı örneklerinin kimyasal analiz sonuçları A: kontrol, B: %0,5 limon uçucu yağ katkılı örnek; C: %1 limon uçucu yağ katkılı örnek, D: %0,5 portakal uçucu yağ katkılı örnek, E: %1 portakal uçucu yağ katkılı örnek, F: %0,5 bergamot uçucu yağ katkılı örnek, G: %1 bergamot uçucu yağ katkılı örnek. Farklı harfler, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ortalamalar arasındaki önemli düzeydeki farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 2. Farklı konsantrasyonlarda turuncuğil kabuk yağları (limon, portakal ve bergamot) ilave edilen gökkuşuğu alabalığı örneklerinin duyu analiz sonuçları A: kontrol, B: %0,5 limon uçucu yağ katkılı örnek; C: %1 limon uçucu yağ katkılı örnek, D: %0,5 portakal uçucu yağ katkılı örnek, E: %1 portakal uçucu yağ katkılı örnek, F: %0,5 bergamot uçucu yağ katkılı örnek, G: %1 bergamot uçucu yağ katkılı örnek.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmayla farklı konsantrasyonlarda (%0,5 ve %1) turuncuğil kabuk yağları (limon, portakal ve bergamot) ilave edilen gökkuşuğu alabalığı filetoalarının buzdolabı ($4^{\circ}\text{C}\pm 1$) şartlarındaki raf ömrü araştırılmıştır.

Mikrobiyolojik Değişimler

Gıdaların mikrobiyolojik yükü, gıdanın kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Su ürünlerinde raf ömrünün belirlenmesinde mikrobiyolojik analizler en sık kullanılan yöntemlerden biridir (Mutlu ve Bilgin 2016). 9 günlük depolama süresi boyunca örnekler *TMAB*, psikrotrofik, *Enterobacteriaceae* ve *LAB* analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre en düşük bakteri sayısı %1 limon uçucu yağı ilave edilmiş C grubu örneklerinde tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin bakteri sayıları artış göstererek, bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Taze balıklarda bulunmasına müsaade edilen toplam bakteri sayısı değeri 7 log kob/g'dır (ICMSF 1986). Bu değere A grubu örnekler muhafazanın 9. gününde ulaşırken, diğer gruplar depolama periyodu sonunda bu değer altında bulunmuştur (Tablo 1). Toplam aerobik bakteri sayısının kontrol grubunda depolamanın 9. gününde tüketilemez değere (7,92

log kob/g) ulaştığı saptanmıştır. Can vd. (2011), aynalı sazan (*Cyprinus carpio carpio* L., 1758) balıklarının Öjenol ile farklı sürelerde salamura yaparak, 4°C ' de 9 gün süreyle depolamışlar ve A grubu (6 saat) örneklerinde depolamanın 9. gününde *TMAB* sayısı 6,19 log kob/g iken, B (12 saat) ve C (24 saat) grubu örneklerinde sırasıyla 3,03 ve 2,13 log kob/g olarak bulmuşlardır. Bu çalışma sonucu mevcut çalışmayla farklılıklar göstermektedir. Bu durumun uygulanan esansiyel yağ ve balık türünün farklı olmasından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir. Duman vd. (2012) biberiye ve kekik uçucu yağlarının kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) raf ömrü üzerine mikrobiyolojik etkisinin araştırıldığı çalışmalarında, kontrol grubuna oranla mikrobiyal yükün biberiye ve kekik esansiyel yağı katkılı örneklerde daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sonuçları yapılan bu çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Psikrotrofik bakteri sayısı kontrol grubunda başlangıçta 4,36 log kob/g olarak saptanmıştır. Bu değer muhafazanın 6. gününde yükselerek tüketilemez (7,02 log kob/g) değerine ulaşmış, diğer gruplar depolama periyodu sonunda bu değer altında belirlenmiştir (Tablo 1). Özyılmaz (2007), farklı dozlarda (5, 20, and 35 μl) püskürtme tekniği ile kekik esansiyel yağı uygulamasının gökkuşuğu

alabalığı (*O. mykiss*, Walbaum, 1972) filetolarının psikrofil bakteri faaliyetlerini önemli ölçüde yavaşlattığını belirtmiştir. Emir Çoban vd. (2018) dondurulmuş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetoları üzerinde yaptıkları bir araştırmada psikrofilik bakteri sayılarının karanfil yağı (%0,5 ve %1v/w) katkılı örneklerde, kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonuçları mevcut çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Kontrol grubunda LAB depolamanın 0. gününde 2,16 log kob/g ve depolama sonunda ise 5,03 log kob/g olarak saptanmıştır. Muhafaza süresince örneklerin laktik asit bakteri sayıları artış göstererek, bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir. LAB sayılarının turuncğil kabuk yağları katkılı örneklerde daha düşük olduğu görülmüştür. Duman vd. (2012) laktik asit bakterileri üzerinde biberiye ve kekik esansiyel yağlarının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Patır vd. (2015) farklı oranlarda asetik asit ile (%2 ve %4) hazırlanan alabalık (*O. mykiss*) marinatları üzerine %0,1 ve %0,5'lik eugenolün etkisinin araştırıldığı çalışmada laktik asit bakteri sayılarının Eugenol katkılı örneklerde, kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu saptamışlardır. Mevcut bu çalışma sonuçları araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Depolama süresince en yüksek *Enterobacteriaceae* bakteri sayısı kontrol grubu (A) örneklerinde, en düşük bakteri sayısı ise %1 limon uçucu yağı ilave edilmiş C grubunda bulunmuştur. Muhafaza süresi boyunca tüm gruplarda *Enterobacteriaceae* sayıları artış göstermiş, ancak en fazla artış kontrol grubunda tespit edilmiştir. *Enterobacteriaceae* bakteri sayılarının turuncğil kabuk yağları katkılı örneklerde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Mutlu ve Bilgin (2016) sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) ile yapmış oldukları çalışmalarında zeytin yaprağı ve yağ gülü ekstraktlarının *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Tassou (1996), limon ve kekik esansiyel yağlarını uygulanmış çipura (*Sparus aurata*) filetolarında enterobakteri sayısının kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Kimyasal Değişimler

Balık ve balık ürünlerinin tazeliğın belirlenmesinde çok fazla kullanılan kimyasal parametrelerden birisi de TVB-N değeridir (Köse ve Koral 2005; Oğuzhan 2011; Mutlu ve Bilgin 2016). Depolama periyodu boyunca en yüksek TVB-N değeri kontrol grubu örneklerinde, en düşük ise %1 limon uçucu yağı ilave edilmiş C grubu örneklerinde saptanmıştır (Şekil 1a). Depolama süresi boyunca tüm gruplarda TVB-N değeri artış göstermiş, en fazla

artış kontrol grubunda belirlenmiştir. TVB-N değerlerinin turuncğil kabuk yağları katkılı örneklerde daha düşük olduğu görülmüştür. Benzer sonuçlar Can vd. (2011) tarafından da bulunmuştur. Özpolat vd. (2017), farklı dozlardaki biberiye esansiyel yağlarının gökkuşağı alabalığı üzerine antimikrobiyel ve antioksidan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, TVB-N değerindeki yükselişin en fazla kontrol grubunda, en az yükselişin ise %2 oranında biberiye uygulanan grupta olduğunu ve tüm gruplarda muhafaza süresi ile birlikte TVB-N değerinin istatistiksel açıdan önemli derecede yükseldiğini belirlemişlerdir ($p<0,05$). Güran vd. (2015) kekik, karanfil ve biberiye yağları uygulanmış palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) balıkları ile yaptıkları çalışmalarında TVB-N değerlerinin kontrol grubunda, diğer örneklerle kıyasla daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

TBARS değeri, lipit oksidasyonunun derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan önemli bir kalite kriteridir (Günlü 2007; Oğuzhan 2011). Muhafaza süresine bağlı olarak kontrol grubu ve esansiyel yağ uygulanan gruplarda TBARS değerlerinde artışlar tespit edilmiştir. Depolama periyodu boyunca en yüksek TBARS değeri kontrol grubu örneklerinde belirlenirken, en düşük %1 limon uçucu yağı ilave edilmiş C grubu örneklerinde saptanmıştır (Şekil 1b). Fernandez-Lopez vd. (2005), TBA değerlerinin biberiye, limon ve portakal yağları katkılı köftelerde kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu ve esansiyel yağların muhafaza süresine de önemli etkilerinin ($p<0,05$) olduğunu vurgulamışlardır. Emir Çoban ve Can (2013) gökkuşağı alabalıkları (*O. mykiss*) ile yürüttükleri bir çalışmalarında farklı konsantrasyonlarda (%0,5 ve %1) biberiye esansiyel yağı kullanmışlar ve TBA değerlerinin kontrol grubunda, biberiye yağı ilaveli örneklerle kıyasla daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Her iki çalışmadaki sonuçlar, bu çalışmadan elde edilen değerlerle benzerlik göstermiştir. Duman vd. (2012) biberiye ve kekik uçucu yağları uygulanmış kerevitler (*A. leptodactylus* Esch., 1823) ile yaptıkları çalışmalarında, en yüksek TBA değerinin kontrol grubunda, en düşük ise kekik esansiyel yağı uygulanmış örneklerde olduğunu vurgulamışlardır.

Balık etinde pH değerinin 6,0 ile 6,5 arasında değişkenlik gösterdiği ve bu değerın muhafaza süresince bozulma ile birlikte yükseldiği ve tüketilebilirlik sınır değeri olarak da 6,8-7,0 kabul edildiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. pH değeri her zaman kesin bir kriter olmayıp duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik testlerle de desteklenmesi gerekmektedir (Baygar vd. 2004; İnal 2007; Özpolat vd. 2017). Depolama süresi boyunca tüm grupların pH değerlerinin dalgalanmalar

gösterdiği ve istatistiksel olarak pH değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Yerlikaya vd. (2005) yapmış oldukları çalışmalarında hamsi köftelerin pH değerlerinin depolama süresince arttığını rapor etmişlerdir. Duman vd. (2012) kontrol örnekleri ile biberiye ekstraktı uygulanmış örnekler arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmadığını bildirmişlerdir. Alçiçek (2011) sıvı tütsülenmiş gökkuşağı alabalığı üzerinde yürüttükleri çalışmalarında kontrol grubu ile farklı konsantrasyonlarda kekik yağı uygulanmış gruplar arasında pH değeri bakımından istatistiksel açıdan önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Duyusal Değişimler

Panelistler tarafından tüm kriterler (renk, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik) açısından en fazla kontrol (A) grubu örnekleri beğenilirken, en az %1 bergamot uçucu yağı ilave edilmiş G grubu örneklerinin beğenildiği belirlenmiştir (Şekil 2). Kullanılan ekstraktların balıkta alışılmadık bir lezzet, koku vermesi ve dolayısıyla genel kabul edilebilirlik açısından tercih etmedikleri düşünülmektedir. Tüm parametreler açısından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çalışmaya paralel olarak Duman vd. (2012) duyusal analiz sonuçlarına göre panelistlerin en çok kontrol grubu örneklerini beğenirken, en az kekik ilaveli grubu beğendiklerini bildirmişlerdir. Mutlu ve Bilgin (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise gül ekstraktı grubun en beğenilmeyen grup olduğu vurgulanmıştır. Emir Çoban vd. (2018) dondurulmuş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) filetoları ile yürütülen bir çalışmada karanfil yağı uygulanmış örneklerin duyusal parametreler (koku, renk, tekstür) açısından kontrol grubuna kıyasla daha fazla beğenildiğini rapor etmişlerdir. Sıcak tütsülenmiş gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) ile yürütülen bir çalışmada balıklar karanfil, sarımsak ve kekik uçucu yağları ilave edilerek buğday proteini gluteninden filmleri ile kaplanmış, vakum paketlenmiş ve $+2\pm 2$ °C’de depolanmıştır. Uçucu yağlar ilave edilerek kaplama uygulanmış örneklerin kaplama uygulanmamış örneklere kıyasla duyusal (genel görünüş, koku, tat ve doku) açıdan daha çok beğenildiğini bildirmiştir (Akçay 2012). Emir Çoban ve Tuna Keleştemur (2017) tarafından yapılan bir çalışmada *Zataria multiflora* Boiss. uçucu yağının farklı konsantrasyonlarını (%0, %0,2 ve %0,4) kullanarak ürettikleri yayın balığı (*Silurus glanis*, Linnaeus, 1758) burgerlerinde duyusal kriterler (koku, tat, tekstür, genel kabuledilebilirlik) bakımından en yüksek puanı %0,4 uçucu yağ ilave edilerek üretilen burgerlerin aldığı rapor edilmiştir.

Sonuç olarak; turuncgil kabuk yağlarının gökkuşağı alabalığı filetolarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine olumlu etki yaptığı ve raf ömrünün arttırılmasında pozitif sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Akçay S. 2012. Antimikrobiyal madde içeren yenilebilir filmlerin dumanlanmış balığın kalitesine etkisi. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi. 85 s.
- Alçiçek Z. 2011. The effects of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil concentration on liquid-smoked vacuum-packed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) filets during chilled storage. *Food Chem.* 128: 683-688.
doi: 10.1016/j.foodchem.2011.03.087
- Aras NM, Kocaman EM, Aras MS. 2000. Genel su ürünleri ve kültür balıkçılığının temel esasları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 216. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 295 p.
- Baygar T, Özden Ö, Üçok D. 2004. Dondurma ve çözündürme işleminin balık kalitesi üzerine etkisi. *Turk J Vet Anim Sci.* 28:173-178.
- Can ÖP, Yalçın H, Arslan A. 2011. Farklı sürelerde öjenol’lü salamura solüsyonunda bekletilen aynalı sazan balığı (*Cyprinus carpio carpio* L., 1758) filetolarının kalite kriterlerinin değerlendirilmesi. Paper presented at: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences (FABA); Trabzon, Turkey.
- Canyurt MA. 1978. Alabalık üretim. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Derneği Yayını 66 p.
- Canyurt MA.1983. Alabalık yetiştiriciliği. Diyarbakır: Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. 2:7-42.
- Çetinkaya S. 2013. Vakum paketli pişirilen (Sous-Vide) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)’nın soğuk depolanması sırasında kalite özelliklerine doğal antioksidanların etkisi [Doktora Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi. 142 s.
- Duman M, Emir Çoban Ö, Özpolat E. 2012. Biberiye ve kekik esansiyel yağları katkısının marine edilmiş kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) raf ömrüne etkisinin belirlenmesi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 18(5):745-751.
doi: 10.9775/kvfd.2012.5975
- Emir Çoban Ö, Can ÖP. 2013. The effect of active packaging film containing rosemary extract on the quality of smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Aquat Food Prod T.* 22(4):361–370.
doi: 10.1080/10498850.2011.652766
- Emir Çoban Ö, Tuna Keleştemur G. 2017. Qualitative improvement of catfish burger using *Zataria multiflora* Boiss. essential oil. *J Food Meas Charact.* 11(2): 530-537.
doi:10.1007/s11694-016-9420-2
- Emir Çoban Ö, Özpolat E, Karaton Kuzgun N. 2018. The effect of clove oil on frozen storage stability and quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Ege*

- Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.35(1):31-35.
doi:10.12714/egejfas.2018.35.1.06
- Emre Y, Kürüm V. 1998. Havuz ve kafeslerde alabalık yetiştiriciliği teknikleri. Ankara: Minpa Matbaacılık, 232 p.
- Erhan KE, Bölükbaşı Aktaş SC. 2017. Narenciye kabuk yağlarının etlik piliçlerde doku yağ asidi kompozisyonu ve raf ömrü üzerine etkileri. Atatürk Üniv Vet Bil Derg. 12(2):157-166.
doi: 10.17094/ataunivbd.347682
- Erkan N. 2012. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Bioprocess Tech. 5(4):1246-1254.
doi:10.1007/s11947-010-0412-7
- Fernandez-Lopez J, Zhi N, Aleson-Carbonell L, Perez-Alvarez JA, Kuri V. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. Meat Sci. 69:371- 380.
doi:10.1016/j.meatsci.2004.08.004
- Gokalp HY, Kaya M, Zorba O, Tulek Y.2001. Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını 268 p.
- Günlü A. 2007. Yetiştiriciliği yapılan deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) dumanlama sonrası bazı besin bileşenlerindeki değişimler ve raf ömrünün belirlenmesi [Doktora Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi. 123 s.
- Güran HS, Öküztepe G, Emir Çoban Ö, Inicili GK. 2015. Influence of different essential oils on refrigerated fish patties produced from bonito fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). Czech J. Food Sci. 33(1): 37-44.
doi: 10.17221/188/2014-CJFS
- ICMSF. 1986. International commission on microbiological specifications for foods. Microorganism in food 2nd edition. Toronto: University of Toronto Press 278 p.
- İnal E. 2007. Gıda hijyeni ve mikrobiyolojisi. Ankara: Pozitif Matbaacılık, 392 p.
- Kilic B, Richards MP. 2003. Lipid oxidation in poultry döner kebabi: Pro-oxidative and anti-oxidative factors. J Food Sci. 68(2):690–696.
doi:10.1111/j.1365-2621.2003.tb05732.x
- Köse S, Koral S. 2005. Tütsülenmiş hamsinin buzdolabı koşullarında (4±1°C) depolanması esnasında kalite değişimlerinin belirlenmesi. Paper presented at: XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu; Çanakkale, Turkey.
- Kurtcan Ü, Gönül M. 1987. Gıdaların duyuşal değerlendirilmesinde puanlama metodu. Ege Univ Müh Fak Derg. 5:137-146.
- Kuş B. 2012. Altınotu ve ökseotu bitki ekstralarının alabalık filetosu üzerindeki antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi. 96 s.
- Lemon DW. 1975. An improved TBA test for rancidity, new series circular, May 8, No: 51. Halifax, Canada: Fisheries and Marine Service
- Malle P, Tao SH. 1987. Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. J Food Prot. 50(9):756–760.
doi:10.4315/0362-028X-50.9.756
- Min-Hsiung P. 2008. Chemopreventive effects of natural dietary compounds on cancer development. Chem Soc Rev. 37(11):2258-2274.
doi: 10.1039/b801558a
- Mutlu A, Bilgin Ş. (2016). Zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağı ve yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) ekstraktlarının buzdolabı koşullarında (4±1°C) depolanan sıcak dumanlanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrüne etkisi. LimnoFish.2(1): 19-29.
doi: 10.17216/LimnoFish-5000157469
- Oğuzhan P. 2004. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında sıcak tütsüleme sonrası mineral madde miktarı, pH değeri, kimyasal analiz ve duyuşal kriterlerinin değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi. 39 s.
- Oğuzhan P. 2011. Sıcak tütsülenen gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetoları üzerine modifiye atmosferde ambalajlamanın etkisi [Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi. 79 s.
- Özpolat E, Dikici A, Koluman A, Patır B. 2017. Biberiye esansiyel yağı ile dekontaminasyonun gökkuşluğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1972) kalite özellikleri üzerine etkisi. FÜ Sağ.Bil Vet Derg. 31(2):131-136.
- Özyılmaz A.2007. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi [Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi. 57 s.
- Patır B, Can ÖP, Emir Çoban Ö, Özpolat E. 2015. Gökkuşluğu alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) hazırlanan marinatların raf ömrü üzerine Eugenol'un etkisi. Fırat Üniv Fen Bil. Derg. 27(2): 9-16.
- Pazos M, Gonzalez MJ, Gallardo JM, Torres JL, Medina I. 2005. Preservation of the endogenous antioxidant system of fish muscle by grape polyphenols during frozen storage. Eur Food Res Technol. 220(5):514-519.
doi: 10.1007/s00217-004-1113-0
- Roberto D, Micucci P, Sebastian T, Graciela F, Anesini C. 2010. Antioxidant activity of limonene on normal murinelymphocytes: relation to H₂O₂ modulation and cell proliferation. Basic Clin Pharmacol Toxicol. 106(1):38-44.
doi: 10.1111/j.1742-7843.2009.00467.x
- Sánchez-González L, Pastor C, Vargas M, Chiralt A, González-Martínez C, Cháfer M. 2011. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. Postharvest Biol Technol. 60(1):57-63.
doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.11.004
- Sarıeyyüpoğlu M, Özcan M, Barata S. 2017. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda deri ensizyonuyla operasyon uygulanması ve balığın canlılığının kontrolü üzerine bir araştırma. Fırat Univ. Journal of Science. 29(1):9-13.
- Serdaroğlu M, Felekoğlu E. 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. J Food Qual. 28(2):109-120.

- doi: [10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x)
Tassou CC, Drosinos EH, Nychas GJE. 1996. Inhibition of resident microbial flora and pathogen inocula on cold fresh fish fillets in olive oil, oregano, and lemon juice under modified atmosphere or air. *J Food Prot.* 59(1):31-34.
doi:[10.4315/0362-028X-59.1.31](https://doi.org/10.4315/0362-028X-59.1.31)
- Turhan İ, Tetik N, Karhan M. 2006. Turunçgil kabuk yağlarının elde edilmesi ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi.* 3:71-77.
- Yerlikaya P, Gökoğlu N, Uran H. 2005. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *Eur Food Res Technol.* 220(3-4):287-291.
doi:[10.1007/s00217-004-1035-x](https://doi.org/10.1007/s00217-004-1035-x)