



Özlem Emir Çoban
Mehmet Zülfü Çoban

Fırat University, Elazığ-Turkey
oecoban@firat.edu.tr; mzcoban@firat.edu.tr

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.4.5A0120	
ORCID ID	0000-0003-1388-0740	0000-0002-5645-5456
CORRESPONDING AUTHOR	Özlem Emir Çoban	

MEYAN KÖKÜ EKSTRAKTI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİTOSAN KAPLAMANIN ALABALIK (ONCORHYNCHUS MYKISS) FİLETOLARININ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZ

Bu çalışmada, farklı oranlarda meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın buzdolabında depolanması sırasında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) alabalık filetolarının (*Oncorhynchus mykiss*) kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kaplama için, Kitosan ve Kitosan+MY (%0,4 ve 0,8 ağırlık/ağırlık) çözeltileri kullanılmıştır. Kontrol ve kaplanmış balık örnekleri, kimyasal (TVB-N, PD, TBA) ve mikrobiyolojik (toplam aerob mezofil bakteri) özellikleri bakımından periyodik olarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, Kitosan+MY kaplamanın, meyan kökü ekstraktının oranına bağlı olarak alabalık filetolarının buzdolabında depolanması sırasında raf ömrünü uzatmak ve daha uzun süre iyi kalitede korunmasını sağlamak için etkili olduğunu göstermiştir. Kitosan ve meyan kökü ekstraktı kombine etkileri, kalite özelliklerini 15 gün depolamaya kadar kabul edilebilir bir seviyede tutmada etkiliyken, ekstrakt içermeyen kontrol ve kitosan kaplamalı gruplar 15. günde kabul edilemez bir seviyeye ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Oncorhynchus mykiss*, Kitosan Kaplama, Lipit Oksidasyon, Meyan Kökü Ekstraktı, Mikrobiyal Kalite

EFFECT OF CHITOSAN COATING ENRICHED WITH LIQUORICE EXTRACT ON THE QUALITY OF TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) FILLET

ABSTRACT

In this study, the effects of chitosan coating enriched with different proportions of liquorice extract on the quality of trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) were investigated. Chitosan and Chitosan + LE (0.4% and 0.8% w/w) solutions were used for the coating. Control and coated fish samples were analyzed periodically for their chemical (TVB-N, PV, TBA) and microbiological (total aerobic mesophile bacteria) properties. The data obtained showed that the Chitosan + LE coating is effective to prolong the shelf life of the trout fillets in the refrigerator depending on the ratio of licorice extract and to maintain good quality for longer periods. The combined effects of chitosan and liquorice extract were effective in keeping quality properties at an acceptable level for up to 15 days of storage, while control and chitosan-coated groups reached an unacceptable level on day 15.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, Chitosan Coating, Lipid Oxidation, Liquorice Extract, Microbiological Quality

How to Cite:

Emir Çoban, Ö. ve Çoban, M.Z., (2019). Meyan Kökü Ekstraktı İle Zenginleştirilmiş Kitosan Kaplamanın Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Kalitesi Üzerine Etkisi, Ecological Life Sciences (NWSAELS), 14(4):83-92, DOI: 10.12739/NWSA.2019.14.4.5A0120.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Su ürünleri, yüksek kaliteli protein ve çoklu doymamış yağ asitlerinin zengin kaynağı olarak kabul edilen ve tüketimi tüm dünyada gittikçe artan bir gıda maddesidir. Ancak, yüksek su aktivitesi, nötr pH, nispeten büyük miktarlarda serbest amino asitler, otolitik enzimlerin varlığı ve yüksek oranda doymamış yağ asitlerinin bir sonucu olarak diğer gıda maddelerine göre daha fazla bozulur [1]. Bu sorun ve yüksek kalitede taze su ürünleri için artan talep, taze balık muhafazasını destekleyen teknolojilerin araştırılmasını yoğunlaştırmıştır. Balıkların muhafazasında kullanılan en yaygın yöntemlerden biri soğuk muhafazadır. Bununla birlikte, soğutma mikrobiyal büyümeyi, özellikle psikrotrof bakterilerin gelişimini ve endojen enzimlerin aktivitelerini tamamen inhibe etmez. Taze su ürünlerinin kalitesi, modifiye atmosfer paketleme, aktif paketleme ve yenilebilir film/ kaplama gibi farklı teknolojiler kullanılarak da geliştirilebilir [2 ve 3]. Bu teknolojiler arasında yer alan yenilebilir kaplamalar/ filmler, nem kaybını önlemekle birlikte gıdaların kalitelerinin geliştirilmesinde raf ömürlerinin artırılmasında kullanılmaktadır. Ayrıca, gıdalarda aroma kaybını, istenmeyen renk oluşumlarını ve lipid oksidasyonu da engellerler [4]. Yenilebilir film ve kaplama olarak kullanılan biyopolimerler arasında kitosan, son yıllarda özel bir ilgi görmüş su ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için etkili ve çevre dostu bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Yapılan birçok çalışmada tek başına kullanıldığı gibi doğal koruyucularla birlikte kullanıldığında da su ürünlerinin raf ömrünün artmasına yardımcı olan antibakteriyel ve antioksidan etkinliğe sahip olduğu ortaya konulmuştur [3, 5 ve 12].

Meyan kökü, Çin ve diğer pek çok ülkede antiinflamatuvar, antiviral, antialerjik, antioksidan ve antikanser özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır [13]. Ayrıca dünya çapında "genel olarak güvenli" olarak bilinen (GRAS) lezzet verici bir ajan olarak gıda, şekerleme, ilaç ve tütün ürünlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Meyan kökü, glisirhizin, farklı şekerler, flavonoidler, saponitler, steroller, nişastalar, amino asitler, zamlar ve uçucu yağlar gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içerir. Meyan kökü ekstresinin et ürünlerinde antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir [14]. Su ürünlerini korumak için kitosan ve meyan kökü ile ilgili literatür oldukça sınırlıdır. Bu araştırmada, Ülkemizde ve tüm dünyada eti sevilerek tüketilen gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) soğukta muhafazası sırasında kalitesini artırmak için meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosanın kullanılması amaçlanmıştır

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Günümüzde, balık ve balık ürünlerinin raf ömrünü uzatan yüksek antioksidan, antibakteriyel aktiviteye sahip doğal koruyucu kaplamaların veya filmlerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, buzdolabındaki taze gökkuşağı alabalığı filetoalarının korunmasında bir antioksidan ve antimikrobiyal kaplama olarak meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosanın potansiyelini belirlemektir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL METHOD-PROCESS)

3.1. Materyaller (Materials)

Araştırmada kullanılan ve yaklaşık ağırlığı 238±20g olan 20 adet alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Elazığ İli'nde bulunan bir alabalık yetiştiriciliği tesisinden temin edildi ve 30dk içinde buz içeren strafor kutularda laboratuara getirildi. Daha sonra balıkların, aseptik koşullar altında filetosu çıkartıldı. Kaplamaların

hazırlanmasında kullanılan orta moleküler ağırlıkta olan kitosan (CAS no; 9012-76-4) Sigma-Aldrich'den, gıda amaçlı kullanılan meyankökü ekstraktı ise ticari bir firmadan (Xi'a Xin Sheng Bio-chem Co., Ltd, China) temin edildi. Bu ekstrakt ISO 22000, GMP, FDA ve helâl sertifikalarına sahiptir.

3.2. Kaplama Solusyonunun Hazırlanması (Preparation of Coating Solution)

Kaplama solusyonu Ponce, vd. [15]'nin uyguladığı yöntemle göre hazırlandı. Öncelikle %1'lik asetik asit (h/h) çözeltisi içinde kitosan (%2, a/h) çözündürülerek saf kitosan solüsyonu elde edildi. Hazırlanan kitosan solüsyonuna plastikleştirici olarak %0.65 oranında gliserol(h/h)ilave edildikten sonra manyetik karıştırıcı (Hot&Stirrer-Tepe, MS300HS) ile 6 saat boyunca karıştırıldı. Daha sonra çözünmeyen partiküllerin uzaklaştırılması için tüplerde 5000 rpm'de 5 dakika santrifüj (Nüve NF 800R) işlemi yapılarak saf kitosan solüsyonu elde edildi. Meyan kökü ekstraktının kaplama solüsyonunda çözündürülebilmesi için öncelikle elde edilen saf kitosan solüsyonuna %0.1 (h/h) oranında Tween 20 ilave edildi ve homojenizatör (Wise Stir DAIHAN Scientific HS-30E) ile 20000rpm'de 1 dakika süresince homojenize edildi. Ayrıca meyankökü ekstraktına da Tween 20 (%0.5 h/h) ilave edilerek 1 dakika süreyle vortekslendi (Velp Scientifica 10.0176). Kaplama solüsyonunu oluşturmak için hazırlanan saf kitosan solüsyonuna %0.4 ve 0.8 (h/w) oranlarında meyana kökü ekstraktları ilave edildi. Böylece saf kitosan kaplama solüsyonu ile birlikte meyana kökü ekstraktlı kitosan kaplama solüsyonları oluşturuldu.

3.3. Filetoların kaplanması ve depolanması (Coating and Storage of Fillets)

Alabalık filetoları kaplamadan önce soğuk steril su ile yıkandı ve steril bir inkübatörde (4±1°C ve %50 RH) 15 dakika bekletilerek suyundan uzaklaştırıldı. Dört gruba ayrılan filetolar, 4±1°C'de 5 dakika süreyle ilgili çözeltiye (saf kitosan, %0.4 ve %0.8 meyana kökü ekstraktı içeren kitosan) daldırıldı, (1:3 (a/h) bir fileto/çözelti oranı ile). Daldırma işlemi tamamlandığında, filetolar çıkarıldı ve steril bir inkübatörde hava akımı (4±1°C ve %50 RH) ile 60 dakika boyunca kurutuldu. Daha sonra, her numune ayrı ayrı bir hava geçirmez steril polietilen torbaya yerleştirildi ve 4±1°C sıcaklıkta bir buzdolabında 15 güne kadar muhafaza edildi. Her gruptan rastgele alınan numuneler 1, 4, 8, 12 ve 15. gün analize alındı. Çalışma iki tekerrürlü ve iki paralelli olarak yürütüldü.

3.4. Kimyasal Analizler (Chemical Analysis)

TVB-N analizi Goulas ve Kontominas [16] tarafından bildirilen mikro-difüzyon yöntemine göre yapılmıştır. Değerler mgN/100g olarak verilmiştir. Alabalık filetolarında TBA analizi Kirk ve Sawyer [17]'in belirttiği spektrofotometrik yöntemle tespit edildi. Alabalık filetolarının peroksit değeri Egan, vd. [18])'nin bildirdiği yöntemle yapıldı. İlk olarak 0.1g numune 25ml asetik asit: kloroform karışımı ile iyice karıştırıldı ardından 1ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edildi. Karışım daha sonra 10 dakika karanlıkta bekletildi. Damıtılmış su (20ml) ve 1ml %1 nişasta çözeltisi karışıma aktarıldı ve 0.01N sodyum tiyosülfat (Sigma-Aldrich) ile titre edildi. PD, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplandı:

$$\text{Peroksit değeri (mmolkg-1 numune)}=(a-b) N100/w$$

a ve b, sırasıyla kör ve numunenin titrasyonunda kullanılan sodyum tiyosülfatın hacmi (ml) olup, N, sodyum tiyosülfatın konsantrasyonu ve w, numune ağırlığıdır (g).

3.5. Mikrobiyolojik Analizler (Microbiological Analysis)

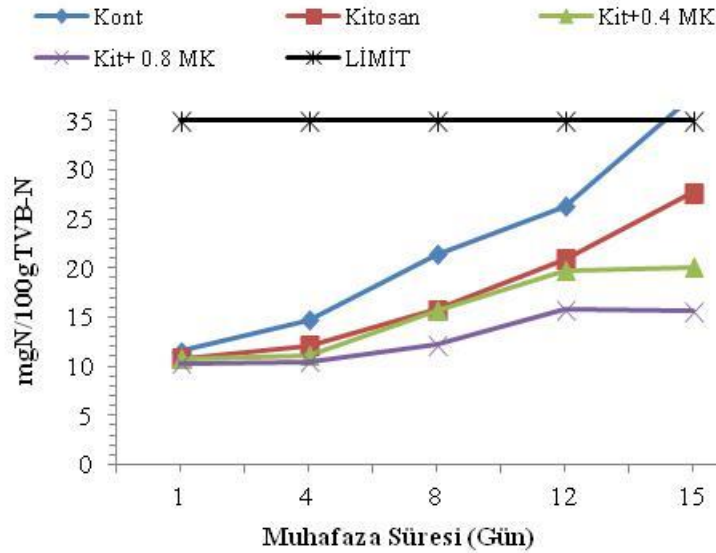
Mikrobiyolojik analizler için fileto örnekleri bir parçalayıcının özel torbasında 10g tartılarak ve üzerine steril %0.1'lik peptonlu sudan 90ml ilave edilerek parçalayıcıda homojen hale getirildi. Böylece örnek 10^{-1} (1/9) olarak seyreltildi. Bu seyrelti aynı seyrelticiyi kullanmak suretiyle örneğin 10^{-6} 'ya kadar diğer seyreltileri elde edildi. Örneklerin her seyreltisinden 1'er ml kullanılarak çift seri halinde plak dökme metoduyla ekimleri yapıldı. İnkübasyon süresi sonunda 30-300 koloni içeren plaklar dikkate alındı [19] Örneklerdeki toplam aerob mezofil bakteri sayımı için Plate Count Agar kullanıldı. Ekimi yapılan plaklar, $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayıldı [20].

3.6. İstatistiksel Analiz (Statistical Analysis)

Farklı kalite parametrelerinden elde edilen veriler IBM SPSS®22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) yazılımı kullanılarak tek yönlü varyans analizine (one-way ANOVA) tabi tutuldu. Ortalamaların karşılaştırılmasında en küçük kareler farkı (LSD) yöntemi kullanıldı ($p < 0.05$) [21].

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Muhafaza süresince bütün grupların TVB-N değerlerindeki değişimler Şekil 1'de verilmiştir.

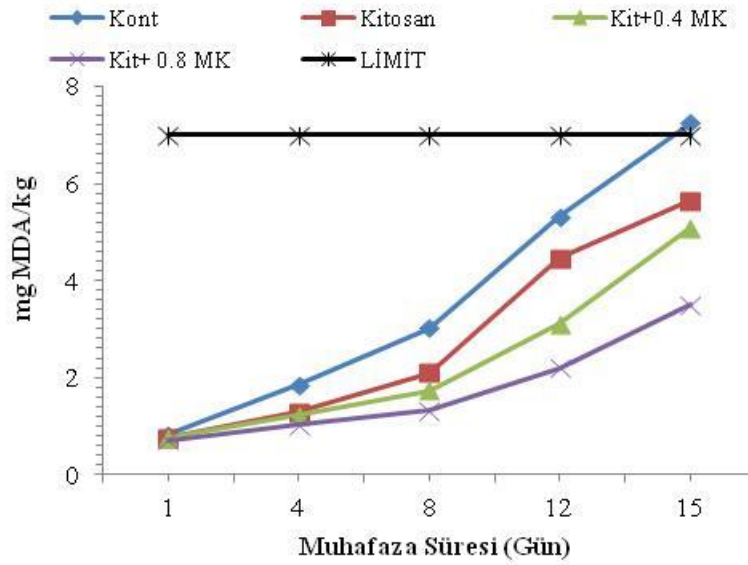


Şekil 1. Muhafaza sırasında gökkuşuğu alabalığı filetosu TVB-N değerlerinde meydana gelen değişiklikler
(Figure 1. Changes in TVB-N values of rainbow trout fillets during storage)

Şekil 1'de gösterildiği gibi, kontrol grubunun TVB-N içeriği başlangıçta $11.52\text{mgN}/100\text{g}$ olarak tespit edilmiş olup, bu değer muhafaza süresince artmış 12. günde $26.2\text{mgN}/100\text{g}$ ve 15. günde $37.52\text{mgN}/100\text{g}$ 'ye ulaşmıştır. Kitosan kaplı grupta TVB-N değeri 1, 12 ve 15. günlerde sırasıyla 10.8 , 20.86 ve $27.63\text{mgN}/100\text{g}$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Şekil 1'de gösterildiği gibi, meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplı gruplarda, muhafaza boyunca TVB-N değerleri kontrol ve sade kitosan kaplı gruplara kıyasla daha az artış göstermiştir ($p < 0.05$). Özellikle, kitosan+ %0.8MK grupta TVB-N miktarındaki artış daha az olup ($p < 0.05$), sırasıyla 1, 12 ve 15. günlerinde sırasıyla 10.25 , 15.73 ve $15.57\text{mgN}/100\text{g}$ olarak

saptanmıştır. Bu sonuçlar, kitosan kaplamaya eklenen %0.4 ve %0.8 meyan kökü ekstraktının, TVB değerlerini maksimum kabul edilebilirlik sınırının altında (35mgN/100g) engelleyebileceğini göstermiştir [22]. Benzer bulgular diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Ojagh, vd. [2], depolama sırasında TVB değerleri bütün gruplarda artmasına rağmen, tarçın yağı ile zenginleştirilen kitosan ile kaplanmış numunelerin TVB-N miktarlarındaki artışın daha yavaş seyrettiğini saptamıştır ($p<0.05$). Utami, vd. [23], *Curcuma xanthorrhiza* ile zenginleştirilen kaplamanın TVB-N değerlerindeki artışın kontrol grubuna göre daha az olduğunu ve muhafaza süresince tüketilebilir sınır değerini (35mgN/100g) altında kaldığını tespit etmişlerdir. Emir Çoban, vd. [24], yaban mersini ve kurt üzümü ekstraktları ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın, muhafaza süresince gökkuşaağı alabalıklarının TVB-N değerlerini önemli oranda ($p<0.05$) düşürdüğünü bildirmiştir.

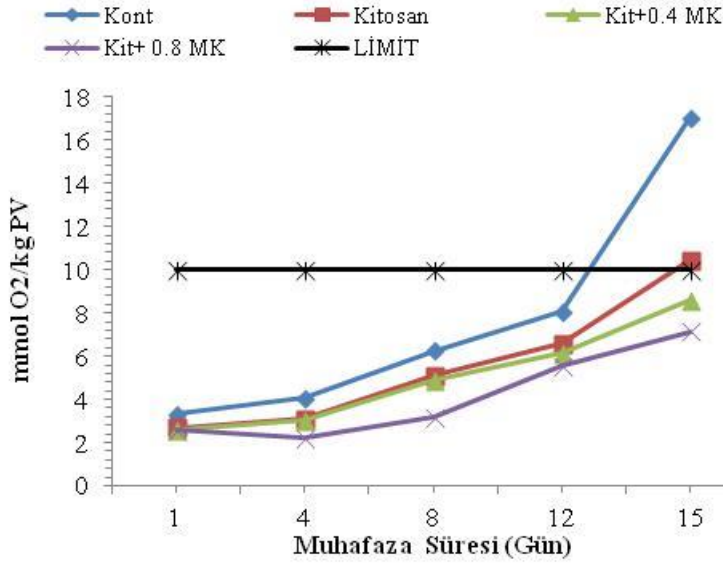
TBA yöntemi, su ürünleri ve diğer et ürünlerinde lipid oksidasyonunun tespitinde kullanılan hızlı ve basitliğinden dolayı yaygın olarak tercih edilen bir testtir. $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen alabalık filetolarının TBA değerlerindeki değişim Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Muhafaza sırasında gökkuşaağı alabalığı filetosu TBA değerlerinde meydana gelen değişiklikler
(Figure 2. Changes in TBA values of rainbow trout fillets during storage)

Bütün grupların TBA değerleri muhafaza süresince farklı oranlarda artmış, ancak meyan kökü ekstraktı içeren kitosan ile kaplanmış gruplar diğer gruplarla kıyaslandığında muhafaza boyunca daha az artış göstermiştir ($p<0.05$). Tüm grupların TBA değeri 1. günde $0.71-0.83\text{mgMDA/kg}$ arasında tespit edilmiştir. Sonuçların gösterdiği gibi, kitosan kaplamalı örnekler ile kontrol örnekleri arasında 4. günden sonra önemli bir fark gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Bu sonuç, kitosan kaplamanın bariyer özelliklerinden ve lipid oksidasyonunu azaltabilmesinden kaynaklanabilir. Elde edilen bulgular diğer araştırmacıların bulgularıyla uyum içerisindedir [2, 3, 10, 25 ve 26]. Ayrıca, meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş örnekler ve diğer örnekler arasında önemli bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farklılık, meyan kökü ekstraktında bulunan biyoaktif maddelerin varlığı ve ayrıca

bunların lipid oksidasyon üzerindeki sinerjistik etkileşimiyle açıklanabilir. Peroksit değeri, yağlarda oksidasyonun tespitinde kullanılan birincil oksidasyon ürünleridir. Araştırmanın 1. gününde kontrol, kitosan kaplı grup, kitosan+0.4MY ve kitosan+0.8MY grubu için peroksit değeri sırasıyla 3.34 mmolO₂/kg, 2.70 mmolO₂/kg, 2.59 mmolO₂/kg ve 2.58 mmolO₂/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 3).

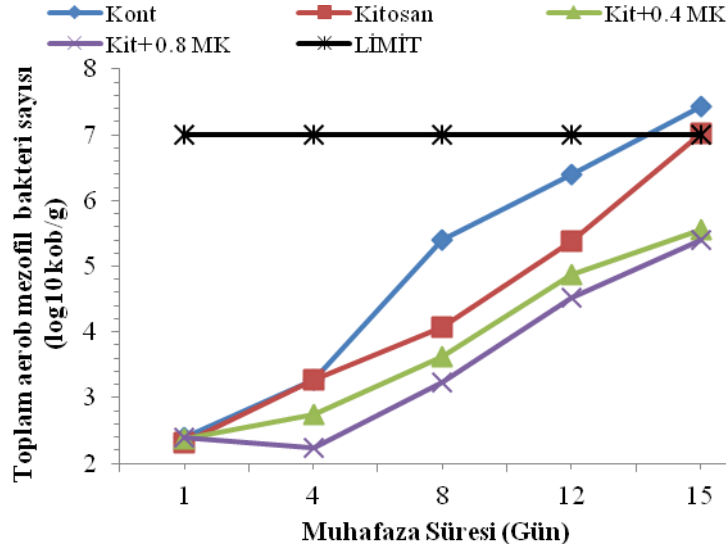


Şekil 3. Muhafaza sırasında gökkuşağı alabalığı filetosu peroksit değerlerinde meydana gelen değişiklikler
(Figure 3. Changes in Peroxide values of rainbow trout fillets during storage)

15 günlük muhafaza süresince kontrol ve kaplama uygulanmış örneklerin değerleri farklı oranlarda artmıştır ($p < 0.05$). Varlık ve arkadaşları [22], peroksit değerlerini: 2mmolO₂/kg; "çok iyi", 5 mmolO₂/kg "iyi" ve 8-10mmolO₂/kg "kabul edilebilirlik sınırında" olarak sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırmaya göre, 15. günde kontrol (17.03mmolO₂/kg) ve kitosan kaplı grup (10.4mmolO₂/kg) tüketim için kabul edilebilir sınırı aşmıştır. Meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamalı gruplar ise 15. günde bile tüketilebilir sınır değerinin altında kalmıştır. Elde edilen verilere göre, en düşük PD değeri kitosan+%0,8MY ile kaplanmış grupta tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Benzer sonuçları, Alparslan, vd. [27], defne yaprağı ilave edilmiş kitosan ile kaplanan *Oncorhynchus mykiss* için, Zhang, vd. [28], farklı doğal antioksidantlar ilave edilmiş kitosan ile kaplanan *Grass carp* için, Emir Çoban, vd. [24], yaban mersini ve kurt üzümü ekstraktları ile zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanan *Oncorhynchus mykiss* için, Karaton Kuzgun ve Gürel İnanlı [11], farklı esansiyel yağlar ilave edilmiş kitosan ile kaplanan *Luciobarbus esocinus* için bulmuşlardır. Hem bu çalışmanın sonuçları hem de daha önce yapılan araştırma sonuçlarına göre, ana koruyucu etki muhtemelen oksijen emici olarak kitosanın kullanılmasından ve ilaveten kullanılan esansiyel yağ/ekstraktların antioksidan etkisinden kaynaklanmaktadır.

Mikrobiyal aktivite, balıkların kalitesinde sınırlayıcı bir faktördür ve toplam aerob mezofilik bakteri sayısı da aynı kabul edilebilirliğin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır [29 ve 30]. TAMB sayısı tüm gruplar için muhafaza süresi boyunca artmıştır ($p < 0.05$). Kontrol grubu ve kitosan ile kaplı grup bozulma indeksi olan 7 logkob/g [31] değerini 15. günde aşmıştır ancak, TAMB sayısı

kitosan+%0,4MY grubunda muhafazanın son günü 5.55logkob/g ve kitosan+%0.8MY grubunda 5.40logkob/g olarak tespit edilmiştir (Şekil 5). Bu sonuçlara göre, meyan kökü ekstraktı uygulamasının toplam aerob mezofilik bakteri sayısı üzerine inhibe edici etki gösterdiği söylenebilir. Meyan kökü gibi bitki ekstraktı ve yağlarında bulunan fenolik bileşiklerin antimikrobiyal etki mekanizması, bakteri çekirdeğini saran fosfolipid zarının hassaslaşması ile ilişkilidir. Bu fenomen, zarın geçirgenliğini arttırır ve hayati enzimler gibi hücre içi bileşiklerin hücre dışına sızmasına yol açar [32]. Ojagh, vd. [2], tarçın yağı ilaveli kitosan kaplanmış gökkuşağı alabalığı filetoalarının TAMB sayısının 16 günlük depolama sırasında kontrol numunelerinden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Fadiloğlu ve Çoban [3], gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları çalışmalarında, sumak ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın TAMB sayısının büyümesini engellediğini rapor etmişlerdir. Benzer bulgular Heydari, vd. [1], Yu, vd. [10], Moosavi-Nasab, vd. [33], Hassanzadeh, vd. [12], Gürel İnanlı, vd. [34], tarafından da bildirilmiştir.



Şekil 4. Muhafaza sırasında gökkuşağı alabalığı filetosu TAMB sayısında meydana gelen değişiklikler
(Figure 4. Changes in TAMB count of rainbow trout fillets during storage)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bu araştırmada, meyan kökü ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın ürünün lipid oksidasyonunu ve mikrobiyal büyümesini başarılı bir şekilde engellediği görülmüştür. Meyan kökü ile zenginleştirilerek kitosan ile kaplanan gökkuşağı alabalığı filetoalarının raf ömrü muhafaza süresinin sonuna kadar (15 gün) korunabilirken, kontrol ve sade kitosan ile kaplanan örnekler sadece 12 gün raf ömrüne sahip olmuştur. Özellikle, %0.8 oranında kullanılan meyan kökü ekstraktının olduğu grupta daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle, meyan kökü ile birlikte kullanılan kitosan kaplama soğuk depolama sırasında taze balıklar için güvenli ve alternatif bir koruyucu olarak önerilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Heydari, R., Bavandi, S., and Javadian, S.R., (2015). Effect of Sodium Alginate Coating Enriched with Horsemint (*Mentha longifolia*) Essential Oil on the Quality of Bighead Carp Fillets

- During Storage at 4°C. Food Sciences and Nutrition, 3(3):188-194.
- [2] Ojagh, M.S., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H., (2010). Effect of Chitosan Coatings Enriched with Cinnamon Oil on the Quality of Refrigerated Rainbow Trout. Food Chemistry, 120(1):193-198.
- [3] Fadiloğlu, E.E. and Emir Çoban, Ö., (2018). Effects of Chitosan Edible Coatings enriched with Sumac on the Quality and the Shelf- life of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) fillets. Journal of Food Safety, 38(6):e12545.
- [4] Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T. ve Turhan, S., (2017). Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları. Akademik Gıda, 15(1):84-94.
- [5] Muşabak, C., (2008). Kitosanla Kaplama ve Modifiye Atmosfer Ambalajlamanın Palamut (*Sarda sarda*) Filetolarının Kimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- [6] Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Lalitha, K.V., and Gopal, T.K.S., (2012). Effect of Chitosan Edible Coating on the Quality of Double Filleted Indian Oil Sardine (*Sardinella loongcipes*) During Chilled Storage. Food Hydrocolloids, 26(1):167-174.
- [7] Can, Ö.P. ve Patır, B., (2012). Kitosan Kaplamanın Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 42(4):148-154.
- [8] Oğuzhan, P. ve Yangılar, F., (2016). Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 5(1):27-35.
- [9] Oğuzhan Yıldız, O., (2017). Effect of Chitosan Coatings Enriched with Cinnamon Oil on Proximate Composition of Rainbow Trout Fillets aip Conference Proceedings 1833, 020070.
- [10] Yu, D., Regenstein, J.M., Yu, D., Regenstein, J.M., Zang, J., Jiang, Q., Xia, W., and Xu, Y., (2018). Inhibition of Microbial Spoilage of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Fillets with a Chitosan-Based Coating During Refrigerated Storage. International Journal of Food Microbiology, 285:61-68.
- [11] Karaton Kuzgun, N. and Gürel İnanlı, A., (2018). The Investigation of the Shelf Life at 2±1°C of *Luciobarbus esocinus* Fillets Packaged with Films Prepared with the Addition of Different Essential Oils and Chitosan. Journal of Food Science and Technology, 55(7):2692-2701.
- [12] Hassanzadeh, P., Moradi, M., Vaezi, N., Moosavy, M.H., and Mahmoudi, R., (2018). Effects of Chitosan Edible Coating Containing Grape Seed Extract on the Shelf-Life of Refrigerated Rainbow Trout Fillet. Veterinary Research Forum, 9(1):73-79.
- [13] Zhang, Q. and Ye, M., (2009). Chemical Analysis of the Chinese Herbal Medicine Gan-Cao (licorice). Journal of Chromatography A, 1216:1954-1969.
- [14] Jiang, J., Zhang, X., True, A.D., Zhou, L., and Xiong, Y.L., (2013). Inhibition of Lipid Oxidation and Rancidity in Precooked Pork Patties by Radical-Scavenging Licorice (*Glycyrrhiza glabra*) Extract. Journal of Food Science, 78:1686-1694
- [15] Ponce, A.G., Roura, S.I Del Valle, C.E and Moreira, M.R., (2008). Antimicrobial and Antioxidant Activities of Edible Coatings Enriched with Natural Plant Extracts: In vitro and in vivo studies. Postharvest Biology and Technology, 49(2):294-300.
- [16] Goulas, A.E. and Kontominas, M.G., (2005). Effect of Salting and Smoking-Method on the Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scomber*

- japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. Food Chemistry, 93(3):511-520.
- [17] Kirk, R.S. and Sawyer, R., (1991). Pearson's Composition and Analysis of Foods. 9th ed., London: Longman Scientific and Technical.
- [18] Egan, H, Kirk, R.S. and Sawyer, R., (?). Pearson's Chemical Analysis of Foods. 8th ed. New York: Churchill Livingstone.
- [19] Halkman, A.K., (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ankara: Başak Matbaacılık.
- [20] Harrigan, W.F., (1998). Laboratory Methods in Food Microbiology, 3rd ed. London: Academic Press.
- [21] Özdamar, K., (2001). SPSS ile Biyoistatistik. 4. Baskı. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- [22] Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. and Gün, H., (1993). Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları. Yay. No:17, İstanbul. 174.
- [23] Kawiji, R.U., Nurhartadi, E., Putra, A.Y.T., and Setiawan, A., (2014). The Effect of Cassava Starch-Based Edible Coating Enriched with *Kaempferia rotunda* and *Curcuma xanthorrhiza* Essential Oil on Refrigerated Patin Fillets Quality. International Food Research Journal, 21(1):413-419.
- [24] Emir Çoban, Ö., Gürel İnanlı, A., Çelik B. ve Yüce, S., (2018). Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus Mykiss*, Walbaum 1792) Filetolarının Muhafazası Sırasında Kimyasal ve Duyusal Kalitesi Üzerinde Doğal Koruyucu Maddelerle Zenginleştirilmiş Kitosan Yenilebilir Kaplamaların Etkileri. Ecological Life Sciences (NWSAELS), 13(4):182-191.
- [25] Qiu, X.J., Chen, S.J., Liu, G.M., and Yang, Q.M., (2014). Quality Enhancement in the Japanese Sea Bass (*Lateolabrax japonicus*) Fillets Stored at 4°C by Chitosan Coating Incorporated with Citric Acid or Licorice Extract. Food Chemistry, 162:156-160.
- [26] Jeon, Y.I., Kamil, J.Y.V.A., and Shahidi, F., (2002). Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20, 5167-5178.
- [27] Alparslan, Y., Baygar, T., Baygar, T., Hasanhocaoglu, H., and Metin, C., (2014). Effects of Gelatin-Based Edible Films Enriched with Laurel Essential Oil on the Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets During Refrigerated Storage Food Technol. Biotechnol. 52(3):325-333.
- [28] Zhang, L., Luo, Y., Hu, S., and Shen, H., (2012). Effects of Chitosan Coatings Enriched with Different Antioxidants on Preservation of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) During Cold Storage. Journal of Aquatic Food Product Technology, 21:508-518.
- [29] Soares, N.M., Mendes, T.S., and Vicente, A.A., (2013). Effect of Chitosan-Based Solutions Applied as Edible Coatings and Water Glazing on Frozen Salmon Preservation a Pilot-Scale Study. Journal of Food Engineering, 119(2):316-323.
- [30] Sallam, K.I., (2007). Antimicrobial and Antioxidant Effects of Sodium Acetate, Sodium Lactate, and Sodium Citrate in Refrigerated Sliced Salmon. Food Control, 18:566-575.
- [31] ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). (1986). Microorganisms in Foods 2. Sampling for microbiological analysis, 2nd edition, University of Toronto Press, Toronto.
- [32] Ouattara, B., Simard, R.E., and Holley, R.A., (1997). Antibacterial Activity of Selected Fatty Acids and Essential



-
- Oils Against Six Meat Spoilage Organisms. International Journal of Food Microbiology, 37:155-162.
- [33] Moosavi-Nasab, M., Shad, E., Ziaee, E., Yousefabad, S.H., Golmakani, M.T., and Azizinia, M., (2016). Biodegradable Chitosan Coating Incorporated with Black Pepper Essential Oil for Shelf Life Extension of Common Carp (*Cyprinus carpio*) During Refrigerated Storage. Journal of Food Protection, 79: 986-993.
- [34] Gürel İnanlı, A., Emir Çoban, Ö., Yüce, S. ve Çelik B., (2018). Yaban Mersini (*Blue berry*) ve Kurt Üzümü (*Goji berry*) Ekstraktlarıyla Zenginleştirilmiş Kitosan ile Kaplanmış Gökkuşığı Alabalık (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum 1792) Filetolarının Piyasa Koşullarında Mikrobiyolojik Değişimlerinin İncelenmesi. Ecological Life Sciences (NWSAELS), 13(4):171-181.