



Zeytin (*Olea europaea* L.) Yaprağı ve Yağ Güllü (*Rosa damascena* Mill.) Ekstraktlarının Buzdolabı Koşullarında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) Depolanan Sıcak Dumanlanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrüne Etkisi

Ayla MUTLU¹, Şengül BİLGİN^{2,*}

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, Türkiye

Ö Z

Bu çalışmada, zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağı ve yağ güllü (*Rosa damascena* Mill.) ekstraktları sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarına uygulanarak buzdolabında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) muhafazası sırasında kimyasal (pH, TBA, TVB-N), mikrobiyolojik (TMA ve TPA, LAB ve ENT) ve duyuşal değişimler incelenmiştir. Ayrıca taze ve sıcak dumanlanmış alabalıkların kimyasal kompozisyonları (nem, ham protein, ham yağ, ham kül) da incelenmiştir. TVB-N ve TBA miktarları açısından kontrol grubu ile bitkisel ekstrakt uygulanan gruplar arasındaki farkın önemli olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Muhafaza süresince toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri, laktik asit bakterileri ve enterobakteri sayısı bakımından kontrol grubu ile uygulama grupları arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Mikrobiyolojik değerlendirme sonuçlarına göre kontrol grubunun raf ömrü 21 gün olarak belirlenirken, zeytin yaprağı ektraktı uygulanan grup hariç diğer grupların raf ömrü 28 gün olarak belirlenmiştir. Zeytin yaprağı ektraktı uygulanan grubun 42. günde mikrobiyolojik limit değeri aştığı saptanmıştır. Duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre yağ güllü ektraktı uygulanan örnekler pek beğeni almazken, zeytin yaprağı ektraktı uygulanan örnekler panelistlerce beğenilmiştir. Sonuç olarak, uygulanan bitki ekstraktlarının raf ömrü üzerine olumlu etki gösterdiği, özellikle zeytin yaprağı ektraktının bu konuda kayda değer olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Zeytin yaprağı, yağ güllü, sıcak dumanlama, gökkuşuğu alabalığı, depolama

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 09.12.2015
Düzeltilme : 02.03.2016
Kabul : 05.04.2016
Yayım : 20.04.2016



DOI: 10.17216/LimnoFish-5000157469

* SORUMLU YAZAR

sengulb@gmail.com
Tel : +90 246 211 86 84
Faks: +90 246 211 86 97

The Effects of Olive (*Olea europaea* L.) Leaf and Oil-Bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.) Extracts on Shelf Life of Hot Smoked Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets during Refrigerated Storage ($4\pm 1^\circ\text{C}$)

Abstract: The effects of olive (*Olea europaea* L.) leaf and oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) extracts on shelf life of hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during refrigerated storage ($4\pm 1^\circ\text{C}$) were investigated in terms of chemical (pH, TBA, TVB-N), microbiological (TMA, TPA, LAB and ENT) and sensory characteristics. Proximate compositions (moisture, crude protein, crude fat, crude ash) of fresh and hot smoked trouts were also determined. The results showed that significant differences were observed in TVB-N and TBA levels ($p<0.05$) between the control group and the treatment groups. Significant differences ($p<0.05$) were also observed in total mesophilic and psychrophilic bacteria, lactic acid bacteria, and the enterobacteria numbers during storage between the control group and the treatment groups. Shelf life of control group was found as 21 days and 28 days for the treatment groups (except for olive leaf group) according to microbiological assessment. The microbiological values exceeded limit on 42 days for the olive leaf group. According to sensory evaluation, samples with oil-bearing rose extracts were not appreciated by panelists while samples with the olive leaf extract were appreciated by panelists. As a result, application of herbal extracts influenced positively shelf life of trout, especially olive leaf extracts.

Keywords: Olive leaf, oil-bearing rose, hot smoking, rainbow trout, storage

Alıntılama

Mutlu A, Bilgin Ş. 2016. Zeytin (*Olea europaea* L.) Yaprağı ve Yağ Güllü (*Rosa damascena* Mill.) Ekstraktlarının Buzdolabı Koşullarında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) Depolanan Sıcak Dumanlanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrüne Etkisi. LimnoFish. 2(1):19-29. doi: 10.17216/LimnoFish-5000157469

Giriş

Su ürünleri bünyelerinde bulundukları besin maddeleri itibarıyla beslenme açısından önemli gıdalar grubunda yer alır. Özellikle doymamış yağlar bakımından zengin olan bu gıdalar aynı zamanda hassas, kolay bozulabilen bir yapı sergiler. Su ürünleri sektöründe yağlı balıkların oksidasyonu önemli bir problemdir. Oksidasyonun azaltılabilmesi için soğuk zincir uygulaması ve depolama sırasında sıcaklık kontrolü önemlidir.

Gökkuşuğu alabalığı Türkiye ve diğer bazı ülkelerde yıllardır başarı ile kültüre alınmakta olan bir tür olup albenisi ve ticari değeri yüksek bir tatlı su balığıdır. Ticari olarak bütün (buzda) veya vakum paketlenmiş fileto olarak taze ve farklı şekillerde (füme, köfte, ızgara vb.) pazarlanmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2014 verilerine göre Türkiye’de kültürü yapılmakta olan türlerin başında gelen (% 45,7) gökkuşuğu alabalığının iç sulardaki yetiştiricilik miktarı 107.983 ton/yıl iken denizlerdeki yetiştiricilik miktarı 5.610 ton/yıl’dır (TÜİK 2015). Gökkuşuğu alabalığı ülkemizde sıcak dumanlanmanın uygulandığı ürünlerden biridir. TÜİK 2013 verilerine göre dumanlanmış alabalık ithalatı 10.000 kg, ihracatı da 4.080.934 kg olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2013).

Sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı lezzetli bir gıda maddesi olduğu için sevilerek tüketilmekte ve yoğun olarak ihraç edilmektedir. Yağlı bir tür olan gökkuşuğu alabalığının depolanması, işlenmesi, taşınması sırasında oksidasyon meydana gelebileceği göz önünde bulundurularak dikkatli olunmalıdır. Oksidatif bozulmaların önlenmesi ve gıdaların uzun ömürlü olması için antioksidan özelliği taşıyan maddeler kullanılabilir.

Yapay antioksidanlar daha ucuz ve daha uzun süre etkili olmaları nedeniyle hazır gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. En çok BHA (Butyl-4-Hydroxyanisole), BHT (Butyl-4-Hydroxytoluene), DG (Dodecylgallate), OG (Octyl gallate) ve TBHQ (Tersiyer-Butylhydroquinone) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Fakat bu tür sentetik antioksidanların sağlığa olan zararlı etkilerinden dolayı kullanımları sınırlandırılmıştır. Bugün doğal katkı maddelerine olan ilgi bu nedenle artış göstermiştir (Kuş 2012).

Tüketiciler daha çok sağlıklı, kaliteli, doğal ve taze balık ürünlerine karşı talep göstermektedir. Yapılan bir çalışmada doğal antioksidanların lipid oksidasyonunu önlemede önemli bir etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Akhtar vd. 1998). Bugüne kadar doğal antioksidan kaynağı amaçlı çok sayıda bitki türü su ürünlerinde kullanılmıştır (Biberiye, kekik, adaçayı, üzüm, soğan, sarımsak) (Pazos vd. 2005; Serdaroğlu ve Felekoğlu 2005; Erkan 2012; Çetinkaya 2013). Bazı bitkiler de

antimikrobiyal amaçlı olarak kullanılmıştır (Boziaris vd. 2011).

Doğal koruyucu özellikli maddeler gıdaların bozulma sürecini uzatmalarının yanı sıra doğal olmalarından dolayı insan sağlığı açısından sentetik koruyuculardan daha yararlıdır. Zeytin yaprağında bulunan fenolik bileşenlerin antioksidan, antifungal, antibakteriyel özellikler gibi pek çok biyolojik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Zeytin yaprakları sağlıklı, güvenli, ucuz, etkili ve alternatif bir antioksidan kaynağıdır ve gıda ürünlerinin duyu ve besinsel özelliklerindeki kayıpları önleyerek raf ömrünü uzatma özelliğine sahiptir (Jemai vd. 2008; Boudhrioua vd. 2009). Zeytin yapraklarının antimikrobiyal aktivitesi ve fenolik bileşenlerinin belirlendiği bir çalışmada zeytin yaprağında kafeik asit (220,5 mg/kg), Verbazkosid (966,1 mg/kg), oleuropein (26471,4 mg/kg), luteolin (4208,9 mg/kg), rutin (495,9 mg/kg), apgenin (2333,1 mg/kg) adlı fenolik bileşiklerin bulunduğu belirlenmiştir (Pereira vd. 2007). Benavente-Garcia vd. (2000) Akdeniz diyetinde sebze ve meyvelerin ağırlıklı olduğunu ve buna bağlı olarak daha az kardiyovasküler ve kanser rahatsızlıklarının görüldüğünü, bu duruma tüketilen meyve ve sebzelerde yüksek oranda bulunan vitamin-flavonoid ve polifenol gibi biyoaktif bileşenlerin neden olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada zeytin yaprağının uzun yıllar sıtma, ateşli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı, yine aritmi ve intestinal kas spazmlarını önlediği, zeytin yaprağının major bileşeni olan oleuropein maddesinin antioksidan etkisinin olduğu, aynı maddenin virüs, bakteri, küf, mantar ve parazitlere karşı antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Uçucu bitki yağları arasında Rosaceae familyasının üyeleri gıdalarda, kozmetik ve ilaç sanayinde kullanılmaktadır. Yapılarındaki fenolik bileşikler sayesinde antioksidan, serbest radikal temizleyici, kanser önleyici, iltihap sökücü, antimitojenik, antidepresan ve antibakteriyel etki gösterdikleri bildirilmektedir (Schieber vd. 2005). Yağ gülü Türkiye’de Isparta ili civarında bol miktarda yetiştirilmekte ve gül suyu, gül yağı ve çeşitli gül içeren kozmetik ürünlerde kullanılmaktadır. Bu nedenle “Isparta gülü” olarak da bilinmektedir. Gülün kimyasal kompozisyonunda bulunan terpenler ve flavanoidlerin sayesinde antimikrobiyal ve antioksidan özellik gösterdiği bildirilmiştir (Yassa vd. 2009).

Sıcak dumanlanmış alabalıkların raf ömrü çalışmalarında kalite üzerine yoğunlaşmış, bunun yanı sıra bitki özütü ilavesinin raf ömrü üzerine etkilerine ilişkin olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Erkan vd. 2011; Erkan 2012; Çoban vd. 2014). Özellikle oksidasyonu önlemek için doğal

antioksidan özellikli bitkisel ürünlerin kullanımına yönelik çalışmalar son zamanlarda artış göstermiştir. Yapılan araştırmada gül ve zeytin yaprağının balık kalitesi üzerine etkisi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarına doğal antioksidan özellikler ihtiva eden gül ve zeytin yaprağı ekstraktları uygulanarak ürünün buzdolabı koşullarındaki raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmamızda kullanılan sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalıkları Yapağılı Köyü (Dinar/AFYON) Tarımsal Kooperatifi Alabalık Üretim ve Su Ürünleri İşleme Entegre Tesisinden temin edilmiştir. Yaklaşık 100 g ağırlığındaki 100 adet sıcak dumanlanmış alabalık filetosu vakumlu olarak satın alınmıştır. Ayrıca kimyasal kompozisyon analizleri için 3 taze 3 bütün dumanlanmış balık alınmış tüm örnekler bekletilmeksizin buz ilave edilerek strafor kutulara konulup soğuk zincir uygulanarak 1 saat içinde Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına getirilerek işleme alınmıştır. Zeytin yaprağı (*Olea europaea* L.) ekstraktı Zeytin İstasyonu firmasından (Değirmenler Mevkii, Vişneli, Kemalpaşa – İZMİR) sıvı ekstrakt olarak satın alınmıştır (Bu ekstraktın yeşil, taze toplanmış zeytin yapraklarının soğuk ortamda sıkıma dayalı bir teknik ile üretildiği firma tarafından bildirilmiştir). Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) ekstraktı olarak da yağı alınmamış %100 saf gül suyu (hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen sulu ekstrakt) kullanılmıştır. Bu ekstrakt Süleyman Demirel Üniversitesi, Gül ve Gül Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (Batı Kampüsü- Isparta) GÜLAR firmasından satın alınmıştır.

Bitki Özütlelerinin Dumanlanmış Balıklara Uygulanması

Kullanılacak en uygun zeytin yaprağı ekstraktı konsantrasyonunu belirlemek amacıyla filetoların bir kısmı bu amaçla ayrılmıştır. Yapılan deneme çalışmalarında 100'er g sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetoları 200 ml %2'lik, %3'lük, %4'lük zeytin yaprağı ekstraktı içerisinde 5 dk bekletilmiştir. Bu konuda uzman panelistlerce yapılan duyusal değerlendirmeler sonucunda en uygun konsantrasyon oranının %4 olduğuna karar verilmiş ve çalışmamızda bu oran kullanılmıştır. Kullanılacak olan gül ekstraktı da saf olarak panelistlerimizce duyusal olarak değerlendirilmiş ve saf olarak kullanılmasında karar kılınmıştır. Zeytin yaprağı ekstraktı dumanlanmış balıklara uygulanmadan önce %4 oranında saf suyla

seyreltilmiştir. Filetolara ayrı ayrı %4'lük zeytin yaprağı ekstraktı, %100 gül suyu ve kombine grup (%50 zeytin yaprağı ekstraktı + %50 gül ekstraktı) uygulanmıştır. Balıketine bitki ekstraktları, filetonun üzerine bir fırça yardımıyla sürme biçiminde uygulanmıştır.

Örnekler **K:** Dumanlanmış balık fileto (Kontrol grubu), **GE:** Gül ekstraktı uygulanmış dumanlanmış balık fileto, **ZYE:** Zeytin yaprağı (%4'lük) ekstraktı uygulanmış dumanlanmış balık fileto, **ZYEGE:** Zeytin yaprağı + gül ekstraktı uygulanmış dumanlanmış balık fileto olmak üzere 4 eşit gruba (20'şer adet) ayrılmıştır. Bitki ekstraktı uygulanmış ve uygulanmamış tüm balıklar polyamid paketlerde vakumda paketlenmiştir. Vakum paketlenmiş ürünler buzdolabında (4±1°C)'de tüketim özelliğini tamamen kaybettiği sürenin sonuna kadar depolanmıştır. Çalışmada sıcak dumanlanmış ve bitki özütü uygulanmış örneklerde besinsel bileşenlere ilişkin kimyasal analizler ve raf ömrünün tespitine yönelik kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik kalite değişimler araştırılmıştır.

Kimyasal Kompozisyon Analizleri

Taze (3 adet) ve sıcak dumanlanmış (3 adet) gökkuşağı alabalığı örneklerinin nem analizi END MX-50 otomatik nem tayin cihazı ile; ham protein miktarı Velp UD-20 protein ön yakma ünitesi ve tam otomatik Velp UDK 142 protein distilasyon ünitesi kullanılarak Kjeldahl yöntemine (Nx6,25) (AOAC 2000)'e göre; ham yağ içeriği Bligh ve Dyer (1959)'in metoduna göre; ham kül miktarı AOAC (2002)'e göre tespit edilmiştir.

Kimyasal Analizler

pH analizi için küçük parçalar haline getirilmiş örnekler ve saf su 1/10 (w/v) oranında karıştırıcıda (Waring Blender, USA) 30 saniye homojenize edildikten sonra pH metre (Hanna HI 221, Romania) ile pH değerleri ölçülmüştür (Varlık vd. 2007). Tüm örneklerin toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı Nicholas (2003) tarafından verilen yöntemin modifikasyonu ile belirlenmiştir. TBA değerinin belirlenmesi Erkan ve Özden (2008) tarafından verilen yöntemle göre yapılmıştır.

Duyusal Analizler

Örneklerin duyusal değerlendirmeleri deneyimli 10 panelist tarafından Altuğ ve Elmacı (2005)'nin bildirmiş olduğu puanlama çizelgesi kullanılarak yapılmıştır. Duyusal değerlendirmelerden önce örnekler buzdolabından çıkarılarak oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiş ve duyusal değerlendirmeleri yapılmıştır. Panelistlerden her örnekte renk, görünüm, tat, koku ve tekstür bakımından 0 ile 10 arasında bir değerlendirme yapmaları istenmiştir.

Mikrobiyolojik Analizler

Toplam mezofilik (TMA) ve psikrofil bakteri (TPA) sayımı (standart koloni sayımı), petri yüzeyine yayma metodu (ICMSF 1982) kullanılarak hesaplanmıştır. Mezofilik bakteri gelişimi için 30 °C'de 2 gün, psikrofil bakteri gelişimi için 5 °C'de 10 gün inkübe edilmiştir. Sonrasında petri kutularında oluşan kolonilere bakılarak toplam bakteri sayısı hesaplanmıştır. Koloni oluşturan birimler (kob/g) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Toplam laktik asit bakteri (LAB) sayımı için MRS (de man, Rogosa and Sharpe) agar kullanılmıştır. Petri kutuları sonrasında 30 °C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Toplam *Enterobacteriaceae* bakteri (ENTERO) sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA, Oxoid, CM0107) ile çift katlı dökme plak yöntemi (FDA 1998) kullanılmıştır. Petri kutuları sonrasında 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, SPSS programı ile varyans analizine (one-way ANOVA) tabi tutulup, önemli varyans kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile önem seviyesi $\alpha=0,05$ olarak seçilip karşılaştırılmıştır. Kimyasal kompozisyon analizlerinde student-t testi uygulanmıştır. Parametrik testin ön koşullarını sağlandığı için one-way Anova uygulanmıştır.

Bulgular

Kimyasal Kompozisyon Sonuçları

Taze ve sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalıklarının kimyasal bileşenleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'den de anlaşılacağı gibi sıcak dumanlama işlemi sonucu ürünün su içeriğinde düşüş meydana gelmiştir. Taze örneklerde % 5,03±0,04 olan yağ içeriği dumanlanmış ürünlerde %3,95±0,06 olarak belirlenmiştir. *O. mykiss*'in protein miktarı taze örneklerde %17,54±0,22 iken sıcak dumanlamanın etkisiyle %24,45±0,21'e yükselmiştir. Kül miktarı dumanlanmış ürünlerde artış göstermiştir.

Sıcak dumanlanmış bitki ekstraktı uygulanmış ve uygulanmamış gökkuşuğu alabalığı

örneklerinin depolama boyunca nem değerleri depolama boyunca dalgalanmalar göstermiştir. Çalışmamızda en yüksek nem değeri ZYEGE grubunun muhafazasının 42. gününde %75,16±0,01 olarak tespit edilmiştir. En düşük nem değeri ise K grubunun 7. gününde tespit edilmiştir (%68,09±0,02) (Çizelge 2).

Kimyasal Kalite Analiz Sonuçları

K, GE, ZYE ve ZYEGE gruplarının buzdolabı koşullarında depolanması sırasındaki kimyasal kalite değişimleri Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan pH analizlerinin sonuçlarına göre, depolama boyunca K grubu pH değeri 6,22'den 6,45 seviyesine, GE grubu pH değeri 6,24'den 6,45 seviyesine ve ZYE grubunun pH değeri 6,16'dan 6,30 seviyesine yükselmiştir. ZYEGE grubunun pH değeri ise 6,25'den 6,24'e gerilemiştir. TVB-N ve TBA değerlerinde depolama süresince önemli artışlar ($p<0,05$) gözlenmiştir. En yüksek artış kontrol grubunda görülmüştür.

Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

LAB sayısı depolama günlerine ve gruplara göre genellikle önemli ($p<0,05$) değişim göstermiştir. LAB bakımından en iyi dayanan grup ZYE grubu olmuştur. ENTERO sayısı 1,87±0,04 logkob/g (1. Gün K grubu) ile 6,64±0,15 logkob/g (42. Gün ZYE grubu) aralığında değişim göstermiş olup depolamanın tüm günlerinde gruplara göre farklılık arz etmiştir. TMA'nın tüm gruplarda günlere göre artış gösterdiği, en yüksek değere ZYE grubunda 42. günde ulaşıldığı Çizelge 4'te görülmektedir. TMA değeri bakımından gruplar karşılaştırıldığında değişimin genellikle önemli ($p<0,05$) olduğu görülmektedir. En yüksek TPA değeri depolamanın son gününde ZYE grubunda tespit edilmiştir.

Duyusal Analiz Sonuçları

Örneklerin duyusal olarak değerlendirilmesi 10 puan üzerinden yapılmıştır. Kontrol grubunda depolamanın 21. gününden sonra, GE grubunda 28.günden sonra tat analizi bozulma nedeniyle yapılmamıştır. Diğer tüm duyusal analizler yapılmış ve elde edilen değerler Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 1. Taze ve sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalıklarının kimyasal bileşenleri (Ort.±SH).

| Gruplar | %Protein | %Yağ | %Kül | %Nem |
|---------|-------------|-----------|-----------|------------|
| Taze | 17,54±0,22 | 5,03±0,04 | 1,37±0,06 | 72,64±0,07 |
| SDA | 24,45± 0,21 | 3,95±0,06 | 2,98±0,12 | 63,93±0,04 |

SDA: Sıcak dumanlanmış alabalık

Çizelge 2. Nem değerinin gruplara ve depolama günlerine göre değişimi (%) (Ort±SD).

| NEM | K | GE | ZYE | ZYEGE |
|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 69,45±0,01 ^{De} | 72,32±0,03 ^{Ad} | 71,94±0,03 ^{Cf} | 72,16±0,03 ^{Bf} |
| 7 | 68,09±0,02 ^{Cf} | 72,34±0,07 ^{Bd} | 72,51±0,10 ^{Be} | 72,82±0,03 ^{Ae} |
| 14 | 70,77±0,12 ^{Dd} | 73,80±0,08 ^{Bb} | 74,78±0,15 ^{Ab} | 73,25±0,13 ^{Cd} |
| 21 | 72,32±0,03 ^{Dc} | 73,35±0,01 ^{Bc} | 74,01±0,01 ^{Ac} | 72,77±0,22 ^{Ce} |
| 28 | 72,53±0,05 ^{Cb} | 74,21±0,08 ^{Ba} | 74,20±0,09 ^{Bc} | 74,68±0,17 ^{Ab} |
| 35 | 72,25±0,07 ^{Cc} | 72,51±0,17 ^{Cd} | 75,15±0,08 ^{Aa} | 74,14±0,05 ^{Bc} |
| 42 | 74,05±0,09 ^{Ba} | 70,74±0,14 ^{De} | 73,22±0,08 ^{Cd} | 75,16±0,01 ^{Aa} |

Aynı satırdaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Büyük harfler gruplar arasındaki farkı küçük harfler günler arasındaki farkı göstermektedir. K: Kontrol grubu, GE: Gül ekstraktı grubu ZYE: Zeytin yaprağı ekstraktı grubu, ZYEGE: kombine grup (ZYE + GE).

Çizelge 3. Tüm grupların depolama süresince kimyasal analiz sonuçları (Ort.±SD).

| Gün | Gruplar | pH | TBA (mgMDA/kg) | TVB-N (mg/100g) |
|-----|---------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1 | K | 6,22±0,03 ^{ABd} | 0,31±0,13 ^{Af} | 21,04±0,53 ^{ABf} |
| | GE | 6,24±0,02 ^{ABbc} | 0,41±0,04 ^{Af} | 22,55±0,1 ^{Acd} |
| | ZYE | 6,16±0,03 ^{Bcd} | 0,49±0,01 ^{Ae} | 20,54±0,90 ^{Be} |
| | ZYEGE | 6,25±0 ^{Ab} | 0,49±0,08 ^{Ad} | 20,92±0,35 ^{Bg} |
| 7 | K | 6,31±0,02 ^{Ac} | 0,78±0,16 ^{ABe} | 22,81±0,53 ^{Ae} |
| | GE | 6,20±0,04 ^{Bc} | 0,68±0,10 ^{Be} | 21,42±1,78 ^{Ad} |
| | ZYE | 6,09±0,05 ^{Cd} | 0,77±0,09 ^{ABd} | 21,80±0,17 ^{Ad} |
| | ZYEGE | 6,17±0,01 ^{BCbc} | 1,16±0,20 ^{Ac} | 22,81±0,53 ^{Af} |
| 14 | K | 6,45±0,01 ^{Ab} | 1,40±0,13 ^{Ad} | 22,55±0,17 ^{Be} |
| | GE | 6,30±0 ^{BCb} | 0,94±0,12 ^{Cd} | 22,81±0,18 ^{Bcd} |
| | ZYE | 6,19±0,01 ^{Cc} | 1,0±0,03 ^{BCc} | 21,04±0,17 ^{Cde} |
| | ZYEGE | 6,40±0,08 ^{ABa} | 1,30±0,13 ^{ABbc} | 24,32±0,53 ^{Ae} |
| 21 | K | 6,59±0 ^{Aa} | 1,54±0,09 ^{Acd} | 27,60±0,18 ^{Ad} |
| | GE | 6,40±0,07 ^{Ba} | 1,37±0,04 ^{Bc} | 23,94±1,06 ^{Cc} |
| | ZYE | 6,36±0,01 ^{Bb} | 1,17±0,01 ^{Cc} | 23,69±0,35 ^{Cc} |
| | ZYEGE | 6,37±0,04 ^{Ba} | 1,47±0,05 ^{ABabc} | 25,71±0,35 ^{Bd} |
| 28 | K | 6,49±0,01 ^{Ab} | 1,75±0,09 ^{Bc} | 30,13±0,86 ^{Ac} |
| | GE | 6,44±0,01 ^{Ba} | 2,41±0,14 ^{Ab} | 26,84±0,89 ^{Bb} |
| | ZYE | 6,30±0,01 ^{Cb} | 1,57±0,08 ^{Bb} | 24,45±0,35 ^{Cc} |
| | ZYEGE | 6,25±0 ^{Db} | 1,55±0,09 ^{Bab} | 27,72±0,36 ^{Bc} |
| 35 | K | 6,37±0,01 ^{Ac} | 2,11±0,15 ^{Bb} | 38,94±0,17 ^{Ab} |
| | GE | 6,42±0 ^{Aa} | 2,58±0,05 ^{Ab} | 28,86±0,53 ^{Cb} |
| | ZYE | 6,43±0,05 ^{Aa} | 1,58±0,15 ^{Cb} | 26,21±0,36 ^{Db} |
| | ZYEGE | 6,12±0,01 ^{Bc} | 1,32±0,24 ^{Cbc} | 30,75±0,35 ^{Bb} |
| 42 | K | 6,45±0,07 ^{Ab} | 3,13±0,03 ^{Aa} | 40,96±0,53 ^{Aa} |
| | GE | 6,45±0,03 ^{Aa} | 2,95±0,09 ^{Aa} | 32,01±0,35 ^{Ca} |
| | ZYE | 6,30±0,01 ^{Bb} | 1,99±0,07 ^{Ba} | 29,36±0,53 ^{Da} |
| | ZYEGE | 6,24±0,03 ^{Bb} | 1,68±0,05 ^{Ca} | 35,92±0,53 ^{Ba} |

Aynı satırdaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Büyük harfler gruplar arasındaki farkı küçük harfler günler arasındaki farkı göstermektedir. K: Kontrol grubu, GE: Gül ekstraktı grubu ZYE: Zeytin yaprağı ekstraktı grubu, ZYEGE: kombine grup (ZYE + GE).

Çizelge 4. Tüm grupların depolama süresince mikrobiyolojik analiz sonuçları (Ort.±SD).

| Gün | Gruplar | LAB | ENTERO | TMA | TPA |
|-----|---------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | K | 1,73±0,06 ^{Bd} | 1,87±0,04 ^{Cd} | 2,11±0,30 ^{Bd} | - |
| | GE | - | 2,06±0,09 ^{BCe} | 2,14±0,23 ^{Bd} | - |
| | ZYE | 1,89±0,08 ^{Bd} | 2,36±0,23 ^{Bd} | 1,82±0,18 ^{Bd} | - |
| | ZYEGE | 2,30±0,07 ^{Ad} | 3,76±0,23 ^{Ac} | 3,88±0,12 ^{Ac} | - |
| 7 | K | 2,31±0,01 ^{Bc} | 2,93±0,06 ^{Bc} | 3,33±0,21 ^{Ac} | - |
| | GE | 2,80±0,02 ^{Ad} | 3,01±0,10 ^{Bd} | 3,38±0,22 ^{Ac} | - |
| | ZYE | - | - | 1,15±0,21 ^{Be} | - |
| | ZYEGE | 1,72±0,17 ^{Ce} | 3,61±0,14 ^{Ac} | 3,35±0,04 ^{Ad} | - |
| 14 | K | 3,48±0,23 ^{Ab} | 4,21±0,15 ^{Ab} | 4,16±0,08 ^{Bb} | 3,16±0,22 ^{Cb} |
| | GE | 3,10±0,14 ^{ABc} | 3,91±0,03 ^{Bc} | 3,56±0,08 ^{Cc} | 3,79±0,13 ^{ABb} |
| | ZYE | 3,17±0,07 ^{Ac} | 3,72±0,07 ^{Bc} | 4,96±0,03 ^{Ac} | 4±0,28 ^{Ad} |
| | ZYEGE | 2,73±0,01 ^{Bc} | 3,95±0,10 ^{ABc} | 4,04±0,07 ^{Bc} | 3,38±0,50 ^{BCc} |
| 21 | K | 4,92±0,01 ^{Ba} | 7,02±0,08 ^{Aa} | 7,63±0,02 ^{Aa} | 5,48±0,01 ^{Aa} |
| | GE | 4,60±0,05 ^{Bb} | 5,16±0,07 ^{Bb} | 5,44±0,07 ^{Cb} | 5,57±0,13 ^{Cb} |
| | ZYE | 4,95±0,12 ^{Bb} | 5,20±0,15 ^{Bb} | 5,40±0,01 ^{Cb} | 5,29±0,24 ^{Ac} |
| | ZYEGE | 5,41±0,29 ^{Ab} | 5,26±0,19 ^{Bb} | 5,74±0,04 ^{Bb} | 4,52±0,09 ^{Bb} |
| 28 | K | * | * | * | * |
| | GE | 5,49±0,02 ^{Ba} | 5,75±0,09 ^{Ba} | 6,92±0,06 ^{Aa} | 6,08±0,03 ^{Aa} |
| | ZYE | 4,95±0,14 ^{Cb} | 5,39±0,06 ^{Bb} | 5,71±0,17 ^{Bb} | 6,16±0,07 ^{Ab} |
| | ZYEGE | 5,84±0,06 ^{Aa} | 6,37±0,16 ^{Aa} | 6,89±0,10 ^{Aa} | 6,08±0,03 ^{Aa} |
| 35 | K | * | * | * | * |
| | GE | * | * | * | * |
| | ZYE | 5,50±0,03 ^a | 5,49±0,04 ^b | 5,52±0,19 ^b | 5,59±0,04 ^c |
| | ZYEGE | * | * | * | * |
| 42 | K | * | * | * | * |
| | GE | * | * | * | * |
| | ZYE | 5,62±0,01 ^a | 6,64±0,15 ^a | 7,44±0,07 ^a | 7,23±0,07 ^a |
| | ZYEGE | * | * | * | * |

*Bozulmuş örnek - Üreme gerçekleşmedi. Aynı satırdaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Büyük harfler gruplar arasındaki farkı küçük harfler günler arasındaki farkı göstermektedir. K: Kontrol grubu, GE: Gül ekstraktı grubu ZYE: Zeytin yaprağı ekstraktı grubu, ZYEGE: kombine grup (ZYE + GE).

Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışmayla sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı (SDA) filetolarına bazı doğal antioksidan özellikler de ihtiva eden gül ve zeytin yaprağı ekstraktlarının uygulanmasıyla ürünün buzdolabı koşullarındaki ($4\pm 1^\circ\text{C}$) raf ömrü belirlenmeye çalışılmıştır.

Kimyasal Kompozisyondaki Değişimler

Taze gökkuşuğu alabalığının %72,64±0,07 nem, %17,54±0,22 protein, %5,03±0,04 yağ, %1,37±0,06 oranında kül içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Oğuzhan vd. (2006), aynı türle yapmış oldukları çalışmada besin kompozisyonuna

göre taze balıkta %72,31 ± 0,67 nem, %20,15 ± 0,24 protein, %1,29 ± 0,01 kül ve %4,61 ± 0,20 yağ tespit etmişlerdir. Kolsarıcı ve Özkaya (1998) yaptıkları çalışmada taze gökkuşuğu alabalığının besin kompozisyonunu %19,05±0,05 protein, % 8,45±0,65 yağ, %1,31±0,11 kül olarak belirlemişlerdir. Bu değerler yapmış olduğumuz çalışmadaki değerlerle benzerlik göstermektedir. Dumanlanmış gökkuşuğu alabalığının %63,93±0,04 nem, %24,45±0,21 protein, %3,95±0,06 yağ, %2,98±0,12 oranında kül içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Sıcak dumanlama işlemi sonrası su içeriğinde azalma, protein ve

kül içeriğinde artış görülmüştür. Sıcak dumanlanmış balıkların besin bileşenlerinin belirlendiği çalışmalarda benzer sonuçlar bulunmuştur (Salama ve Khalafalla 1993; Kolsarıcı ve Özkaya 1998; Bilgin vd. 2001; Oğuzhan vd. 2006). Sıcak dumanlama işlemi ile balıkta ısı ve tuzun etkisi ile su içeriğinde azalma olabileceği Ünal (1995) ve Sigurgisladottir vd. (2000) tarafından da bildirilmiştir.

Protein içeriğindeki artış oransal bir artış olup su kaybına bağlı gerçekleşmiştir.

Nem değerinin gruplara ve depolama günlerine göre değişimi genelde önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Depolamanın 1. günü ile son günündeki nem değerleri incelendiğinde GE grubu dışındaki tüm gruplarda önemli ($p<0,05$) bir artış olmuştur. En yüksek artış kontrol grubunda meydana gelmiştir. Bu artışlar bitki ekstraktı uygulanan gruplarda daha yüksek oranlarda olmuştur. Bu durum uygulanan prosten kaynaklanabilir (Çizelge 2).

Çizelge 5. Tüm grupların depolama süresince duyuşal değerlendirme sonuçları (Ort. \pm SD).

| Gün | Gruplar | RENK | GÖRÜNÜM | TAT | KOKU | TEKSTÜR |
|-----|---------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | K | 9,40 \pm 0,84 ^{Aa} | 9,10 \pm 0,87 ^{Aa} | 9,20 \pm 0,78 ^{Aa} | 9 \pm 0,94 ^{Aa} | 9 \pm 1,05 ^{Aa} |
| | GE | 8,40 \pm 1,07 ^{Ba} | 8,50 \pm 0,97 ^{Aa} | 7,40 \pm 1,64 ^{Ba} | 7,40 \pm 1,71 ^{Ba} | 7,70 \pm 1,41 ^{Ba} |
| | ZYE | 8,40 \pm 0,7 ^{Ba} | 8,50 \pm 0,97 ^{Aa} | 8 \pm 0,94 ^{Ba} | 8 \pm 0,66 ^{ABa} | 8,2 \pm 1,22 ^{ABa} |
| | ZYEGE | 8,30 \pm 1,33 ^{Ba} | 8,30 \pm 1,05 ^{Aa} | 7,20 \pm 1,03 ^{Ba} | 7,7 \pm 0,8 ^{Ba} | 7,7 \pm 1,15 ^{Ba} |
| 7 | K | 8,60 \pm 0,7 ^{Ab} | 8,50 \pm 0,52 ^{Aa} | 8,10 \pm 0,7 ^{Ab} | 8,20 \pm 0,78 ^{Ab} | 8,40 \pm 0,84 ^{Aa} |
| | GE | 8,20 \pm 1,39 ^{Aa} | 8,20 \pm 1,22 ^{Aa} | 6,40 \pm 1,17 ^{Bb} | 6,60 \pm 1,83 ^{Bab} | 7,30 \pm 1,49 ^{ABa} |
| | ZYE | 7,80 \pm 1,39 ^{Aa} | 7,60 \pm 1,34 ^{Aab} | 7,40 \pm 1,42 ^{Aab} | 7,60 \pm 1,07 ^{ABab} | 7,60 \pm 1,34 ^{ABab} |
| | ZYEGE | 7,50 \pm 1,50 ^{Aab} | 7,80 \pm 1,31 ^{Aa} | 7,50 \pm 0,85 ^{Aa} | 6,80 \pm 0,78 ^{Ba} | 7,10 \pm 0,99 ^{Bab} |
| 14 | K | 7,90 \pm 0,73 ^{Ab} | 7,70 \pm 0,48 ^{Ab} | 7,70 \pm 0,48 ^{Ab} | 7,30 \pm 0,82 ^{ABc} | 7,60 \pm 0,69 ^{Ab} |
| | GE | 7,60 \pm 0,69 ^{Aa} | 7,40 \pm 0,69 ^{Aa} | 6,10 \pm 0,73 ^{Cb} | 6,50 \pm 1,17 ^{Bab} | 7,20 \pm 1,13 ^{ABa} |
| | ZYE | 7,60 \pm 0,84 ^{Aab} | 7,60 \pm 0,84 ^{Aab} | 7,40 \pm 0,84 ^{ABab} | 7,50 \pm 0,7 ^{Aab} | 7,30 \pm 0,48 ^{ABab} |
| | ZYEGE | 6,80 \pm 0,78 ^{Bbc} | 7,40 \pm 0,69 ^{Aa} | 7 \pm 0,66 ^{Ba} | 6,70 \pm 0,67 ^{ABa} | 6,60 \pm 0,51 ^{Bb} |
| 21 | K | 6,40 \pm 0,96 ^{Ac} | 6,70 \pm 0,94 ^{Ac} | 6,30 \pm 0,48 ^{ABc} | 5,90 \pm 0,56 ^{Ad} | 5,30 \pm 0,82 ^{Bc} |
| | GE | 6,30 \pm 1,05 ^{Ab} | 6,10 \pm 1,50 ^{Ab} | 5,10 \pm 0,73 ^{Cc} | 5,80 \pm 1,31 ^{Ab} | 5,90 \pm 1,44 ^{ABb} |
| | ZYE | 6,70 \pm 1,15 ^{Abc} | 7,10 \pm 0,73 ^{Abc} | 7,10 \pm 1,44 ^{Aabc} | 6,70 \pm 1,76 ^{Abc} | 6,90 \pm 1,28 ^{Abc} |
| | ZYEGE | 6,40 \pm 1,34 ^{Ac} | 6,20 \pm 1,54 ^{Ab} | 5,80 \pm 1,54 ^{BCb} | 5,50 \pm 1,35 ^{Ab} | 5,40 \pm 1,26 ^{Bc} |
| 28 | K | 6 \pm 0,66 ^{Ac} | 6,30 \pm 0,82 ^{Ac} | - | 5,50 \pm 0,52 ^{Ade} | 4,90 \pm 0,73 ^{ABc} |
| | GE | 4,90 \pm 0,99 ^{Bc} | 4,70 \pm 1,41 ^{Bc} | 2,60 \pm 1,17 ^{Bd} | 3,70 \pm 1,15 ^{Bc} | 3,60 \pm 0,69 ^{Cc} |
| | ZYE | 6,40 \pm 1,07 ^{Ac} | 6,30 \pm 1,33 ^{Ac} | 6,30 \pm 2,45 ^{Abc} | 5,90 \pm 2,08 ^{Ac} | 5,90 \pm 2,13 ^{Ac} |
| | ZYEGE | 6,20 \pm 0,42 ^{Ac} | 6,10 \pm 0,73 ^{Ab} | 3,30 \pm 1,06 ^{Bc} | 4,70 \pm 1,33 ^{ABbc} | 4,20 \pm 1,13 ^{BCd} |
| 35 | K | 4,90 \pm 0,73 ^{ABd} | 4,60 \pm 0,84 ^{BCd} | - | 4,90 \pm 0,73 ^{ABe} | 4,10 \pm 0,73 ^{Bd} |
| | GE | 4,40 \pm 1,26 ^{Bcd} | 4,20 \pm 1,81 ^{Cc} | - | 3,40 \pm 1,42 ^{Cc} | 3 \pm 1,33 ^{Cc} |
| | ZYE | 5,50 \pm 1,43 ^{Ade} | 6,10 \pm 1,44 ^{Ac} | 6 \pm 0,47 ^c | 5,60 \pm 0,84 ^{Ac} | 5,80 \pm 0,78 ^{Ac} |
| | ZYEGE | 5,90 \pm 0,56 ^{Ac} | 5,60 \pm 0,70 ^{ABbc} | - | 4,20 \pm 1,47 ^{BCcd} | 3,70 \pm 1,41 ^{BCd} |
| 42 | K | 3,60 \pm 0,84 ^{Be} | 3,70 \pm 0,82 ^{Ce} | - | 4,20 \pm 0,91 ^{Af} | 3,20 \pm 0,91 ^{ABe} |
| | GE | 3,70 \pm 1,15 ^{ABd} | 3,90 \pm 0,73 ^{BCc} | - | 3,30 \pm 1,05 ^{Ac} | 2,80 \pm 0,91 ^{Bc} |
| | ZYE | 4,70 \pm 1,25 ^{Ae} | 4,50 \pm 0,84 ^{ABd} | - | 4,10 \pm 0,99 ^{Ad} | 3,90 \pm 1,10 ^{Ad} |
| | ZYEGE | 4,60 \pm 0,96 ^{ABd} | 4,80 \pm 0,78 ^{Ac} | - | 3,30 \pm 0,82 ^{Ad} | 3,30 \pm 0,67 ^{ABd} |

Aynı satırdaki farklı harfleri gösteren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Büyük harfler gruplar arasındaki farkı küçük harfler günler arasındaki farkı göstermektedir. K: Kontrol grubu, GE: Gül ekstraktı grubu ZYE: Zeytin yaprağı ekstraktı grubu, ZYEGE: kombine grup (ZYE + GE).

Kimyasal değişimler

pH'nın tazelik ve bozulma parametrelerinden biri olduğu, taze balıkta nötre yakın değerlerde olabileceği, bozulmayla birlikte azotlu bileşiklerdeki artış nedeniyle yükselebileceği belirtilmektedir (Al-Reza vd. 2015). Çalışmada tüm örneklerin pH aralığı $6,09 \pm 0,05$ (7. gün ZYE grubu) - $6,59$ (21. gün K grubu) olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm gruplarda genelde artış ve dalgalanmalar mevcuttur (Çizelge 3). Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'nin gökkuşağı alabalığıyla yapmış oldukları bir çalışmada sıcak dumanlanmış ürünlerde 6,12 olan başlangıç pH'nın 8. günde 6,44, 28. günde 6,25 ve depolama ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) sonunda ise 6,47 olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bulgularımıza benzerlik göstermektedir.

Su ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde en çok kullanılan kimyasal parametrelerden birisi de TVB-N'dir. TVB-N değerine göre kalite sınıflandırılmasında, 25 mg/100g'a kadar çok iyi, 30mg/100g'a kadar olanlara 'iyi', 35 mg/100g'a kadar olanlar da 'pazarlanabilir' olarak değerlendirilmektedir (Varlık vd. 1993). Sıcak dumanlanmış vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığı örneklerinin TVB-N değerleri depolama süresince önemli artışlar ($p < 0,05$) göstermiştir (Çizelge 3). Sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı filetolarının vakum paketlenerek $2 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de muhafazası sırasında %1 oranında kekik ve sarımsak yağının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, başlangıçta TVB-N değerleri tüm gruplarda aynı iken çalışma sonunda kontrol grubu TVB-N değerleri diğer gruplara göre daha fazla artış göstermiştir (Erkan 2012). Aytul (2010)'un zeytin yaprağı özütünün sardalya marinasyonundaki antimikrobiyal ve antioksidan değerlerini incelediği bir çalışmada filetoların TVB-N değerleri marinasyon işlemi sırasında artmıştır. Marinasyon sonunda, kontrol ve zeytin yaprağı özütlü örneklerin TVB-N değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. TVB-N değeri bakımından depolama süresince en düşük değerler ZYE grubunda görülmüştür. Grupların depolama günlerine göre değişimleri genellikle önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Verilen TVB-N limit değerlerine göre K grubunda 28. günden sonra, ZYEGE grubunda da 42. günde sınır aşılmıştır.

Su ürünlerinin bozulmasına yol açan faktörlerden biri de yağ oksidasyonudur. Oksidatif proses, otooksidasyon, oksijen ile doymamış yağların reaksiyonu sonucu oluşur. Sonuçta oluşan hidroperoksitler balık dokusunda renk değişimine sebep olur. Bu bileşiklerin indirgenmesiyle acı tattaki aldehit ve ketonlar oluşur. Bu bileşiklerden biri malonaldehit olup TBA değerinin ölçümünde

kullanılır (Huss 1995). Varlık vd. (1993)' ne göre TBA sayısı 3'ten az, iyi bir üründe 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 7-8 arasındadır. TBA değeri sıcak dumanlanmış balık örneklerinde depolamaya bağlı olarak tüm gruplarda genellikle önemli ($p < 0,05$) artışlar göstermiş ancak bu artışlar düşük seviyelerde olmuştur. Yaptığımız çalışmada depolamanın son gününe kadar TBA sınır değerleri aşılmamıştır (Çizelge 3). Sıcak dumanlanmış vakum paketlenmiş %1 oranında kekik yağı ve sarımsak yağı uygulanmış gökkuşağı alabalığıyla yapılan bir çalışmada başlangıçta TBA değeri 0,77 mgMDA/kg olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda 3 hafta sonunda en yüksek değere ulaşan TBA miktarı daha sonra düşmüştür (Erkan 2012). Benzer sonuçlar yaptığımız çalışmada da belirlenmiştir. Antioksidan özelliği olduğu bildirilen (Yassa vd. 2009) gülün TBA değeri açısından önemli bir etkisi olmamıştır.

Mikrobiyolojik Değişimler

Gıdalarda mikrobiyolojik yük, gıdanın kalitesi ile direkt ilişkilidir. Su ürünlerinde raf ömrünün belirlenmesinde mikrobiyolojik analizler en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bu çalışmada depolama süresince örneklerin LAB, ENTERO, TMA, TPA analizleri yapılmış, 1. ve 7. günlerde hiçbir örnek grubunda TPA analiz sonuçlarına göre üreme görülmemiştir. Yapılan bu çalışmada mikrobiyolojik ölçüt olarak alınan bakteri çeşitlerinde depolamanın başında tüm örnek gruplarında değerler oldukça düşüktür. LAB üremesi birinci depolama gününde GE grubunda görülmemiş, K - ZYE grupları arasındaki fark önemsiz ($p > 0,05$) K-ZYEGE ve ZYE-ZYEGE arasında önemli ($p < 0,05$) değişim görülmüştür. 14. ve 21. günde LAB açısından K-GE-ZYE arasındaki fark önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. ENTERO bakterilerin değişimin depolamanın ilk günü GE-ZYE arasında, 7. gün K-GE arasında 21. gün K hariç diğer gruplar arasında, 28 gün GE-ZYE arasında önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Her bir deneme grubunun depolama günlerine göre değişimi tüm bakteri gruplarında genellikle önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Depolamaya göre bakteri sayılarında genel bir artış olmuştur.

Depolamanın 7. gününde ZYE grubunda LAB, ENTERO ve TPA bakteri gruplarında üreme gözlenmemiş olup, TMA bakterilerinde de belirli bir düşüş gözlenmiştir. Bu dalgalanmalar ZYE'nin balıkentinin içine daha fazla nüfuz etmiş olup, üründe göstermiş olduğu antimikrobiyal etkiden kaynaklanmış olabilir. Aytul (2010), sardalya filetolarının marinasyon solusyonundaki zeytin yaprağı ekstraktının laktik asit bakterileri, toplam bakteri miktarı, maya ve küf miktarını çok az

etkilediğini, marinasyon sırasında da psikrofilik bakteri sayılarında herhangi bir ek etkisi görülmediğini bildirmiştir. Ahmed vd. (2014)'nin Yeşil kaplan karidesinde zeytin yaprağı ekstraktının mikrobiyolojik etkisini araştırdığı bir çalışmada, % 2 ile OLE (Zeytin yaprağı ekstraktı) konsantrasyonu uygulamasının yeşil kaplan karidesinde, mikrobiyal yükün kontrol edilmesinde yararlı bir etkisi olduğu bildirilmiştir. Zeytin yapraklarının antimikrobiyal etkileri ve fenolik bileşiklerinin tespitine ilişkin yapılan bir çalışmada zeytin yaprağı ekstraktının antibakteriyel ve antifungal etkisi olduğu saptanmıştır (Pereira vd. 2007). Yaptığımız çalışmada en iyi sonuç zeytin yaprağı ekstraktı uygulanan gruptan alınmıştır. Mezofilik ve psikrofilik bakterilerin kabul edilebilirlik sınırı olan 7 log kob/g (ICMSF 1986) değeri ZYE grubu için 42. depolama gününde aşılmıştır.

Toplam bakteri sayısının iyi bir üründe 5,7 log kob/g, tavsiye edilen maksimum sınır değer 7 log kob/g'dır (ICMSF,1986). Buna göre limit değere K grubunda ENTERO ve TMA için 21. günde, TMA için GE ve ZYEGE grubunda 28. günden sonra, ZYE grubunda da 42. günde TMA ve TPA değerleri ulaşmıştır. Yassa vd. (2009) gülün antimikrobiyal özelliği olduğunu bildirmiştir. Çalışmada GE ve ZYEGE gruplarının raf ömürleri, kontrol grubuna göre daha uzun olmuştur.

Duyusal Değişimler

Duyusal analiz, su ürünleri işlemeciliğinde kalitenin ve tazeliğin belirlenmesinde önemli role sahiptir (Çaklı 2007). Sıcak dumanlanmış ve işlem uygulanmış vakum paketlenmiş gökkuşuğu alabalığı örneklerinde depolama süresince haftada bir kez duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Tat analizleri, diğer raf ömrü analiz sonuçları dikkate alınarak panelistlere test ettirilmiştir. K grubunun 21. gün, GE grubunun 28. gün, ZYE grubunun 35. gün, ZYEGE grubunun 28. günden sonra tat değerlendirmesi yapılmamıştır (Çizelge 5). Erkan (2012), sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı filetolarına kekik ve sarımsak yağı uygulanarak vakum paketlenmiş örneklerde, duyusal olarak kontrol grubu örneklerinin 5 hafta diğer örnek gruplarının daha uzun süre tazelikleri koruduğunu belirlemiştir. Bu durum yapmış olduğumuz çalışmayla benzerlik göstermektedir. GE grubu her örneklemede en beğenilmeyen grup olmuştur. Panelistler gül tadı ve kokusunun balıkta alışılmadık bir lezzet ve koku olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak renk görünüm ve tekstür açısından diğer gruplardan çok farklı olmadığı görüşü ortaya çıkmıştır.

1. örnekleme gününde bilinen bir lezzet olduğu için en çok K grubu tüm parametreler açısından

beğenilmiştir. Genel olarak tüm örnekleme günlerinde ZYE grubu GE grubuna göre daha çok beğenilmiştir. Her ikisini eşit oranda ihtiva eden ZYEGE grubu genellikle renk, görünüm, tat, koku ve tekstür değerlerinin tamamı bakımından ZYE'nin altında kalmıştır. İşlenmiş su ürünlerinde gül içeren bir çalışma olmadığı için karşılaştırma yapılamamıştır.

Raf ömrü belirlenmesinde mikrobiyolojik analizler baz alınmış olup depolama boyunca diğer analizlerde bozulma sınırı tüm örneklerde geçilmemiştir. Buna göre (K) grubu mikrobiyolojik olarak 21. gün ilk bozulan gruptur. Diğer gruplarda bitki ekstraktlarının etkisiyle bozulma gecikmiştir. (GE) grubu 28. gün, (ZYE) grubu 42. gün, (ZYEGE) grubu 28. günden sonra mikrobiyolojik limit değerlerin aşıldığı ve TVB-N değerlerinde de mikrobiyolojik bozulmayla doğru orantılı olarak bozulma görülmüştür. Zeytin yaprağı ve gül ekstraktları uygulanan sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinde kimyasal, mikrobiyolojik, duyu analizi sonuçları değerlendirildiğinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle zeytin yaprağı ekstraktı antimikrobiyal etki göstererek mikroorganizma gelişimi sınırlanmış, aynı zamanda da diğer gül içeren gruba göre duyu açıdan daha fazla beğenilmiştir ve raf ömrünü uzatmıştır. Ayrıca zeytin yaprağının insan sağlığı üzerindeki antioksidan, hipoglisemik, antihipertansif, antimikrobiyal ve antiaterosklerotik etkileri yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (El ve Karakaya 2009). Hem duyu açıdan hem de sağlığa olan faydaları nedeniyle zeytin yaprağı ekstraktının su ürünleri ile birlikte değerlendirilebileceği, böylelikle tüketiciye alternatif bir ürün sunulabileceği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarının su ürünlerinin raf ömrünün artmasında pozitif sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Muhafaza süresinin doğal katkı maddeleri ile uzatılması üreticiler ve tüketiciler açısından önemli bir gelişmedir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 3770-YL1-13).

Kaynaklar

- Ahmed AM, Rabii NS, Garbaj AM, Abolghait SK. 2014. Antibacterial effect of olive (*Olea europaea* L.) leaves extract in raw peeled undeveined shrimp (*Penaeus semisulcatus*). *Int J Vet Sci Med.* 2(1):53-56.
doi:10.1016/j.ijvsm.2014.04.002
- Akhtar P, Gray JL, Gornaa EA, Booren AM. 1998. Effect of dietary components and surface application of oleoresin rosemary on lipid stability of rainbow trout

- (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated and frozen storage. *J Food Lipids*, 5(1):43-58. doi: 10.1111/j.1745-4522.1998.tb00106.x
- Al-Reza S, Karmaker S, Hasan M, Roy S, Hogue R, Rahman N. 2015. Effect of traditional fish processing methods on the proximate and microbiological characteristics of *Laubuka dadiburjori* during storage at room temperature. *J Fish Aquat Sci* 10(4):232-243. doi: 10.3923/jfas.2015.232.243
- Altuğ T, Elmacı Y. 2005. Gıdalarda duyuşal değerlendirme. İzmir: Meta basım 150 s.
- Anonim. 2013. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). Ankara: Su ürünleri istatistikleri. Yayın No: 4349, 61s.
- AOAC. 2000. AOAC official method 940.25 nitrogen (total) in seafood. First action 1940, Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition.
- AOAC. 2002. Ashes content. 920.153 Official method of analysis (17th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- Aytul K. 2010. Antimicrobial and antioxidant activities of olive leaf extract and its food applications, A Thesis Submitted to, the Graduate School of Engineering and Sciences of, İzmir Institute of Technology in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Biotechnology.89p
- Benavente-Garcia O, Castillo J, Lorente J, Ortuno A, Del Rio JA. 2000. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. Leaves. *Food Chem* 68(4):457-462. doi:10.1016/S0308-8146(99)00221-6
- Bilgin Ş, Ünlüsayın M, Gülyavuz H. 2001. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'un farklı işleme yöntemlerine göre değerlendirilmesi ve kimyasal bileşenlerinin tespiti. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 25:309-312.
- Bligh EG, Dyer WS. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol.* 37(8):911-917. doi: 10.1139/o59-099
- Boudhrioua N, Bahloul N, Slimen B.I, Kechaou N. 2009. Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves. *Ind Crops Prod*, 29(2-3):412-419. doi:10.1016/j.indcrop.2008.08.001
- Boziaris IS, Proestos C, Kapsokefalou M, Komaitis M. 2011. Antimicrobial effect of filipendula ulmaria plant extract against selected foodborne pathogenic and spoilage bacteria in laboratory media, fish flesh and fish roe product. *Food Technol. Biotechnol.* 49(2):263-270.
- Çaklı Ş. 2007. Su ürünleri işleme teknolojisi. Cilt 1. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi 696 s.
- Çetinkaya S. 2013. Vakum paketli pişirilen (Sous-Vide) Gökkuşaağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın soğuk depolanması sırasında kalite özelliklerine doğal antioksidanların etkisi [Doktora Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi. 142 s.
- Çoban ÖE, Patır B, Yılmaz Ö. 2014. Protective effect of essential oils on the shelf life of smoked and vacuum packed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.1792) filets. *J Food Sci Technol* (October 2014) 51(10):2741-2747 doi: 10.1007/s13197-012-0795-8
- El SN, Karakaya S. 2009. Olive tree (*Olea europaea*) leaves: potential beneficial effects on human health. *Nutr Reviews* 67(11):632-638. doi:10.1111/j.1753-4887.2009.00248.x
- Erkan N, Özden Ö. 2008. Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *Int J Food Sci Technol.* 43(9):1549-1559. doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01579.x
- Erkan N, Ulusoy Ş, Tosun Ş. 2011. Effect of combined application of plant extract and vacuum packed treatment on the quality of hot smoked rainbow trout. *J Verbr Lebensm.* 6(4):419-426. doi: 10.1007/s00003-011-0665-8
- Erkan N. 2012. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Bioprocess Technol* 5(4):1246-1254. doi : 10.1007/s11947-010-0412-7
- FDA. 1998. Food drug administration. Fish and fisheries products hazards and controls guide, (2nd ed.). (p. 276) Washington, DC: FDA, Office of Seafood.
- Huss HH. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper.* 348, 195pp.
- ICMSF. 1982. International commission on microbiological specification for food. microorganisms in foods. their significance and method of enumeration. 2nd ed, eds. R. P. Elliotögt, D. S. Clark, K. H. Lewis, H. Lundbeck, J. C. Olsen and J. B. Simonsen, Vol. 1, University of Toronto Press, London. ICMSF, Microorganisms in foods. sampling for microbiological analysis: Principles and scientific applications, 2nd Edition, Vol. 2. University of Toronto Press, Toronto, Canada, pp. 181-196
- ICMSF. 1986. International commission on microbiological specifications for foods. microorganism in food. 2nd ed., Toronto, 278 p.
- Jemai H, Buaziz M, Fki I, Feki AE, Sayadi S. 2008. Hypolipidimic and antioxidant activities of oleuropein and its hydrolysis derivate-rich extracts from chemlali olive leaves. *Chemico-Biological Interactions*, 176(2-3):88-98. doi:10.1016/j.cbi.2008.08.014
- Kolsarıcı N, Özkaya Ö. 1998. Gökkuşaağı alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. *Turk Vet Anim Sci.* 22(3):273-284.
- Kuş B. 2012. Altınotu ve ökseotu bitki ekstratlarının alabalık filetosu üzerindeki antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi. 96s.
- Nicholas T. 2003. Antimicrobial use of native and enzymatically degraded chitosans for seafood applications [Yüksek Lisans Tezi]. B.S. University of Maine. 144p.
- Oğuzhan P, Anış S, Haliloęlu Hİ, Atamanalp M. 2006. Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında sıcak tütsüleme sonrası kimyasal kompozisyon değişimleri, *Ege Üni Su Ürün Derg.* 23(1/3): 465-466.

- 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. *European Food Research Technology*, 220(5):514-519.
doi: [10.1007/s00217-004-1113-0](https://doi.org/10.1007/s00217-004-1113-0)
- Pereira AP, Ferreira ICFR, Marcelino F, Valentão P, Andrade PB, Seabra R, Estevinho L, Bento A, Pereira JA. 2007. Phenolic compounds and antimicrobial activity of olive (*Olea europaea* L. Cv. Cobrançosa) leaves. *Molecules*. 12(5):1153-1162.
doi: [10.3390/12051153](https://doi.org/10.3390/12051153)
- Salama NA, Khalafalla GM. 1993. Chemical, bacteriological and sensory changes in eel fish (*Anguilla vulgaris*) during smoking and storage. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 44, 1-24 pp.
- Serdaroğlu M, Felekoğlu E. 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. *Journal of Food Quality*, 28(2):109-120.
doi: [10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x)
- Schieber A, Mihalev K, Berardini N, Mollov P, Carle R. 2005. Flavonol glycosides from distilled petals of *Rosa damascena* Mill. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 60(5-6):379-384.
doi: [10.1515/znc-2005-5-602](https://doi.org/10.1515/znc-2005-5-602)
- Sigurgisladottir S, Sigurlardottir MS, Torrissen O, Vallet JL, Hafsteinsson H. 2000. Effects of different salting and smoking process on the microstructure, the texture and yield of atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Food Res Int*. 33:847-855
doi:[10.1016/S0963-9969\(00\)00104-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00104-6)
- TUİK 2015. Yetiştiricilik üretimi - Aquaculture production. [Erişim tarihi: 08 Ara 2015]. Erişim Adresi:http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=696
- Ünal G. 1995. Gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) tütsülenmesi ve bazı kalite kriterlerinin tespiti üzerine bir araştırma [Doktora Tezi]. Ege Üniversitesi. 120 s.
- Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H. 1993. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Ankara Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:17, 174s.
- Varlık C, Özden Ö, Erkan N, Alakavuk DÜ. 2007. Su ürünlerinde kalite kontrol. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 202s.
- Yassa N, Masoomi F, Rankouhi SR, Hadjiakhoondi A. 2009. Chemical composition and antioxidant activity of the extract and essential oil of *Rosa damascena* from Iran, Population of Guilan. *DARU J Pharm Sci*, 17(3):170-175.