



Rezene Esansiyel Yağının Alabalık Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Nermin KARATON KUZGUN*

Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye

Geliş Tarihi: 27.10.2025

Kabul Tarihi: 29.11.2025

Basım Tarihi: 30.11.2025

Atf yapmak için: Karaton Kuzgun, N. (2025). Rezene Esansiyel Yağının Alabalık Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Anadolu Çev. Hay. Bil. Derg.*, 10(6), 1031-1035. <https://doi.org/10.35229/jaes.1811368>

How to cite: Karaton Kuzgun, N. (2025). The Effect on the Shelf Life of Trout Fillets of Fennel Essential Oil. *J. Anatol. Env. Anim. Sci.*, 10(6), 1031-1035. <https://doi.org/10.35229/jaes.1811368>

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9430-1802>

*Sorumlu yazar:

Nermin KARATON KUZGUN
Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Tunceli, Türkiye

✉: nerminkaraton@munzur.edu.tr

Öz: Bu araştırma, Alabalık (*Onchorhynchus mykiss*) filetoları üzerine ilave edilmesi ile buzdolabı koşullarındaki kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalitesinin belirlenmesini amaçlamıştır. Balıklar fileto haline getirilerek getirildi ve % 0.5 oranında rezene esansiyel yağı ile muamele edildi. Elde edilen filetolar strafor tabaklarda strech filmle kaplanarak buzdolabı koşullarında muhafazaya alındı. Buzdolabı koşullarında elde edilen sonuçlar doğrultusunda 9. günde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analiz sonuçları doğrultusunda olarak bozulma olduğu belirlendi. Aerob bakteri sayısı rezene yağı eklenen grupta muhafazanın ilk gününde 3,39±0,38 kob/gr olarak en düşük seviyede olduğu belirlendi. Muhafazanın ilk gününde rezene eklenmiş grupta TVB-N değeri 10,22±0,22-mg/100g olarak belirlendi ve TBA değerinin de 0,19 ± 0,10 mg MA/kg olarak yine en düşük değer ile bu grupta olduğu belirlendi.

Anahtar kelimeler: Alabalık, Esansiyel yağı, Raf ömrü, Rezene.

The Effect on the Shelf Life of Trout Fillets of Fennel Essential Oil

*Corresponding author's:

Nermin KARATON KUZGUN
Munzur University, Faculty of Fisheries,
Tunceli, Türkiye

✉: nerminkaraton@munzur.edu.tr

Abstract: This study aimed to determine the chemical, microbiological, and sensory quality of trout (*Onchorhynchus mykiss*) fillets under refrigerated conditions. The fish were filleted and treated with 0.5% fennel essential oil. The fillets were then placed, covered with plastic wrap in Styrofoam trays and stored under refrigerated conditions. According to the results its obtained under refrigerated conditions, chemical, microbiological, and sensory analyses revealed deterioration on day 9. On the first day of storage, the aerobic bacterial count was determined to be at the lowest level in the fennel-oil-treated group, with a value of 3.39 ± 0.38 log CFU/g. On the same day, the TVB-N value of the fennel-treated group was measured as 10.22 ± 0.22 mg/100 g, and the TBA value was also found to be the lowest in this group, at 0.19 ± 0.10 mg MA/kg.

Keywords: Fennel essential oil, shelf life, trout.

GİRİŞ

Dünya nüfusun artışı nedeniyle insanlar yeni protein kaynağı ihtiyacını karşılamak için başta balık eti olmak üzere balık ürünleri gibi yüksek değerlikte protein ihtiyacına karşılık veren gıdalara yönelmişlerdir (Arıkan, 2007). Balık, insan beslenmesinde uzun zamandır değerli bir protein kaynağı olarak kabul edilmektedir (Shahidi ve ark., 1994; Puwastien ve ark., 1999). Balık, kaliteli protein, A ve B grubu vitaminleri, kalsiyum ve fosfor açısından zengindir (Tayar ve Hacer, 2016). Rezene (*Foeniculum vulgare*), ülkemizde “raziyane, mayana, arapsaçı ve irziyan” isimleriyle tanınır (Baytop, 1999); tatlı ve acı rezene olarak bilinen iki türü mevcuttur (Akgül, 1993). Bunlardan sadece tatlı rezene kullanılmaktadır. Rezene ülkemizde Kuzey Anadolu bölgesinde (Ordu ve Trabzon) yabani olarak yetişir (Zeybek, 1960). Tatlı rezene ise Güney ve Batı’da yetiştirilir

(Akgül, 1993). Meyveleri sabit yağ (% 10-20), protein (% 15-20), uçucu yağ (% 3-7), sterol, flavonoid, apiol ve şeker içerebilmektedir. Uçucu yağında % 5-10 fenchon, % 60-80 trans-anethol, limonen, α -felandren, methyl chavicol, anisaldehyde, cis-anethol, anisketon, anisik asit, çeşitli alkoller ve monoterenler içerir (Baytop, 1999; Akgül, 1993). Kökü idrar söktürücü, yaprağı yara iyileştirici, tohumlarından yapılan % 2’lik infüzyonu gaz söktürücü ve süt artırıcı etkilere sahip olduğu yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir (Baytop, 1999; Ernst, 2001). Ayrıca rezene Sağlık Bakanlığı tarafından “Phyto-coff” adıyla bitkisel ilaç olarak üretimine ruhsat verildiği bildirilmiştir (Özçelik ve ark., 1997). Rezene, yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve kullanılan, aromatik, otsu bir mutfak baharatı olarak kullanılan bir bitkidir (Gori ve ark., 2012 ve Diao ve ark., 2014). Rezene esansiyel yağı, günlük olarak tüketilen ekmek, hamur işleri ve peynir gibi gıda ürünlerinde

aroma verici olarak, çiğ olarak salatalarda ve haşlanarak ızgara yapılarak çeşitli yemeklerde ve hatta bitki çaylarının hazırlanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca bazı hastalıkları tedavi etmek ve ağrıyı azaltmak için farmasötik ürünlerde bileşen olarak da kullanılmaktadır (Barros ve ark., 2010; He ve Huang, 2011; Rather ve ark., 2012). Rezene esansiyel yağı, özellikle balık bozulmasında önemli rol oynayan *Aeromonas spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Shewanella putrefaciens* gibi Gram-negatif mikroorganizmaların gelişimini baskılayabildiği pek çok çalışma ile incelenmiştir. Böylece proteinlerin ve amino asitlerin parçalanmasını geciktirir ve bu sayede TVB-N (toplam uçucu bazik azot) oluşumunun azalmasına sebep olur (Mastromatteo et al., 2010). *Salmonidae* familyasında yer alan Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yüksek ticari öneme sahip bir tür olup, Avrupa'da yoğun olarak tüketilmektedir. Hızlı büyüme yeteneğine sahip ve ayrıca hastalıklara karşı dayanıklılığı ile yetiştiricilik için uygun fizyolojik özellikleri sahip olduğu için dünyanın pek çok bölgesinde en yaygın üretilen tatlı su balıkları arasında yer alan bir balık türüdür (Çaklı, 2007). Gökkuşluğu alabalığı, işleme teknolojisinde ve muhafaza tekniklerinde model balık türü olarak yaygın biçimde kullanımı devam etmektedir.

Bu çalışmada ile Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) balıklarının rezene ile muamele edilip buzdolabı koşullarındaki raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal: Alabalık örnekleri (390 ± 46 g ağırlığında, 30 ± 5 cm uzunluğunda yaklaşık 18 adet dişi veya erkek ayrımı yapılmaksızın) Keban Baraj Gölü'nde bulunan su ürünleri yetiştiriciliği yapan çiftliklerden buz içerisinde teslim alınarak en kısa sürede laboratuvara getirildi. Balıklar laboratuvarında yıkanarak fileto haline getirildi. Daha sonra fileto örnekleri rastgele iki gruba ayrıldı ve rezene uçucu yağı balık filetolarının üzerine yüzeyine (iki tarafına) bir mikropipet kullanılarak eklendi ve ardından her numune için yağ hafifçe ve homojen bir şekilde dağıtıldı (doğrudan eldivenli parmaklarla). uçucu yağ uygulanmayan grup kontrol grubu (A), % 0,5 uçucu yağ uygulanan örnekler B grubu olarak belirlendi. Tüm analizler 0., 3., 6. ve 9. günlerde üçer kez gerçekleştirildi. Analizler 2 kez gerçekleştirildi.

Metot

Mikrobiyal analizler: 10 g örnek, 90 ml %0,1 peptonlu su çözeltisi içeren steril bir stomacher torbasına alındı. Örnekler daha sonra homojenize edildi. Elde edilen çözeltiler daha sonra peptonlu su çözeltisinde seyreltildi. Toplam aerob bakteri sayısını belirlemek için, plak sayım agarı (LAB149) 37°C 'de 3 gün inkübe edildi. Psikrofil bakterileri saymak için, plak sayım agarı (LAB149) $7 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 7 gün inkübe edildi. Laktik asit bakterileri,

ManRogosa Sharpe (LABM093) agarında 30°C 'de 2 gün inkübe edildi. Kültüre alınan plaklar $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 4-5 gün inkübe edildikten sonra maya ve mantar kolonilerini saymak için Patates Dekstroz Agarı (LABM098) besiyeri kullanıldı (Harrigan, 2002).

Kimyasal analizler: Deneysel örneklerin pH değerleri pH metre (Thermo Scientific Orion, İngiltere) kullanılarak belirlendi (AOAC, 2002). Conell ve Shewan (Conell ve Shewan, 1979) tarafından verilen yöntemle göre, Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değeri mg/100g düzeyinde belirlendi. Tiyo-barbitürik asit miktarını (TBA) belirlemek için Tarladgis ve ark. (1960) tarafından verilen yöntem uygulandı.

Organoleptik analizler: Akademik personelden beş deneyimli panelist seçildi. Rezene esansiyel yağı ile işlenen örnekler pişirme torbasında 180°C 'de 10-15 dakika pişirildi ve ürünler panelistlere sunuldu. Panelistler örneklerin genel kabul edilebilirliğini "hiç beğenmeme" (1) ile "çok beğenme" (9) (Lawless ve Heymann, 2010) arasında değişen hedonik bir ölçekte (9 puan) değerlendirdi.

İstatistiksel analiz: Filetoların analiz günlerinde tespit edilen veriler istatistiksel olarak analiz edildi. İstatistiksel veriler için SPSS 22 istatistik paket programı kullanıldı. Depolama günlerinin ve gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel anlamlılığı ($p < 0,05$) varyans analizi kullanılarak belirlendi.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Rezene yağı ile farklı oranlarda $+2^\circ\text{C}$ 'de muamele edilen alabalık filetolarının depolanması sırasında belirlenen mikrobiyolojik değişimler Tablo 1'de, kimyasal değişimler Şekil 1'de ve organoleptik değişim ise Şekil 2'te verilmiştir. Esansiyel yağ ilave edilen alabalık filetoları duyuşal açıdan incelendiğinde, bozulmanın 9. günde meydana geldiği, gruplar arası bozulmaya göre değerlendirme yapıldığı belirlenmiştir.

Deneysel kontrol örneklerindeki aerob bakteri (MAB) sayıları, filetolar Kontrol grubunda başlangıç seviyesinden ($3,95 \pm 0,51$ kob/g) $6,17 \pm 0,51$ kob/g 'a çıktı (Tablo 1). Rezene esansiyel yağı ile muamele edilen tüm örneklerdeki aerob bakteri miktarı (AB), buzdolabında depolamanın 9. gününde önemli ölçüde arttı (Tablo 1). Tüm deneysel örneklerle karşılaştırıldığında, rezene esansiyel yağı ile muamele edilen örneklerin sayıları, 0. ve 6. günde önemli ölçüde ($p < 0,05$) daha yüksek bir artış gösterdi, diğer yandan gruplar arasında AB sayıları açısından önemli bir fark olmadığı çıktı ($p > 0,05$). Teixeira ve ark. (2014), balık proteini filmleri ve esansiyel yağının mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etkisini incelemişlerdir. Bizim bulgularımıza benzer değerler elde etmişlerdir. Karaton Kuzgun (2019), yapmış olduğu çalışmada alabalıkları sarımsak esansiyel yağı ile kaplamış ve bizim bulgularımıza benzer değerler elde etmiştir. Antimikrobiyal ve antioksidan

etkilerin birleşimi sonucunda rezene yağı, soğuk depolanan balık ürünlerinde mikrobiyal yükü azalttığı ve raf ömrünü uzatabildiği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Mastromatteo et al., 2010; Khalili et al., 2021).

Rezene esansiyel yağı uygulanan alabalık filetolarında psikrofilik bakteri (PB) sayımında tüm gruplarda 6. günün sonunda bir artış olmuştur (Tablo 1). Depolama süresinin başlangıcında PB sayımları K grubunda $3,18 \pm 0,94$ kob/g ve R grubunda $2,18 \pm 0,63$ kob/g olarak belirlenmiştir. Ancak depolamanın 9. gününde en yüksek PB sayısı $6,07 \pm 0,08$ kob/g olarak R grubunda tespit edilmiştir. Ayrıca, PB'lerin gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı belirlendi ($p > 0,05$). Ayrıca, PB popülasyonu açısından depolama süresinin günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olduğu belirlendi ($p < 0,05$). Literatürde yer alan çalışmalarda, Farklı esansiyel

yağların PB aktivitelerini azalttığı belirtilmiştir (Emir Çoban ve ark., 2016; Karaton Kuzgun ve Gürel İnanlı, 2018). Bu bulgu bizim sonuçlarımızı da doğrulamaktadır.

Depolama süresinin ilk gününde (Tablo 1) maya-küf sayıları en yüksek bakteri sayısı olarak R grubunda ($3,27 \pm 0,06$ kob/g) kontrol grubunda ise en düşük ($3,09 \pm 0,34$ kob/g) değeri almıştır. Numunelerin depolanması sırasında günler arasında maya ve küf sayıları arasında önemli fark belirlendi ($p < 0,05$) ve gruplar arasındaki farklar incelendiğinde istatistiksel olarak önemli farklar olmadığı bulundu ($p > 0,05$). Benzer bulgular Emir Çoban ve ark., (2016) tarafından da bulunmuştur. Rezene esansiyel yağının kullanıldığı pek çok çalışmada diğer mikroorganizmalar hakkında çalışmalar vardır ancak maya-küf sayısına bakılan çalışmaya rastlanmamıştır (Tayel vd., 2025).

Tablo1. Depolama süresince rezene esansiyel yağı ilavesinin alabalık filetoları üzerinde mikrobiyolojik değişimleri.

Table 1. Microbiological changes on trout fillets after fennel essential oil addition during storage.

MUHAFAZA GÜNLERİ					
MAB (KOB/G)	Grup	1.	3.	6.	9.
	K	$3,95 \pm 0,51^a$	$4,22 \pm 1,00^{ab}$	$6,17 \pm 0,51^{ab}$	DA
	R	$3,39 \pm 0,38^a$	$4,74 \pm 0,82^{ab}$	$4,57 \pm 0,52^{ab}$	$5,88 \pm 0,50^b$
^{a, b} : Yatay değişimler muhafaza günleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).					
PB (KOB/G)	K	$3,18 \pm 0,94^a$	$4,71 \pm 0,31^{ab}$	$6,05 \pm 0,83^b$	DA
	R	$2,18 \pm 0,63^a$	$3,60 \pm 0,63^{ab}$	$4,20 \pm 0,72^b$	$6,07 \pm 0,08^c$
^{a, b, c} : Yatay değişimler muhafaza günleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).					
MAYA-KÜF (KOB/G)	K	$3,09 \pm 0,34^a$	$3,50 \pm 3,36^a$	$5,70 \pm 5,50^b$	DA
	R	$3,27 \pm 0,06^a$	$3,63 \pm 1,16^a$	$4,23 \pm 0,63^b$	$5,82 \pm 0,17^c$
^{a, b, c} : Yatay değişimler muhafaza günleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).					

K: Kontrol grubu, R: Rezene esansiyel yağı eklenmiş grup, DA: Değerlendirmeye alınmadı

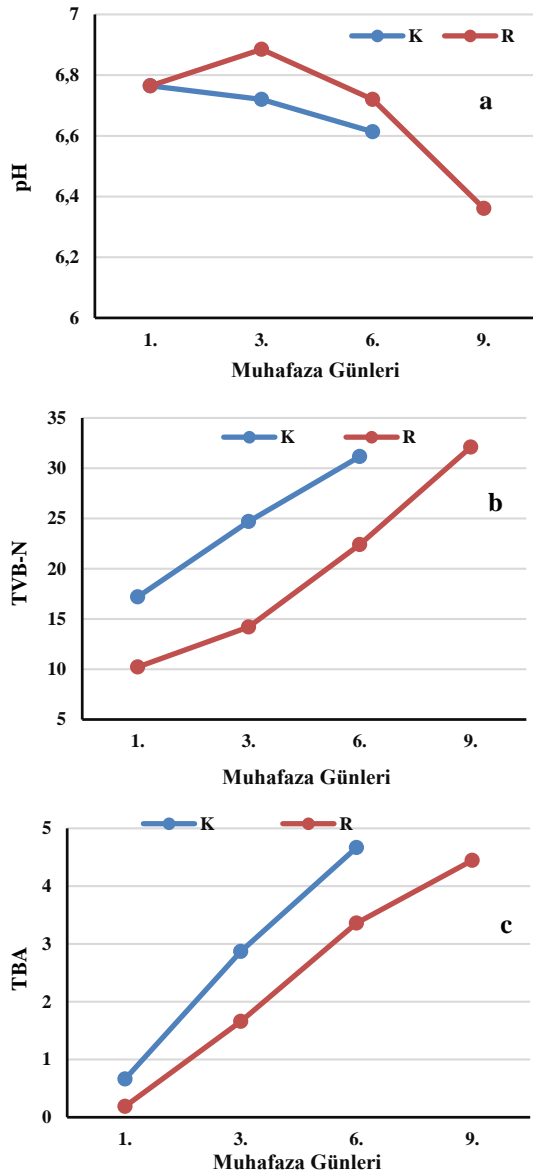
Bu çalışmada kullanılan *O. mykiss* filetolarındaki ortalama pH miktarı $6,77 \pm 0,01$ olarak tespit edildi (Şekil 1a). pH miktarları raf ömrüyle birlikte değerlendirildiğinde depolama süresince tüm gruplarda azalma gözlemlendi; ancak uçucu yağ uygulanan gruplardaki pH azalma hızı diğer kontrol gruplarına göre sınırlı kaldı. Tüm deneysel örneklerle karşılaştırıldığında, gruplar arasında ve muhafaza günleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olmadığı ($p < 0,05$) belirlendi. Normal standartlar çerçevesinde pH düzeyinde yükselme meydana gelmesi beklenen bir durumdur ancak, Laktik asit bakterileri (LAB) metabolizması sonucunda laktik asit ve organik asitler oluşumu sonucu pH'nın düşmesine sebep olabilir. Bu veriler ışığında, deney örneklerinin pH değerleri birçok araştırmacı tarafından bulunan değerlere benzerdir (Emir Çoban ve ark., 2018; Frank ve ark., 2014).

Kontrol gruplarında TVB-N değeri, Şekil 1b'de gösterildiği gibi 0. günde $17,20 \pm 0,80$ mg/100g olarak belirlendi. Uçucu yağ kaplama işleminden sonra, TVB-N değeri rezene yağı ile muamele edilmiş grupta muhafazanın başında $10,22 \pm 0,22$ mg/100g olarak belirlendi. Bu iki grup arasındaki farkın yüksek olmasının nedeninin R grubunda TVB-N miktarının düşük olmasının rezene yağının antimikrobiyal etkisinin protein yıkımını yavaşlattığını ve ayrıca proteolitik enzim aktivitesini baskılanmış olabileceği sebebiyle uçucu bazik azot

bileşiklerinin oluşumunu belirgin şekilde azaltmış olduğu düşünülmektedir. TVB-N değeri açısından, tüm deney fileto gruplarında depolama süresinin (3. ve 6. gün) etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p < 0,05$). Gruplar arasında TVB-N değerinin etkisi incelendiğinde, anlamlı farklılıklar olmadığı tespit edildi ($p > 0,05$). Gómez-Estaca ve ark. (2010) depolama süresince somon balığına esansiyel yağ ilaveli kitosan film kullanmışlar ve mikrobiyal aktivite önemli ölçüde azalmış ve bu çalışmada gözlemlendiği gibi TVB-N üretimindeki gecikmeyle uyumlu olmuştur.

Raf ömrü boyunca hazırlanan *O. mykiss* örneklerinin TBA miktarındaki değişimler Şekil 1c'de gösterilmiştir. Depolama süresince örneklerin bu ölçümlerine göre en yüksek TBA değeri 6. günde K grubunda $4,67 \pm 0,05$ mg MA/kg olarak belirlenmiş; en düşük değer ise 0. günde Rezene yağı eklenmiş gruplarda $0,19 \pm 0,10$ mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, tüm deney gruplarında depolama süresine göre TBA miktarının önemli ölçüde arttığını göstermiştir ($p < 0,05$). Ayrıca gruplar dikkate alındığında TBA değeri açısından önemli bir farklılıkların olmadığı ortaya çıkmıştır ($p > 0,05$). Karaton Kuzgun ve Gürel İnanlı, (2018) TBA değerini $0,45 \pm 0,24$ mg MA/kg olarak bildirmiştir. Bu değerler bulgularımıza yakın değerlerdir. Rezenenin TBA değerlerini düşürdüğü

pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Mastromatteo et al., 2010; Khalili et al., 2021).

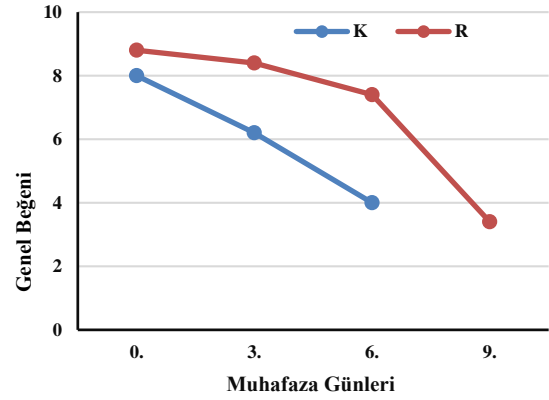


Şekil 1. Depolama süresince rezene esansiyel yağı ilavesinin alabalık filetoları üzerinde kimyasal değişimleri.

Figure 1. Chemical changes on trout fillets after fennel essential oil addition during storage.

DeneySEL filetoların rezene esansiyel yağı ilavesinin alabalık filetolarında genel kabul edilebilirlik değerleri organoleptik değişimleri Şekil 2'de sunulduğu gibidir. Rezene esansiyel yağları ile muamele edilmiş alabalıkların raf ömrüne ait organoleptik (Genel beğeni) değerleri Şekil 2'de sunulmuştur. Tüm örneklerin değerlerinde depolama süresinin artmasıyla birlikte önemli bir düşüş gözlenmiştir. Panelistler, rezene aromasının deneysel balık ürünü için çok uygun olduğunu belirtmişlerdir. Kontrol grupları (K) 6. depolama gününde sonra bozulma gösterirken, rezene esansiyel yağı uygulanan gruplarda (R) 9. günde bozulma göstermiştir. Tüm gruplar arasında 0., 3. ve 6. günlerde farklılıklar

görüldü ($p < 0,05$). Wang ve ark., (2017) tarafından sarımsakla kaplanmış sazan balığının genel kabul edilebilirlik puanlarının bizim değerimize benzer olduğu bildirilmiştir.



Şekil 2. Depolama süresince rezene esansiyel yağı ilavesinin alabalık filetoları üzerinde organoleptik değişimleri.

Figure 2. Organoleptic changes on trout fillets following fennel essential oil addition during storage.

SONUÇ

Sonuç olarak, doğal bir antimikrobiyal ve antioksidan madde olan rezene esansiyel yağının, *O. mykiss* filetolarının raf ömrünü uzatmak amacı ile ve diğer gıdalarda da muhafaza amacı ile kullanılabileceğini kanıtlamıştır. Rezene esansiyel yağının doğal antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri sayesinde balık filetolarında raf ömrünü anlamlı düzeyde uzatan etkili bir biyo-koruyucu ajan olduğu söylenebilir. Koruyucu etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılarak, insan beslenmesinde doğal ürünlerle sentezlenmiş ürünlere yönelebileceğini açısından umut vadetmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu makalenin laboratuvar desteği için Fırat Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü'ne çok teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Akgül, A. (1993). *Baharat Bilimi & Teknolojisi*. Birinci Baskı, Ankara, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 15, Ankara,
- Arıkan Er, G. (2007). *Sazan balıklarından elde edilen proteinlerin izolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Barros, L., Carvalho, A.M., & Ferreira, I.C.F.R. (2010). The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): shoots, leaves, stems and inflorescences. *LWT: Food Science and Technology*. 43, 814-818.
- Baytop T., (1999). *Therapy with Medicinal Plants in Turkey*. 2nd Edition, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri.

- Conell, J.J., & Shewan J.M., (1979).** *Past, present and future fish science.* In: Advances in fish science and technology. Fishing News Books Ltd., England.
- Çaklı, Ş. (2007).** *Su ürünleri işleme teknolojisi 1.* İzmir-Türkiye: Ege Üniversitesi.
- Diao, W.R., Hu, Q., Zhang, H., & Xu, J., (2014).** Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action of essential oil from seeds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Food Control.*, 35, 109-116.
- 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.
- Emir Çoban, Ö., Patır, B., Özpolat, E., & Karaton Kuzgun, N. (2016).** Improving the quality of fresh rainbow trout by sage essential oil and packing treatments. *Journal of Food Safety*, 36, 299-307.
- Ernst, E. (2001).** *The Desktop Guide to Complementary and Alternative Medicine.* Mosby, Toronto
- Frank, F., Xu, Y., Jiang, Q., & Xia, W. (2014).** Protective effects of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) on physicochemical and microbial attributes of liquid smoked silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) wrapped in aluminium foil during chilled storage. *African Journal of Food Science*, 8(1), 1-8.
- Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M.E. & Gómez-Guillén, M.C., & Montero, P. (2010).** Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbio.*, 27(7), 889-896.
- Gori, L., Gallo, E.V., Mascherini, A., Mugelli A.V., & Firenzuoli, F. (2012).** Can estragole in fennel seed decoctions really be considered a danger for human health A fennel safety update. *J. Evid-Based Complementary and Alternative Medi*, 1-10.
- Harrigan, W.F. (2002).** *Laboratory methods in food microbiology*, 3rd edn. Academic Press, Londo, 1998.16. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 17th edn. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg.
- He, W., & Huang, B. (2011).** A review of chemistry and bioactivities of a medicinal spice: *Foeniculum vulgare*. *J. Med Plants. Res.* 5(16), 3595-3600.
- Khalili, S., Tajik, H., Moradi, M., Molaei, R., & Razavi Rohani, S.M. (2021).** Effect of fennel essential oil incorporated into edible coatings on microbial, chemical, and sensory characteristics of chilled fish fillets. *Food Science & Nutrition*, 9(2), 771-781.
- Karaton Kuzgun, N., & 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.
- Karaton Kuzgun N., (2019).** Effect of Garlic (*Allium sativum* L.) essential oils on *Oncorhynchus mykiss* fillets during storage. *Progress in Nutrition*, 21(3): 709-714, DOI: 10.23751/pn.v21i3.8694
- Lawless, H.T., & Heymann, H., (2010).** *Sensory Evaluation of Food*, Second Edition, Springer.
- Mastromatteo, M., Conte, A., & Del Nobile, M.A., (2010).** Combination of antimicrobial packaging with essential oils to prolong the shelf life of fish fillets. *Journal of Food Protection*, 73(2), 237-244.
- Özçelikay, G., Şar, S., & Asil, E. (1997).** 1989-1995 yılları arasında Sağlık Bakanlığı tarafından bitkisel ilaçlar için verilen ithal ve üretim ruhsatları üzerine bir çalışma. *XI. BİHAT, 22-24 Mayıs 1997 Ankara, Bildiri kitabı.* Ed: Coşkun M, Ankara Üniv Ecz Fak Yay No: 75: 482-490.
- Puwastien P, Judprasong K, Kettwan E, Vasanachitt K, Nangkamanong Y. & Bhattacharjee L., (1999).** Proximate Composition of Raw and Cooked Thai Freshwater and Marine Fish. *J.of Food Comp. and Analysis*, 12, 9-6.
- Rather, M.A., Dar, B.A., Sofi, S.N., Bhat, B.A., & Qurishi, M.A. (2012).** *Foeniculum vulgare*: a comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, 51574-51583.
- Shahidi, F., & Botta, J.R., (1994).** *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality.* Chapman & Hall, London.
- Tarladgis, B.G, Watts ,B.M., Younathan, M.T. & Dugan JRA. (1960).** distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in racid foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 3, 44-48.
- Tayar, M., & Hacer, C., (2016).** *Hazır yemek sistemleri.* Dora Publisher, Bursa, Turkey,
- Tayel, A., Hassanin, F.S., Edris, S.N., Hamad, A., & Sabeq I. I., (2025).** Preservative Potential of Anethum graveolens Essential Oil on Fish Fillet Quality and Shelf Life During Refrigerated Storage. *Foods*, 14(9), 1591; DOI: 10.3390/foods14091591
- Teixeira, B., Marques, A., Pires, C., Ramos, C., Batista, I., Saraiva, J. A., & Nunes, M. L. (2014).** Characterization of fish protein films incorporated with essential oils of clove, garlic and origanum: Physical, antioxidant and antibacterial properties. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 533-539.
- Wang, H., Wang, H., Li, D., & Luo, Y. (2017).** Effect of chitosan and garlic essential oil on microbiological and biochemical changes that affect quality in grass carp fillets during storage at 4°C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27(1), 80-90. DOI: 10.1080/10498850.2017.1403525
- Zeybek, N. (1960).** *Medical Plants of Turkey (I. The North-Eastern "Pontus" of Anatolia).* First Edition, İzmir, Ege Üniversitesi Matbaası, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Neşriyatı No: 8.