



İşlenmiş alabalık yumurtalarının raf ömrüne katkı maddelerinin etkisi

Bibi Aaishah OLLEE¹, Özkan ÖZDEN²

Cite this article as:

Ollee, B.A., Özden, Ö. (2021). İşlenmiş alabalık yumurtalarının raf ömrüne katkı maddelerinin etkisi. *Aquatic Research*, 4(4), 331-342.

<https://doi.org/10.3153/AR21028>

¹ İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü, Vezneciler, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri
Fakültesi, Ordu Cad. No:8 Laleli Fatih,
İstanbul, Türkiye

ORCID IDs of the author(s):

B.A.O. 0000-0002-1358-7424

Ö.Ö. 0000-0001-8780-480X

Submitted: 18.04.2021

Revision requested: 29.04.2021

Last revision received: 07.05.2021

Accepted: 08.05.2021

Published online: 25.05.2021

Correspondence:

Bibi Aaishah OLLEE

E-mail: aaish0703@gmail.com



© 2021 The Author(s)

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Yetiştiricilik alanındaki, tür çeşitliliğinin doğal kaynaklarla karşılaştırılmayacak kadar az olması, yetiştiriciliği yapılan balıklarda arz ve talebe bağlı bölgesel veya aşırı/dengesiz fiyat düşüşlerine sebep olmaktadır. Bu fiyat düşüşlerinin aksine porsiyonluk balık üretim maliyetleri ise yıldan yıla artmaktadır. Bu durum özellikle Avrupa'nın en büyük üreticisi olan Türkiye'de alabalık fiyatlarını etkilemektedir. Türkiye tüketim piyasası için uzun raf ömrüne sahip delikat (lezzetli-nefis) ürünlerin geliştirilmesi önemlidir. Bu çalışmada da işlenmiş gökkuşuğu alabalık yumurtalarının daha uzun dayanım raf ömrünü belirlemek üzere katkı maddelerinin etkisi incelenmiştir. Çalışmada sağım yoluyla temin edilen gökkuşuğu alabalığı yumurtaları %10'luk salamura ile temizlendikten sonra 40 saat boyunca kuru tuzlama (%7.5) yapılmıştır. Ardından %5'lik tuz salamurası ile yıkanmış, kuruma işleminden sonra muamelesiz (kontrol) bırakılan ve %1 oranlarında sıvı duman, kekik, limon, keten veya üzüm çekirdeği yağları ile muamele edilen toplam 6 gruba ayrılmıştır. Bu şekilde ayrılan balık yumurtaları cam kavanozlara yerleştirilmiş ve ısı işlem uygulaması yapılmadan buzdolabı koşullarında depolanmıştır. Sıvı duman ve esansiyel yağ uygulanan ürünlerin duyu analizleri sonucunda panelistler tarafından olumlu geri dönüşler alınmıştır. Sıvı duman uygulanan grup mikrobiyolojik açıdan en güvenli gruptur ve analiz süresi boyunca tüketilebilir özelliklerini kaybetmemiştir. Üzüm çekirdeği yağı uygulanan işlenmiş alabalık yumurtalarının raf ömrü 50 gün, kekik yağı uygulanan grubun 30 gün, keten ve limon yağı uygulanan grupların ise raf ömrü 10 gün olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alabalık, *Oncorhynchus mykiss*, Balık yumurtası, Sıvı duman, Esansiyel yağlar, Katkı maddeleri, Raf ömrü

ABSTRACT

The effect of additives on the shelf life of processed trout eggs

The fact that the diversity of species in the aquaculture sector is too low to compare with natural resources causes regional or excessive/unbalanced price decreases in aquaculture depending on supply and demand. In contrast to these price decreases, portion fish production costs are increasing year by year. This situation affects trout prices especially in Turkey, which is the biggest producer in Europe. It is important to develop delicate (tasty-delicate) products with a long shelf life for the Turkish consumer market. In this study, the effects of natural and synthetic additives were investigated to determine the longer shelf life of processed rainbow trout eggs. In this study, rainbow trout eggs obtained by stripping were cleaned with 10% brine, followed by dry salting (7.5%) for 40 hours. Then they were washed with 5% salt brine, left untreated (control) after drying, and divided into 6 groups, which were treated with 1% liquid smoke, thyme, lemon, flax, or grapeseed oils. The rainbow trout eggs were placed in glass jars and stored under refrigerator conditions without heat treatment. According to the sensory analysis results of the liquid smoke and essential oil applied products positive feedback has been received from the panelists. The liquid smoke applied group was the safest group in terms of microbiology and did not lose its consumable properties during the analysis period. The shelf life of processed trout eggs to which grapeseed oil was applied was 50 days, 30 days for the group treated with oregano oil, 10 days for the groups treated with flax and lemon oil.

Keywords: Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Fish eggs, Essential oils, Liquid smoke, Additives, Shelf life

Giriş

Su ürünleri tüketiminde işlenmiş balık yumurtası besin bileşimi ve gastronomik özellikleri bakımından tüketici nezdinde talep gören besin kaynaklarından biridir. Geleneksel işlenmiş balık yumurtalarından yapılan ürünler (mersin havyarı, mumlu kefal yumurtası, tuzlanmış turna ve sazan yumurtaları vs.) dünyada olduğu gibi Türkiye’de de (ağırlıklı kıyı şeritlerinde) katma değeri yüksek ve gurme tercihler nezdinde tüketimi olan gıda maddeleridir. Giderek artan su ürünleri yetiştiricilik çalışmalarına bağlı olarak, bu tarz geleneksel ürünlere farklı balık yumurtalarının da işlenmesi eklenmiş ve pazara sunulmuştur.

Salmo salar, *Oncorhynchus kisutch* ve *Oncorhynchus mykiss* yetiştiriciliği yapılan balıklar arasında en çok yumurtaları işlenen türlerdir. Bu anlamda mersin havyarı gibi popülerite kazanarak Rusya ve Japonya’da “Ikura” olarak adlandırılan özel ürünlere dönüşmüştür (Bledsoe ve Rasco, 2006). Aynı zamanda alabalık yumurtalarının işlenmesi mersin balığı türlerinin korunmasına yönelik bir faaliyet olarak değerlendirilmekte ve bu işlemle elde edilen ürün mersin balığından elde edilen havyara göre daha erişilebilir bir arza yardımcı olmaktadır (Machado ve diğ. 2015). Alabalıktan yapılan işlenmiş yumurta ürünleri, bölgesel üreticiler için ekonomik açıdan daha ucuz ve karlı olduğundan ürün çeşitliliğinin oluşumuna da katkı sağlamaktadır. Bazı kaynaklarda işlenmiş alabalık yumurtalarının mersin balığı havyarıyla mukayesesinde tane büyüklüğü bakımından daha büyük ve tat ve koku bakımından daha lezzetli olduğu da belirtilmektedir (Villegas, 2014). Salmonidae familyasından elde edilen bu ürünlerin renk skalası balığın beslenmesine bağlı olarak sarıdan-kırmızıya (somon rengi dahil) kadar değişik varyasyonlar sunmaktadır. Bu çeşitlilik ve son yıllardaki bu ürünlerin piyasalardaki arzı tüketici grupları tarafından benimsenmesine ve tüketim artışına katkı sağlamaktadır.

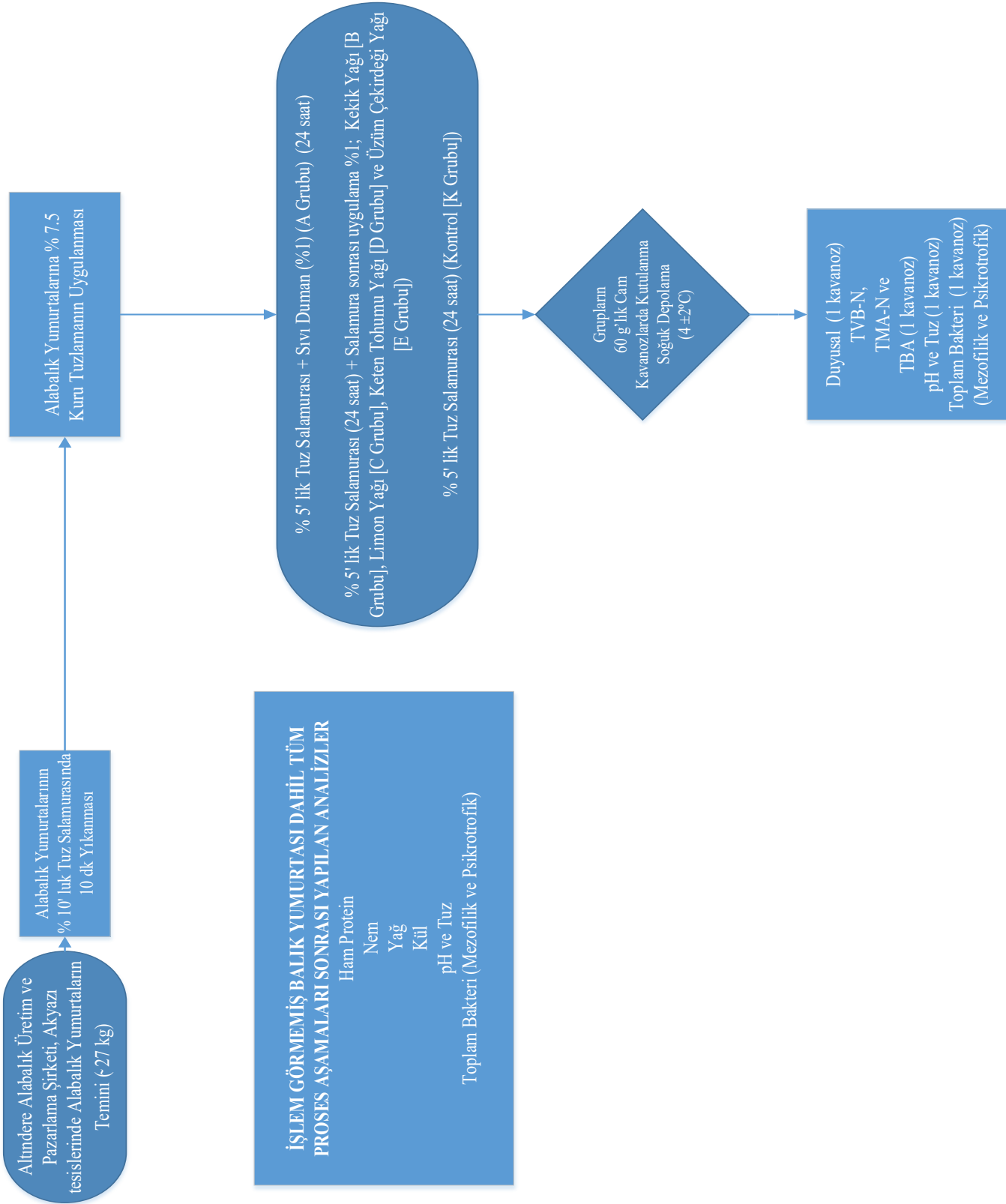
Güvenli olmayan gıda ve su tüketimi yaklaşık olarak 2 milyon insanın ölümüyle dünyada ilişkilendirilmektedir (WHO,

2015). Bu anlamda gıda güvenliğine yönelik doğal ve yapay gıda katkılarının kullanımı değerlendirilmektedir. Tüketicilerin genel tercihi ise ağırlıklı yapay koruyucu katkı maddeleri içermeyen gıdalara yönelik olmaktadır (Holley ve Patel, 2005; Erkan ve Bilen, 2010; Mastromatteo ve diğ. 2011). Tüketici nezdinde gıda güvenliğine yönelik istenen raf ömrü beklentilerinin karşılanabilmesi için engel teknolojileriyle birlikte kullanılabilir yeni alternatif yöntemlerin değerlendirilmesini gerektirmektedir (Burt, 2004). Bu ürünlerde pastörizasyon uygulaması ile daha uzun süreli raf ömrü kazandırılabilirken aroma/tat üzerindeki değişimlerde olumsuz etki söz konusu olabilmektedir. Ayrıca tuz konsantrasyonu ve depolamadaki sıcaklık, işlenmiş yumurtaların korunmasında her zaman etkili değildir (Fioretto ve diğ. 2005). Son dönemlerde ise gıdaları korumaya ve raf ömrü artışına yönelik bitkisel kökenli katkı maddeleri uygulamaları konusunda artan bir ilgi vardır (Holley ve Patel, 2005).

Yapılan bu çalışma ile ülkemizde yüksek üretim potansiyeline sahip olan ve sektör için yeni bir ihracat alternatifi oluşturabilecek gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*, 1792) işlenmiş yumurtalarında katkı maddesi sıvı duman ile kekik, limon, keten ve üzüm çekirdeği esansiyel yağlarının kullanım etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan alabalık (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*, 1792) yumurtaları Altındere Alabalık Üretim ve Pazarlama Şirketi’nden (Akyazı/Sakarya), toplam 41 balıktan sağım yoluyla 26.95 kg olarak temin edilmiştir. İlgili tesisten alınan yumurtalar İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarına soğuk zincir koşullarında nakledilerek ürün işleme ve analiz çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 1. İşlenmiş alabalık yumurtalarının çalışma hazırlıkları ve tasarımı

Figure 1. Study preparations and design of processed trout eggs

Toplam tuz içeriği Varlık ve diğ. (2007), besin bileşimi analizlerinden protein tayini AOAC 928.08 Kjeldahl metoduyla (AOAC, 1998a), yağ analizi Weilmeier ve Regenstein (2004) tarafından önerilen metodun Özden ve diğ. (2007) tarafından modifiye edilmiş versiyonu kullanılarak, nem analizi AOAC 980.46 (1998b)' ya göre, kül analizi AOAC 938.08 (1998c) metoduna göre yapılmıştır. Antonacopoulos ve Vyncke (1989) tarafından verilen yöntemle göre toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi yapılmıştır. trimetilamin (TMA-N) ve tiyobarbitirik asit (TBA) analizi Erkan ve Özden'e (2008) göre yapılarak hesaplaması standartların eğrileri üzerinden oluşturulan denklem vasıtasıyla seyreltme faktörünün kullanımıyla yapılmıştır. pH Vyncke, 1981 göre gerçekleştirilmiştir. Toplam mezofilik ve psikrotrofik aerobik bakteri sayımı için FDA'nın (1984) dökme plak yöntemi kullanılmak suretiyle steril kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Alabalık yumurtalarındaki mezofilik aerobik mikroorganizmaların tayini dökme plak yöntemi ile Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) besiyerine ekilip 37°C' de 24-48 saat inkübasyon sonrası sayılarak yapılmıştır. Psikrotrofik bakteri yükü dökme plak yöntemi kullanılmak suretiyle 7°C' da 10 gün inkübasyon yapılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Tüm mikrobiyolojik sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir. Duyusal analizlerde, Varlık ve diğ. (2007) tarafından önerilen duyusal skalanın, işlenmiş alabalık yumurtalarına modifiye edilmesi ile oluşturulan hedonik skala kullanılmıştır. Analizler raf ömrü süresince, 3 bay ve 7 bayan olmak üzere toplam 10 deneyimli panelistin (yaş aralığı 25-45) katılımıyla oda sıcaklığındaki laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Duyusal skalada 10-9 puan arası "mükemmel"; 8,9-8 puan "çok iyi"; "7,9-6" iyi; "5,9-5" Yeterli ve "<4,9" tüketilmez olarak değerlendirilmiştir.

Tüm çalışma boyunca deneyler 3 paralelli yapılmış, işlenmiş alabalık yumurtalarının deneysel sonuçlarının grupları arasındaki fark için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile TUKEY istatistiksel değerlendirme yöntemi kullanılmıştır ($p < 0,05$) (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002).

Bulgular ve Tartışma

Havyar başta olmak üzere değişik balık yumurtaları, dünyada farklı konsantrasyonlardaki tuz ve koruyucu katkı maddelerinin çeşitli teknikler uygulanmasıyla yapılan, tüketiciler nezdinde yoğun bir talep gören "delikat" ürünlerdir. İşletmede sağımı yapılan alabalık yumurtalarının işlenmesi sırasında tuz geçişlerini ve son ürünlerdeki tuz miktarını belirlemek amacıyla tuz geçişi takip edilmiştir (Şekil 2). Ham materyal tuz miktarı 0.52 ± 0.02 olarak tespit edilirken, kuru tuzlama (7.5 tuz uygulaması) sonrası bu değer yumurtada 3.50

± 0.04 'e yükselmiştir. Salamura ve salamura+sıvı duman uygulama aşamasında tuz geçişinde artış devam etmiştir. Ürünlerin gruplandırılması sürecinde ise soğuk depolamanın 10. gününde yapılan kontrollerde A, B, C, D, E ve K grubu için bu değerler sırasıyla 5.67 ± 0.04 , 5.71 ± 0.16 , 5.03 ± 0.02 , 4.59 ± 0.00 , 5.42 ± 0.00 ve 5.36 ± 0.00 olarak bulunmuştur. İstatistiksel anlamda tuz miktarı bakımından A ve B grubu arasında fark bulunmazken ($p > 0.05$) diğer gruplar arasında fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Besin bileşimleri yönünden değerlendirildiğinde ürünler diğer balık yumurta ürünlerinden farklı çıkmamış ve balık eti gibi yüksek oranda protein ile yağ içerdiği de tespit edilmiştir. Protein değerleri işleme sürecinde bir miktar düşüş göstermiş, benzer sonuç yağ miktarlarında da tespit edilmiştir. Nem miktarı salamura öncesinde tuzlamaya bağlı olarak düşme eğilimi göstermekle birlikte salamura süresince başlangıç değerine göre artmıştır. Kül değerleri ise tüm bu süreçte istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir ($p < 0,05$) (Şekil 3).

Gökkuşuğu alabalıklarında Mahmoud ve diğ. (2008) işlenmiş yumurtaların besin bileşim içeriklerini $28,5$ protein, $9,6$ yağ, $57,0$ nem ve $1,3$ kül olarak tespit etmişlerdir. *Oncorhynchus tshawytscha* yumurtasının besin bileşimi ise $26,16$ protein, $10,59$ yağ, $55,60$ nem ve $1,42$ kül olarak belirlenmiştir (Bekhit ve diğ. 2009). İnanlı ve diğ. (2011) ise yapmış oldukları çalışmada gökkuşuğu alabalığı yumurtasında bu değerleri sırasıyla $24,77$, $11,65$, 61 ve $2,15$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, daha önce değişik araştırmacılar tarafından ortaya konan değerlerle uyumluluk içerisindedir. Yine de unutulmamalıdır ki balık yumurtaları ve havyarlarının kimyasal kompozisyonu balık türüne, yumurtanın olgunluğuna, yumurtalık içerisindeki yumurta miktarına, balığın beslenmesine, balık olgunluğuna, hasat mevsimine ve işleme şartları/tekniklerine bağlı değişkenlikler gösterebilmektedir (Bekhit ve diğ. 2009; Shirai ve diğ. 2006; Mahmoud ve diğ. 2008). İşlenmiş balık yumurtalarının kimyasal kompozisyonu balık türüne ve işleme tekniklerine göre değişmektedir (İnanlı ve diğ. 2010). Gessner ve diğ. (2002)' ne göre tuzlu salamura uygulanmış örneklerin su içeriğindeki artıştan dolayı protein, yağ ve kül miktarlarında bir miktar düşüş olmaktadır. Kül değerindeki benzer değişimden Pourashouri ve diğ. (2015) de bahsetmiş bunun da su emiliminden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Martinez ve diğ. (2007) *Salmo salar* yumurtalarında sıvı duman uygulaması sonrası nem miktarının diğer gruplara göre daha düşük olduğunu ifade etmiştir. Himelbloom ve Crapo (1997) da *Oncorhynchus gorbuscha* yumurtalarını doymuş salamura tuzlamış ve besin bileşim (protein, yağ, nem ve kül) değerlerini $31,8$, $11,0$, $49,3$ ve 7 olarak vermişlerdir. Sonuçlar literatür ile uyumlu bir şekilde işleme süreçlerine

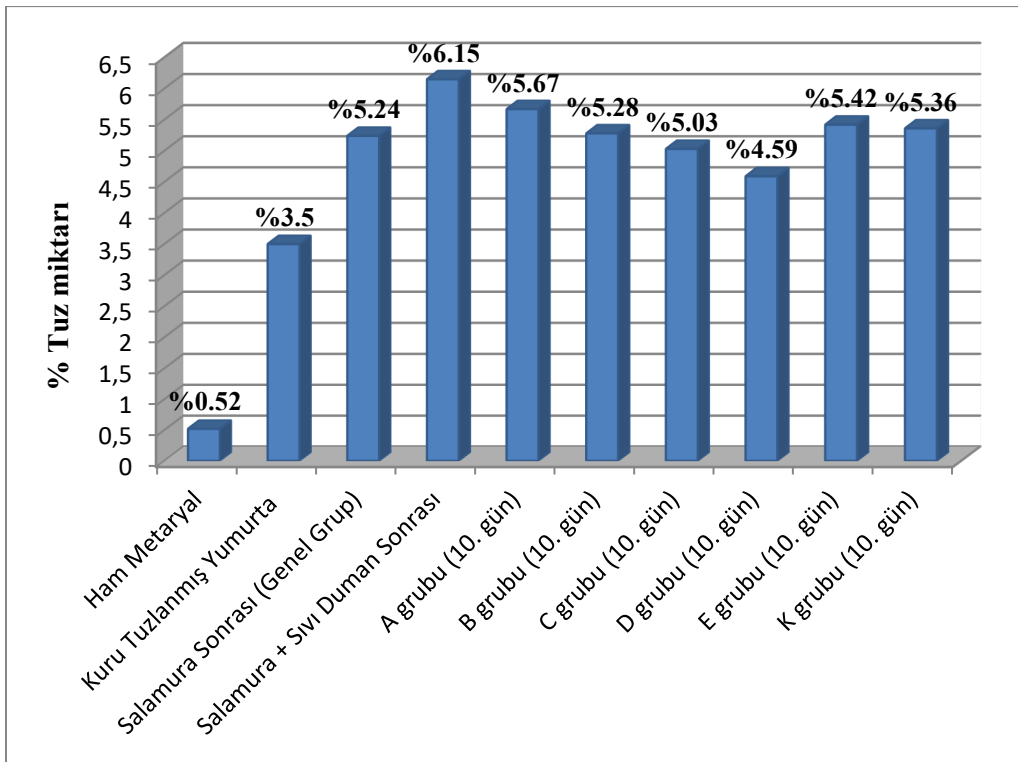
bağlı değişim göstermiştir. Bu değişimdeki etkenin su ve tuz arasındaki geçiş süreçlerine bağlı besin bileşiminde suyun azalmasıyla ortaya çıkan değişimin oranlara reel olmayan etkisinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile işlenmiş balık yumurtalarında daha önce denenmemiş farklı katkı maddelerinin kullanımıyla çeşitli aroma ve tatlarda yeni ürünler geliştirilmiştir. Ayrıca yeni katkıların raf ömrü üzerine etkileri araştırılmış, bu araştırma süreçlerinde raf ömrü kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizi sonuçlarıyla değerlendirilmiştir. Sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde özellikle kimyasal parametrelerin raf ömrünün ortaya konması açısından yetersiz kaldığı sonucuna varılmıştır. Tüm gruplar da kimyasal analiz sonuçlarına göre araştırmanın sürdürüldüğü 70 gün boyunca limit değerlerin aşılmadığı belirlenmiştir (Şekil 4).

Gökkuşuğu alabalığı yumurtalarının işlenmesine yönelik İnanlı ve diğ. tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmada ham yumurtanın TVB-N değeri 6.95 mg/100g olarak tespit edilirken, depolama başlangıcında %4'lük kuru tuzlama uygulanmış ürünlerde TVB-N miktarı 7.06 mg/100g ve %8 kuru tuzlama uygulanmış grupta 7.04 mg/100g olarak bildirilmiştir. Mirsadeghi ve diğ. (2015) ise işlenmemiş gökkuşuğu

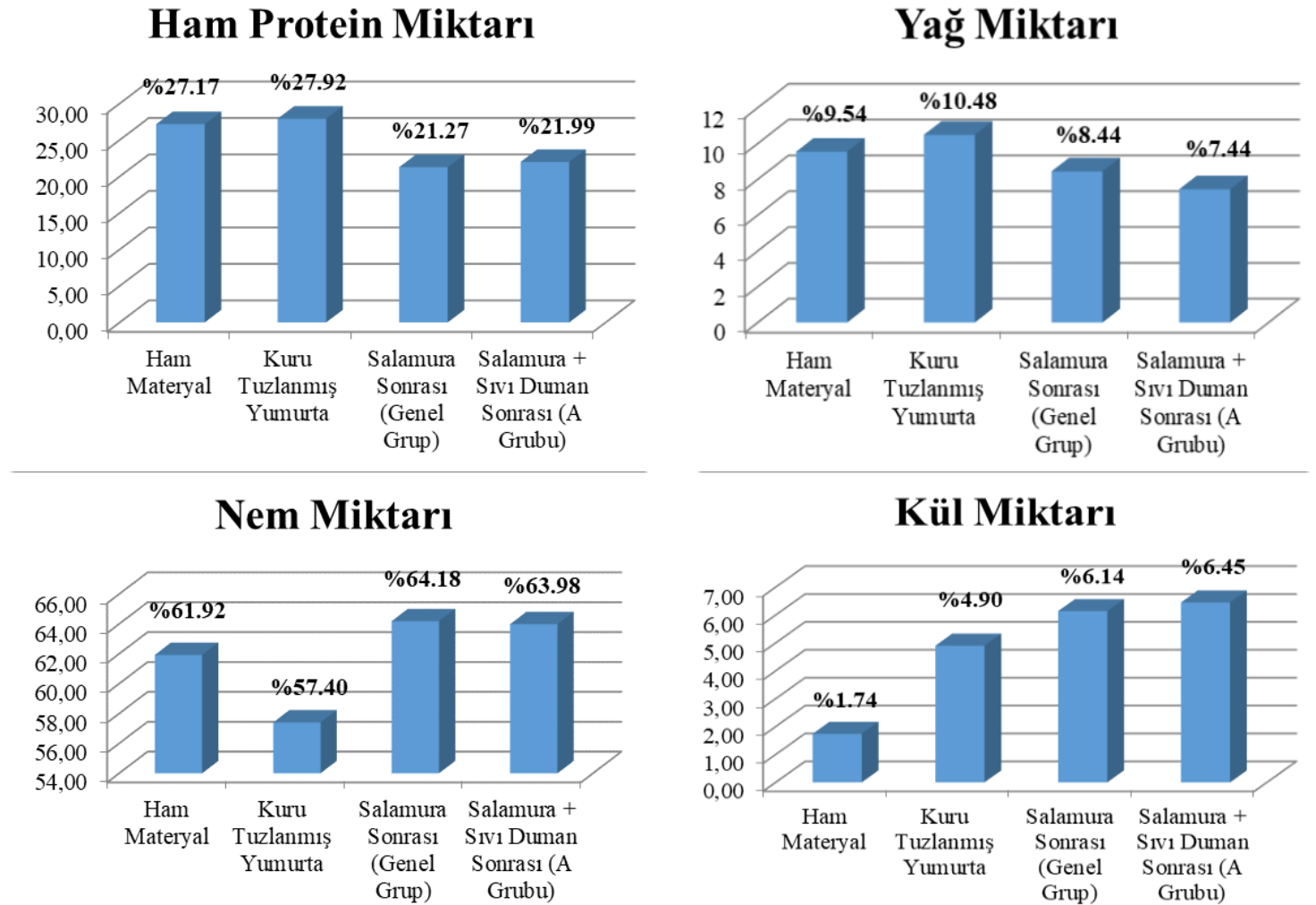
alabalığı yumurtalarında TVB-N değerine 5.97 mg/100g, tuzlama işleminden sonra ise 6.05 mg/100g olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Özpolat ve Patir (2010) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise alabalık yumurtalarının işleme sonrası 70. günde TVB-N değeri 6.78 mg/100g, 84. günde ise 6.64 mg/100g olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler mevcut çalışmalardan daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Basby (1997) tarafından *Cyclopterus lumpus* yumurtalarıyla 5°C' de yapılan depolama çalışmasında 2.5 aya kadar TMA-N konsantrasyonunun artmadığı tespit edilmiştir. Çelik ve diğ. (2012) balık yumurtasında yüksek düzeyde TMAO mevcut olmadığı ve buna bağlı kuru tuzlanmış *Mugil cephalus*'un yumurtalarında daha az miktar TMA-N bulunduğunu belirtmiştir. Taze balıkların TMA-N miktarı 1 mg/100g'a yakın olurken, bozulmuş balıkların TMA-N miktarı 8 mg/100g' ın üzerinde olması gerekmektedir (Varlık ve diğ., 1993). Basby ve diğ. (1997) *Cyclopterus lumpus* yumurtalarında düşük miktar TMAO ve buna bağlı TMA-N değeri (1.3 mg/100g ve ≤4.4 mg/100g) verilmiştir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada TMA-N miktarı depolama boyunca alabalık yumurtalarında da düşük değerler de bulunmuş, diğer literatür bilgilerinin desteği ile bu parametrenin kalite kriteri olarak değerlendirilemeyeceği sonucuna varılmıştır.



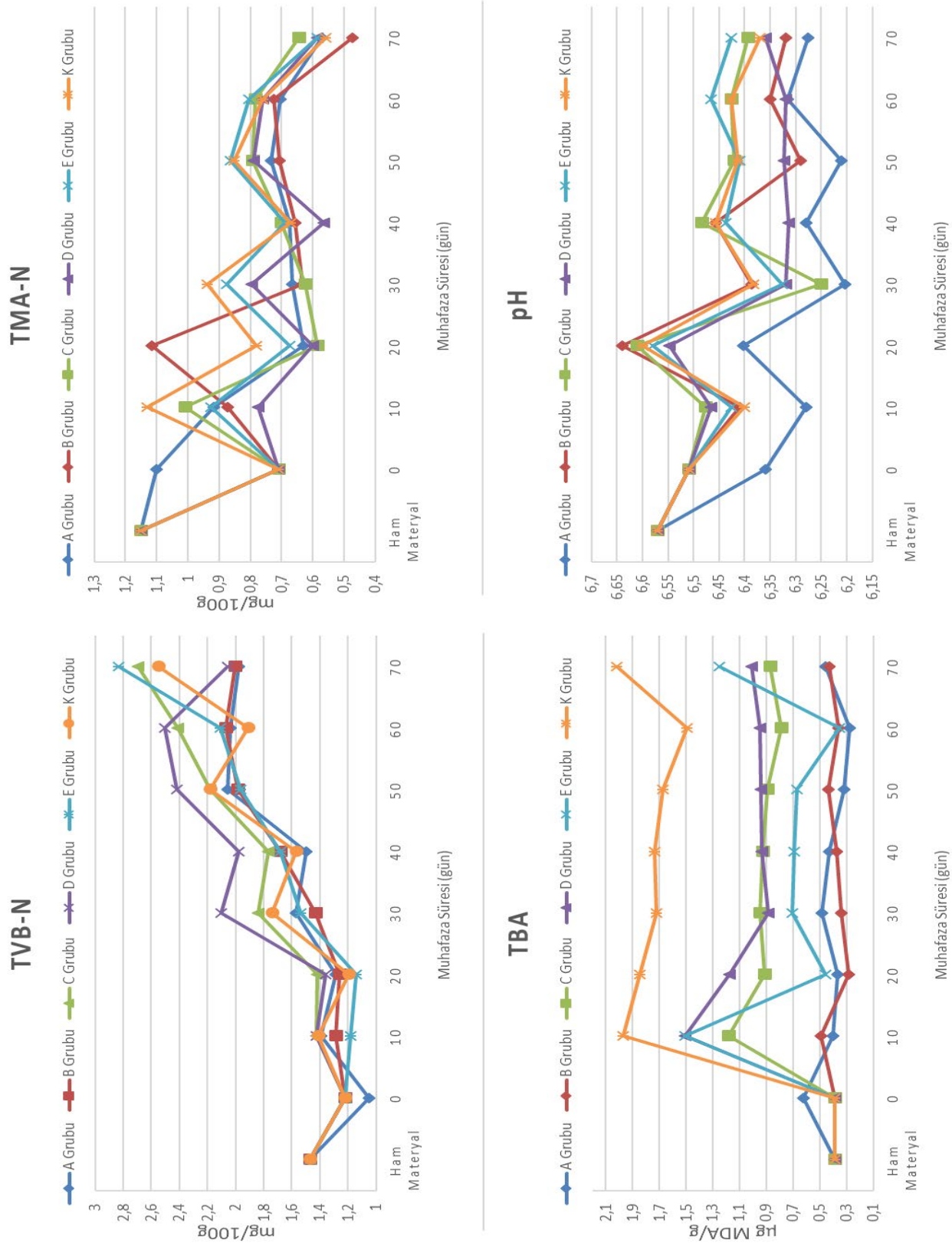
Şekil 2. Alabalık yumurtalarının işleme sürecindeki tuz geçişi

Figure 2. Salt transition in the processing of trout eggs



Şekil 3. Alabalık yumurtalarının besin bileşimlerindeki değişimler

Figure 3. Changes in nutritional components of trout eggs



Şekil 4. İşlenmiş alabalık yumurtalarının kimyasal parametreler yönünden değerlendirilmesi

Figure 4. Evaluation of processed trout eggs in terms of chemical parameters

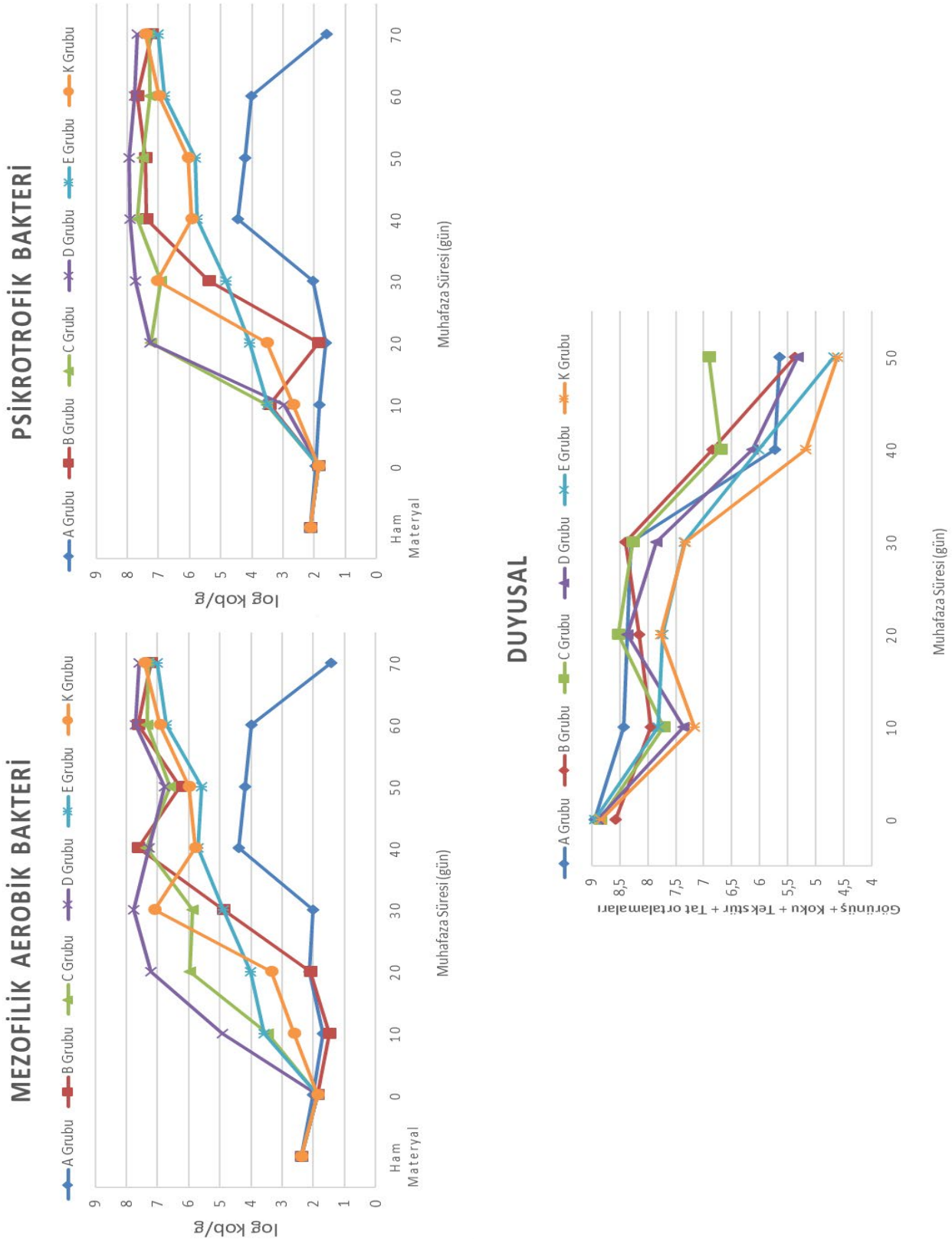
Yapılmış bir çalışmada, gökkuşuğu alabalık yumurtalarında TBA miktarı 0.73 µgMDA/g olarak tespit edilmiş, tuzlama işleminden sonra bu değer 0.84 µgMDA/g olarak belirlenmiştir (Mirsadeghi ve diğ. 2015). *Mugil cephalus*' un yumurtasının ise TBA miktarı 0.55 µgMDA/g iken, kuru tuzlama sonrası bu değer 3.23 µgMDA/g olarak bulunmuştur (Çelik ve diğ. 2012). Kaba ve diğ (2013)' lerinin mezgit balığı yumurta konservesi ile yaptıkları bir araştırmada ham materyalde 0.36 µgMDA/g, dumanlanmış balık yumurtalarında 1.28 µgMDA/g ve dumanlanmış konserve edilmiş mezgit yumurtasında 0.58 µgMDA/g olarak değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada TBA değerleri depolama sürecinde tüm katkı uygulanmış gruplar da 1.5 µgMDA/g altında kalırken kontrol grubunda 10. gün itibariyle hızla artış göstererek 1.97 µgMDA/g değerine ulaşmıştır. Kontrol grubu örneklerinde bu değer depolama boyunca da diğer gruplardan yüksek kalmıştır. Oksidasyona karşı belirgin bir etki olarak en iyi sonuç sıvı duman ve kekik yağı uygulanan A ve B gruplarında görülmüş; TBA değerindeki değişim ise çok düşük düzeyde gerçekleşmiştir ($p>0,05$).

Literatürde verilen alabalık yumurtalarının pH değerleri ile yapılan bu çalışmada elde edilen veriler benzer aralıkta bulunmaktadır. Mirsadeghi ve diğ. (2015) pH değerini 6.47 ve Machado ve diğ. (2016) ise 6.45-6.49 olarak belirlemiştir. Su ürünleri için pH limit değerleri 6-8 ile 7,0 arasında verilmektedir (Özpolat ve Patir, 2010). Bu araştırmada 70 günlük depolama boyunca işlenmiş alabalık yumurtası gruplarında pH sonuçları limit değerlere ulaşmamıştır.

Mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri gıda güvenliği bakımından ortak değerlendirildiğinde sıvı duman uygulamasının depolama boyunca en etkili sonucu verdiği mikrobiyolojik yük bakımından limit değeri aşmadığı tespit edilmiştir. İkinci sırada 50 günlük raf ömrü ile üzüm çekirdeği yağı uygulaması gelmektedir, kekik yağı uygulanmış işlenmiş alabalık yumurtalarının raf ömrü ise mikrobiyolojik kriterlere göre 30 gün olarak bulunmuştur. Limon ve keten yağı uygulanmış işlenmiş alabalık yumurtalarında mikrobiyolojik olarak raf ömrü ancak 10 gün ile sınırlı kalmıştır. Hiçbir koruyucu uygulanmamış kontrol grubu örneklerinin ise 20 günlük bir raf ömrüne gıda güvenliği açısından sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5; Tablo 1).

Goulas ve Kontaminas (2005)'a göre tuzlama su aktivitesini düşürmekte ve bunun sonucunda mikroorganizmaların gelişimi önlenmektedir. Su ürünlerinde tüketim açısından kabul edilebilir limit değer olarak mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteriler için 7 log kob/g olarak bildirilmekle birlikte gıda güvenliği açısından bu değer 6 log kob/g olarak değerlendirilmektedir (Olafsdóttir ve diğ. 1997). Himelbloom ve Crapo (1997)'nun çalışmalarında tuz ile kürlenmiş somon balığı (*Oncorhynchus gorbuscha*) yumurtasının 30. günden sonra mikrobiyolojik yükünün <2 log kob/g'dan 7.65 log kob/g'a yükseldiğini tespit etmişlerdir. *Cyclopterus lumpus* yumurtalarının 5°C' da yapılan raf ömrü çalışmasında mikrobiyal faaliyetlerden dolayı kötü koku oluşarak bozulduğu tespit edilirken, yeni işlenmiş az tuzlanmış yumurtaların toplam canlı sayısının <2-3 log kob/g' dan 3-4 haftalık depolama süresinde 7 log kob/g'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir (Basby, 1997). Magnusson ve Martinsdottir (2006) ise 2. aydan sonra 4°C'de muhafaza edilen % 3,5'lik tuz içeriğine sahip *Cyclopterus lumpus* yumurtalarında toplam canlı sayısının 7 log'dan fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Tüketici ve değerlendirici konumundaki panelistler tarafından "Görünüş, Koku, Tekstür ve Tat" parametreleriyle ilişkili depolama süreç değerlendirmesi duyuusal yönden yapılmış, aynı zamanda ürünler hakkında depolama öncesi tüketim tercihleri aroma ve tat bakımından olumlu geri dönüş yapılmıştır. Bu çalışmanın depolama başlangıcında tüm gruplarda yapılan Görünüş + Koku + Tekstür + Tat açısından panelistlerde en çok beğenilen grubun A (genel ortalama 8.95) grubu ve en az tercih edilen grubun B (genel ortalama 8,57) olduğu bulunmuştur. Parametrelerin ortalamaları değerlendirildiğinde ise üzüm çekirdeği yağlı ile kontrol grubunda 40 günlük raf ömrü tespit edilmiştir. Diğer gruplarda ortalama kriterler bakımından tüketim limit değerlerinin üzerinde yer almışlardır. Duyusal değerlendirmeler ürünün pazarda yer alabilmesi ve tüketiciler tarafından tercih edilmesi anlamında büyük önem taşımaktadır. Fakat raf ömrünün belirlenmesinde bu değerlendirmelerin aynı zamanda mikrobiyolojik yönden gıda güvenliği ile de ilişkilendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Şekil 5 ve Tablo 1). Özpolat ve Patir (2010) balık yumurtalarının bozulmaya bağlı sert-elastik yapıdaki tekstürünü kaybettiğini ve daha yumuşak-yapışık bir yapı oluşumunun gerçekleştiğini bildirmiştir. Benzer sonuçlar panelistlerin yazdıkları not kısımlarında bu çalışmada da belirtilerek depolama süresine bağlı artan yumuşak-yapışık yapı tespit edilmiştir.



Şekil 5. İşlenmiş alabalık yumurtalarının mikrobiyolojik ve duyuşsal parametreler yönünden değerlendirilmesi

Figure 5. Evaluation of processed trout eggs in terms of microbiological and sensory parameters

Tablo 1. İşlenmiş alabalık yumurtalarında tüketim limit değerlerinin aşımı ve günler**Table 1.** Exceeding the consumption limit values and days for processed trout eggs

Gruplar	Mezofilik Bakteri Gelişimi (log kob/g)	Psikrotrofik Bakteri Gelişimi (log kob/g)	Mikrobiyolojik Güvenli Tüketim Raf Ömrü (Gün)
A Sıvı Duman	Limit değer aşılmamıştır	Limit değer aşılmamıştır	Raf ömrü sonlanmamıştır
B Kekik yağı	7.61 ±0.16	7.39±0.00	30
C Limon yağı	5.98 ±0.71	7.25 ±0.04	10
D Keten yağı	7.23 ±0.13	7.27 ±0.01	10
E Üzüm Çekirdeği yağı	6.72 ±0.19	6.80 ±0.17	50
K Kontrol	7.09 ±0.00	7.05 ±0.16	20

Sonuç

Balık yumurtalarındaki yüksek nem içeriği ve buna bağlı su aktivitesinin de yüksek olması mikrobiyal faaliyetlerin hızla gelişimini tetiklemekte ve buna yönelik önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada uyguladığımız koruyucu katkıların bu anlamda etkileri de araştırılmış ve tüketim limitleri yönünden değerlendirilmiş, sıvı dumanın antimikrobiyal etkisi bir kez daha teyit edilmiştir. Bitkisel kökenli esansiyel yağlar arasında antimikrobiyal etki bakımından üzüm çekirdeğinin de bu tip ürünlerde rahatlıkla ve güvenle kullanılabilirliği araştırma sonucunda belirlenmiştir.

İşlenmiş alabalık yumurtalarının raf ömrü gıda güvenliği yönünden değerlendirmesi yapıldığında sıvı duman uygulaması yapılan örneklerde çalışma süresi olan 70 gün içinde kabul edilebilir limit değerini aşılmadığı, ikinci sırada 50 günlük raf ömrü ile üzüm çekirdeği yağı uygulamasının geldiği, kekik yağı uygulanmış grubun ise 30 günlük bir raf ömrü gösterdiği bulunmuştur. Hiçbir koruyucu uygulanmamış Kontrol grubu örneklerinin ise 20 günlük bir raf ömrüne sahip olduğu belirlenmiş, limon ve keten yağı uygulamasının işlenmiş alabalık yumurtalarına kabul edilebilir aroma ve tat verme dışında bir etkisi olmadığı raf ömrüne bu uygulamanın negatif etki gösterdiği tespit edilen 10 günlük raf ömrü ile gözlemlenmiştir.

Çalışma verilerine göre aroma ve tat oluşumu yönünden sıvı duman, kekik ve üzüm çekirdeği yağları muamele edilmiş grupların rahatlıkla tüketime sunulabileceği belirlenirken, raf ömrü konusunda ise içerdiği antimikrobiyal etkiler bakımından da sıvı duman ilavesinin en etkili sonuç verdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda antimikrobiyal katkı kullanımında doğal bileşenlerin tercih edilme eğilimi işlenmiş alabalık yumurtalarında sıvı duman uygulaması üzerine daha derin ve detaylı çalışmaların yapılarak bu ürün grubunun su ürünleri

üretim sektörüne kazandırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Etik kurul izni: Araştırma niteliği bakımından etik izin gerektirmemektedir.

Finansal destek: Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2016-20974 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Teşekkür: Bu çalışmanın örneklerinin teminindeki katkılardan dolayı Altındere Alabalık Üretim ve Pazarlama Şirketi' ne teşekkür ederiz.

Açıklama: Bu çalışma "İşlenmiş alabalık yumurtalarının raf ömrüne farklı katkı maddelerinin etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinin özetidir.

Kaynaklar

Antonacopoulos, N., Vyncke, W. (1989). Determination of volatile basic nitrogen in fish: a third collaborative study by the West European Fish Technologists' Association (WEFTA). *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 189 (4), 309-316.
<https://doi.org/10.1007/BF01683206>

AOAC (1998a). *Meat and Meat Products: Official Method 928.08, Nitrogen in Meat, Kjeldahl Method*, Official Methods of Analysis of AOAC International, In: Cunniff, P. (ed.), Chapter 39, 16th Ed. AOAC, Gaithersburg, MD., USA

AOAC (1998b). *Official Method 980.46, Moisture in Meat*, Official Methods of Analysis of AOAC International, In:

Cunniff, P. (ed.), Chapter 39, 16th Ed. AOAC, Gaithersburg, MD., USA.

AOAC (1998c). *Fish and Other Marine Products, Official Method 938.08, Ash of Seafood*, Official Methods of Analysis of AOAC International, In: Cunniff, P. (ed.), Chapter 35, 16th Ed. AOAC, Gaithersburg, MD., USA.

Basby, M. (1997). Lightly salted lumpfish roe composition, spoilage, safety and preservation. DFU-rapport No. 46-97, *Ministry of Feed Agriculture and Fisheries*, Bygning 221 2800 Lyngby, Denmark. ISBN: 87-88047-62-8
http://www.aqua.dtu.dk/english/-/media/Instituttet/Aqua/Publikationer/Forskningsrapporter/1_50/46_97_lightly_salted_lumpfish_roe_composition_spoilage_safety_and_preservation.ashx (Erişim tarihi: 16.04.2021).

Bekhit, A.E.D.A., Morton, J.D., Dawson, C.O., Zhao, J.H., Lee, H.Y. (2009). Impact of maturity on the physicochemical and biochemical properties of chinook salmon roe, *Food Chemistry*, 117(2), 318-325.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.009>

Bledsoe, G., Rasco, B. (2006). Caviar and fish roe, *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, Edited By Hui, Y.H., Volume 4. Chapter 161, 1-20. CRC Press, NW, USA. ISBN: 978-0-8493-9849-0

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3), 223-253.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>

Çelik, U., Altinelataman, C., Dinçer, T., Acarlı, D. (2012). Comparison of fresh and dried flathead grey mullet (*Mugil cephalus*, Linnaeus 1758) caviar by means of proximate composition and quality changes during refrigerated storage at 4 ±2°C. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(1), 1-5.
https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_1_01

Erkan, N., Bilen, G. (2010). Effect of essential oils treatment on the frozen storage stability of chub mackerel fillets. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5(1), 101-110.
<https://doi.org/10.1007/s00003-009-0546-6>

Erkan, N., Özden, Ö. (2008). Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1549-1559.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01579.x>

FDA (1984). Bacteriological Analytical Manual, 6th ed., Food and Drug Administration, Washington, D.C.

Fioretto, F., Cruz, C., Largeteau, A., Sarli, T.A., Demazeau, G. El Moueffak, A. (2005). Inactivation of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteritidis* in tryptic soy broth and caviar samples by high pressure processing. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38(8), 1259-1265.
<https://doi.org/10.1590/S0100-879X2005000800015>

Gessner, J., Wirth, M., Kirschbaum, F., Patriche, N. (2002). Processing techniques for caviar and their effect on product composition. *International Review of Hydrobiology*, 87(5-6), 645-650.
[https://doi.org/10.1002/1522-2632\(200211\)87:5/6<645::AID-IROH645>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/1522-2632(200211)87:5/6<645::AID-IROH645>3.0.CO;2-K)

Goulas, A.E., & 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.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.040>

Himelbloom, B.H., Crapo, C.A. (1997). Microbial evaluation of Alaska salmon caviar, *Journal of Food Protection*, 61(5), 626-628.
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-61.5.626>

Holley, R.A., Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22(4), 273-292.
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2004.08.006>

İnanlı, A.G., Coban, Ö.E., Dartay, M. (2010). The chemical and sensorial changes in rainbow trout caviar salted in different ratios during storage, *Fisheries Science*, 76(5), 879-883.
<https://doi.org/10.1007/s12562-010-0279-6>

Kaba, N., Corapci, B., Eryasar, K., Karabek, H.N. (2013). Sensory, chemical and microbiological characteristics of canned smoked whiting roe pate, *GIDA Journal of Food*, 38(5), 259-266.

- Machado, T.M., Tabata, Y.A., Casarini, L.M., Sumico, N. (2015).** Economic viability to produce caviar substitute using roes of rainbow trout. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 41(1), 69-77. https://www.pesca.sp.gov.br/41_1_69-77.pdf
- Machado, T.M., Tabata, Y.A., Takahashi, N.S., Casarini, L.M., Neiva, C.R.P., Henriques, M.B. (2016).** Caviar substitute produced from roes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Scientiarum Technology*, 38(2), 233. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v38i2.27944>
- Magnusson, H., Martinsdottir, E. (2006).** Microbiological changes during the storage of lumpfish caviar. *Icelandic Fisheries Laboratory Report*, 02-06.
- Mahmoud, K.A.S., Linder, M., Fanni, J., Parmentier, M. (2008).** Characterisation of the lipid fractions obtained by proteolytic and chemical extractions from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe, *Process Biochemistry*, 43(4), 376-383. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2008.01.011>
- Martinez, O., Salmeron, J., Guillen, M.D., Cassas, C. (2007).** Textural and physicochemical changes in salmon (*Salmo Salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings, *Food Chemistry*, 100(2), 498-503. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.071>
- Mastromatteo, M., Incoronato, A.L., Conte, A., Del Nobile, M.A. (2011).** Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 150(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.009>
- Mirsadegi, H., Alishahi, A., Shabanpour, B., Safari, S. (2015).** Fatty acid composition and qualitative changes of salted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerator storage, *Persian Journal of Seafood Science and Technology*, 1, 21-29
- Olafsdottir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Nilsen, H. (1997).** Methods to evaluate fish freshness in research and industry, *Trends in Food Science & Technology*, 8(8), 258-265. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(97\)01049-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01049-2)
- Özden, Ö., İnuğur, M., Erkan, N. (2007).** Preservation of iced refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *European Food Research and Technology*, 225(5-6), 797-805. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0484-9>
- Özpolat, R., Patir, B. (2010).** Vakum ambalajlı Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) havyar üretimi ve muhafazası sırasında mikrobiyolojik kalitesinde meydana gelen değişimler. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(4), 336-343.
- Pourashouri, P., Yeganeh, S., Shabanpour, B. (2015).** Chemical and microbiological changes of salted Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*) roe, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14(1), 176-187.
- Shirai, N., Higuchi, T., Suzuki, H. (2006).** Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. *Food Chemistry*, 94 (1), 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.050>
- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V. (2002).** *Biyostatistik*, Habitoğlu Basım ve yayım San, Tic. Ltd. Sti., Ankara. ISBN: 975-7527-12-2.
- Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H. (1993).** *Quality control principles and methods in fish association of food technology*, Istanbul University, Istanbul, Publication number 17, 174 p
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Üçok Alakavuk, D. (2007).** Su ürünlerinde temel kalite kontrol. İstanbul Üniversitesi Yayın No:2 Fakülte Yayın No:8 ISBN: 975-404-771-5.
- Villegas, A. (2014).** Brazil producers experiment with trout caviars, *Undercurrent news*. <https://www.undercurrent-news.com/2014/01/14/brazil-producers-experiment-with-trout-caviar/> (Erişim Tarihi: 16.04.2021).
- Vyncke, W. (1981).** pH of fish muscle comparison of methods. 12th Western European Fish Technologists' Association (WEFTA) Meeting, *Copenhagen, Denmark*.
- WHO (2015).** Food safety. World Health Organization 399. <http://www.who.int/campaigns/world-health-day/2015/factsheet.pdf?ua=1> (Erişim Tarihi: 16.04.2021).