

Özgün Araştırma/Original Article

Bitki ekstraktlarının marine hamsinin depolama stabilitesi üzerine etkisi

Storage of marinated anchovy of plant extracts effect on stability

Ahmet Faruk Yeşilsu^{1*}, Esen Alp-Erbay¹, Büket Buşra Dağtekin¹

¹Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TRABZON, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0002-6071-1600, Dr. Gıda Yük. Müh.

ORCID ID: 0000-0001-5486-7425, Dr. Gıda Yük. Müh.

ORCID ID: 0000-0003-1706-6228, Dr. Su Ürünleri Yük. Müh.

*Sorumlu yazar/Corresponding author: yesilsu@mail.com

Geliş Tarihi : 17.08.2022

Kabul Tarihi : 29.03.2023

Öz

Amaç: Bu çalışmada, doğal bitki özleri olarak antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri ile bilinen kekik ve biberiye tozu ekstraktlarının; soğukta muhafaza edilen marine hamsilerin kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem: Hamsi filetoları sodyum klorür NaCl (%10) ve asetik asit (%4) ile marine edilmiştir. 4°C'de 6 ay süre ile depolama esnasında içinde bekletildiği bitkisel yağa ilave edilen kekik (750 ppm) ve biberiye (750 ppm) ekstraktlarının, marine edilmiş hamsilerin depolama stabilitesi ve mikrobiyolojik değişimleri üzerine etkisi incelenerek duyu analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve sonuç: Çalışma sonunda kekik ve biberiye ilave edilen grupların L^* değerleri sırasıyla $56,90 \pm 0,18$ ve $57,28 \pm 0,51$ olarak tespit edilmiştir. Grupların pH, asitlik ve tuz değerlerinin depolama boyunca birbirine benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. Depolama sonunda peroksit değerleri kekik grubunda 13,68, biberiye grubunda 15,19; Tiobarbitürik Asit (TBA) değerleri ise sırasıyla 4,59 ve 4,49 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 180. gününde analizi yapılan örneklerdeki histamin miktarının kekik grubunda 8,90 ppm ve biberiye grubunda ise 8,33 ppm ile kabul edilebilir limitlerin içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte örneklerin hiçbirinde toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterisi, psikrotrofik bakteri ve maya-küf gelişiminin 2001/24307 nolu Su Ürünleri Yönetmeliği ile belirlenen sınırlar içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Duyusal özellikler açısından tat ve lezzet puanlarına bakıldığında 60. günde kekik ilave edilen grubun biberiye ilave edilen gruptan daha yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak kekik ve biberiye ekstraktlarının bazı kalite parametreleri ve belirli depolama zamanlarında birbirine üstünlük sağladıkları, genel olarak ise her iki ekstraktın da hamsi marinasyonunda depolama stabilitesini artırmada etkin oldukları gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: kekik; biberiye; marinasyon; hamsi; oksidatif stabilite

Abstract

Objective: It was aimed to determine the effects of thyme and rosemary extracts, which are known for their antimicrobial and antioxidant properties as natural plant extracts, on the chemical, physical and microbiological properties of marinated anchovies stored in the cold.

Materials and methods: Anchovy fillets were marinated with NaCl (10%) and acetic acid (4%). Extracts of thyme (750 ppm) and rosemary (750 ppm) were added to the vegetable oil, and the marinated samples were refrigerated at 4°C for 6 months. The effects of this plant extracts on the storage stability and microbiological alterations of marinated anchovies were investigated. Additionally, sensory analyses were performed.

Discussion and conclusion: At the end of the study, the L^* values of the groups to which thyme and rosemary were added were determined as 56.90 ± 0.18 and 57.28 ± 0.51 , respectively. The pH, acidity, and salt levels of the groups were found to be identical throughout storage. PV values were 13.68 in the thyme group and 15.19

in the rosemary group at the end of storage, with PCA values of 4.59 and 4.49, respectively. The level of histamine in the samples evaluated on the 180th day of storage was found to be within acceptable limits, with 8.90 ppm in the thyme group and 8.33 ppm in the rosemary group. However, no sample showed development of total aerobic mesophilic bacteria, lactic acid bacteria, psychrotrophic bacteria, or yeast-mold within the limitations established by Communiqué No. 2001/24307. In terms of sensory qualities, it was discovered that the thyme group received higher marks than the rosemary group on the 60th day. As a consequence, thyme and rosemary extracts were shown to be superior to each other in specific quality criteria and storage periods, and both extracts were efficient in boosting storage stability in anchovies marination.

Keywords: thyme; rosemary; marination; anchovy; oxidative stability

1. Giriş

Günümüzde hazır gıda tüketiminin artmasıyla birlikte tüketime hazır su ürünleri üretimi de önemli hâle gelmiştir. Su ürünleri; tuzlama, tütsüleme, dondurma, kurutma, konserve ve marinasyon gibi teknolojilerle işlenebilmektedir. Bu işleme teknolojileri, ürünün uzun ömürlü olmasını sağlarken aynı zamanda farklı tat ve aroma kazanmasını da sağlamaktadır (Olgunoğlu, 2007; Çakır, 2010).

Marine edilmiş balıklar, belirli oranlarda asetik asit ve tuz içeren salamurada balığın soğuk bir ortamda olgunlaştırılmasıyla üretilmektedir. Marinasyon sırasında ve sonrasında elde edilen ürünün pH değerinde düşüş, iyonik kuvvette ise artış meydana gelmektedir (Poligne ve Collignan, 2000). Tam marinasyon için, salamuradaki bileşenlerin balık etine tam olarak nüfuz etmesi ve koruyucu bir mekanizma için enzimler ve bakteriler üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olması gerekir. Salamuradaki asit miktarının artması muhafazayı arttırsa da, aşırı artış tüketimi olumsuz etkileyebilir. Salamuradaki tuz, çiğ balığı yenilebilir hale getirirken, son ürüne çeşitli baharatlar, soslar, sebzeler, şeker veya bitkisel yağlar da aroma verici olarak eklenebilir (İnanlı vd., 2010).

Marine edilmiş gıdaların raf ömrünün, düşük sıcaklıklarda saklandığında birkaç ay, oda sıcaklığında saklandığında ise birkaç hafta olduğu bildirilmektedir (Bilir, 2011). Marine edilmiş gıdaların depolama stabilitesini iyileştirmek, daha lezzetli hale getirmek ve böylece tüketicilerin ilgisini arttırmak için çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Tüketiciler, diğer birçok gıda ürününde olduğu gibi işlenmiş deniz ürünlerinde de sentetik katkı maddelerinin kullanımına karşı temkinli davranmaktadır. Bu nedenle doğal katkı maddeleri kullanılarak üretilen ürünlere olan ilgi artmakta ve bu konuda yapılan araştırmalar da hız kazanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, doğal antioksidan ve antimikrobiyal bitki özleri kullanılarak üretilen gıdaların raf ömrünün uzatıldığı ve aynı zamanda bunlardan elde edilen çeşitli aroma bileşenlerinin gıdaların duyu kalitesini iyileştirdiği bilinmektedir (Dhanze vd., 2013; Kamkar vd., 2014).

Bu çalışmada, doğal bitki özleri olarak antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri ile bilinen kekik ve biberiye tozu ekstraktlarının soğukta muhafaza edilen hamsilerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada Trabzon ilinden temin edilen hamsi (*Engraulis encrasicolus*) kullanılmıştır. Bitkisel ekstrakt olarak Alfazol® firmasından temin edilen kekik ve biberiye toz ekstraktları, salamurada ise gıda kökenli asetik asit kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Marinat üretimi

Hamsiler, marine edilmek üzere fileto haline getirilerek su ile iyice yıkandıktan sonra %4 asetik asit ve %10 NaCl içeren salamura sularına yatırılarak 48 saat süreyle 0±2°C'lik soğuk ortamda olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaştırma işleminde salamura:balık oranı; 10:9 olacak şekilde ayarlanmıştır.

Olgunlaştırma işleminin ardından hamsi filetoları 300 ml'lik sızdırmaz ve hava almaz, kapaklı, plastik kaplara konulmuş ve bitki ekstraktı (750 ppm) ilave edilmiş ayçiçeği yağı ile tamamlanmıştır. Marinatlar 4°C'de 6 ay süre ile depolanmak üzere saklanmıştır. Deneme planı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme planı

	Kontrol	Marinat-K	Marinat-B
Asetik Asit (%)	4	4	4
NaCl (%)	10	10	10
Kekik (ppm)	-	750	-
Biberiye (ppm)	-	-	750

Marinat-K: kekik ekstraktı içeren grup, Marinat-B: biberiye ekstraktı içeren grup

2.2.2. Bitkisel ekstraktlarda toplam fenolik madde tayini

Singleton ve Rossi (1965) tarafından belirlenen metoda göre yapılan bu analizde; öncelikle 0,5 mL numuneye 0,2 N Folin-Ciocalteu çözeltisinden 2,5 mL ilave edilip homojen hale getirildikten sonra 5 dk. karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisinden 2 mL eklenmiştir. Tekrar 1 saat süre ile karanlıkta ve oda sıcaklığında beklemeye alınmıştır. Ardından örneklerin 760 nm dalga boyunda absorpsanları okunmuş ve sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g olarak ifade edilmiştir. Farklı derişimlerde gallik asit çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir.

2.2.3. Marinat analizleri

2.2.3.1. Fiziksel analizler

Renk ölçümleri (Konica Minolta Chromameter CR-400, Japan) *L**, *a** ve *b** değerleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir (Association of Official Analytical Collaboration International [AOAC], 1990). Tekstür analizi Einen ve Thomassen

(1998)'in belirttiği yöntemle yapılmıştır. P/0,5mm'lik silindirik problu tekstür analiz cihazı (CT3 Texture Analyzer, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılmış, sertlik ve çignenebilirlik parametreleri ölçülmüştür. Tekstürel özelliklere depolamanın başlangıç (0. gün) ve son gününde (180. gün) bakılmıştır.

2.2.3.2. Kimyasal analizler

Balık etindeki asitlik miktarı AOAC (1990)'a göre, tuz miktarı ise Fuselli vd. (1994)'e göre belirlenmiştir. pH değerleri gıda pH metresi (Mettler-Toledo, Schwerzenbach, Switzerland) ile ölçülmüştür (Ludorff ve Meyer, 1973).

Serbest yağ asitliği derecesi ve peroksit değeri AOCS (1994)'a göre ölçülen örneklerin tiyobarbitürik asit (TBA) miktarları Tarladgis vd. (1960)'nin bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Örneklerdeki toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarları ise Antonacopoulos ve Vyncke (1989)'e göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerdeki histamin düzeyi ise Antoine vd. (1999)'de belirtilen yöntemle göre yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC, Agilent HP-1100, ABD) kullanılarak belirlenmiştir.

2.2.3.3. Mikrobiyolojik analizler

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı için Doğan ve Tükel (2000); psikrotrofik bakteri sayısı için Alp ve Aksu (2010); laktik asit bakteri sayısı için de Dalgaard vd. (1999)'nin uyguladığı yöntemler uygulanmıştır. Maya-küf sayısı için ise Harrigan ve McCance (1976)'in belirlediği metot uygulanmıştır.

2.2.3.4. Duyusal değerlendirme

Sekiz eğitimli panelist tarafından; görünüş, koku, tat-lezzet, tekstür gibi kategorileri dikkate alarak 9'lu skala kullanarak puanlama yapılmıştır. Puanlama sisteminde 7-9 arası "çok iyi", 4,1-6,9 arası "iyi", 4 "tüketilebilir", 1-3,9 arası ise "kabul edilemez" olarak belirlenmiştir. Tekstür ise 1-4 arası yapılan puanlama üzerinden değerlendirilmiştir (Olgunoğlu, 2007). Buna göre 4 "yeterince sert", 3 "lifli", 2 "biraz yumuşak" ve 1 "çok yumuşak" tekstürü ifade etmektedir.

3. Tartışma ve sonuç

3.1. Bitkisel ekstraktların toplam fenolik madde miktarı

Çizelge 2'de de görüleceği üzere biberiye ekstraktının toplam fenolik madde miktarı daha fazladır. Yapılan birçok çalışmada biberiye ekstraktının kekik ekstraktına oranla daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir

(Kim vd., 2011; Vallverdú-Queralt vd., 2014; Yeşilsu ve Özyurt, 2019).

Çizelge 2. Bitki ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı

Ekstrakt	Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g numune)
Kekik	44,01±1,96
Biberiye	78,15±1,25

3.2. Renk ve tekstür

Marinatlara ait renk değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Taze hamsinin L^* , a^* , b^* değerleri sırası ile 38,48; 3,85 ve 6,29 iken, olgunlaşmadan hemen sonra marinatların parlaklığı ifade eden L^* değerlerinin 59,98 ve 62,07 arasında değiştiği gözlenmiştir. Depolama sonunda ufak farklılıklar gözlemlenen kekik ve biberiye ekstraktlı marinatların parlaklık değerlerinin depolamanın son gününde istatistiksel olarak birbirine benzediği, kontrol numunesinin ise her iki gruba göre daha parlak kaldığı görülmüştür. Bu, ekstrakt ilavesi yapılmamış kontrol grubunda beklenen bir durumdur. Her iki ekstrakt ilaveli grup, yeşilden ($-a^*$) kırmızıya ($+a^*$) renk dönüşümünü ifade eden a^* değeri açısından depolama süresince farklılıklar göstermekle birlikte, özellikle 4. aydan sonra birbirine benzer a^* değerleri sergiledikleri görülmüştür ($p<0,05$). Kontrol grubu örneklerin her iki muamele grubuna göre daha az kırmızılaşma eğilimi olduğu tespit edilmiştir (1,64). Maviden ($-b^*$) sarıya ($+b^*$) renk dönüşümünü ifade eden b^* değeri açısından bakıldığında ise her iki grup örnekleri 5. aya kadar dalgalı b^* değerleri sergilemiş ve bu aydan itibaren Marinat-K örnekleri sabit bir değere ulaşırken, Marinat-B örnekleri ise artış eğilimi gösteren b^* değeri sergilemişlerdir. Depolama sonunda sarılık değeri sıralaması ise şu şekilde gerçekleşmiştir: Kontrol>Marinat-B>Marinat-K (Çizelge 3).

Kadak (2012), kitosan ilave ettiği hamsi marinatlarında yaptığı renk analizlerinde taze balığa ait L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 40,01; 0,29 ve 9,14 bulmuş ve aydınlık değerlerinin (L^*) depolama süresince ve balık bayatladıkça düşüş gösterdiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda da bildirildiği üzere balık eti marinata dönüştükten sonra renklerinde bir miktar açılma olmaktadır (Kılınç, 2009; Szymczak, 2011).

Çalışmanın başlangıcı ve sonunda yapılan ölçümlere göre marinatlara ait tekstür analizi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Sertlik ve çignenebilirlik bakımından tüm gruplarda günler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Böylece depolamanın sonunda tüm örneklerde görülen yumuşama ile

birlikte çığnenebilirliklerinin de azaldığı tespit edilmiştir.

Depolamanın ilerlemesiyle birlikte tüm grupların sertliklerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durumun asetik asidin etkisiyle proteinlerin koagüle olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra depolama esnasındaki enzim faaliyetleri de etkenlerden birisi

olabilir (Szymczak vd., 2018). Szymczak (2011), ringa balığından (*Clupe aharrengus* L.) ürettiği marinatlardan zamana bağlı sertlik derecelerini karşılaştırdığında, depolama boyunca sertlikte düşüş olduğunu bildirmiştir. Hamsiden elde edilen marinatlarda depolama boyunca tekstür; enzimatik, bakteriyel ve asidik proteoliz sonucu değişim göstermektedir (Yeannes ve Casales, 2008).

Çizelge 3. Marinatların renk değerlerinin zamana bağlı değişimi

Gün	L*			a*			b*		
	Kontrol	Marinat-K	Marinat-B	Kontrol	Marinat-K	Marinat-B	Kontrol	Marinat-K	Marinat-B
0	59,98±0,90 ^{a1}	61,81±2,23 ^{bc2}	62,07±1,20 ^{c2}	1,75±0,16 ^{a1}	2,54±0,73 ^{b2}	3,35±0,49 ^{d3}	10,64±1,07 ^{a1}	10,13±0,48 ^{ab1}	10,29±0,53 ^{ab1}
30	64,13±0,12 ^{b2}	62,25±0,42 ^{bc1}	63,75±0,96 ^{d2}	1,74±0,11 ^{a2}	2,32±0,07 ^{b3}	0,97±0,16 ^{a1}	12,45±0,53 ^{b2}	13,35±1,17 ^{c3}	10,87±0,13 ^{b1}
60	60,83±0,55 ^{a2}	61,08±0,63 ^{b2}	59,25±0,57 ^{b1}	3,33±0,32 ^{b3}	1,41±0,27 ^{a1}	2,45±0,44 ^{bc2}	10,37±0,32 ^{a1}	13,92±0,58 ^{c3}	11,5±0,44 ^{c2}
90	60,62±0,28 ^{a1}	60,61±0,47 ^{b1}	61,98±0,84 ^{c2}	3,01±0,34 ^{b2}	3,44±0,35 ^{c3}	2,00±0,35 ^{b1}	10,56±0,34 ^{a2}	9,57±0,48 ^{a1}	12,16±0,35 ^{cd3}
120	63,93±0,21 ^{b3}	62,98±0,34 ^{c2}	59,08±0,88 ^{b1}	2,10±0,08 ^{a1}	3,00±0,40 ^{bc2}	2,84±0,35 ^{cd2}	11,12±0,44 ^{b3}	10,66±0,14 ^{b2}	10,1±0,18 ^{a1}
150	64,96±0,90 ^{b3}	56,29±0,18 ^{a1}	58,13±0,46 ^{ab2}	1,81±0,65 ^{a1}	2,83±0,37 ^{bc2}	3,06±0,01 ^{d2}	13,48±0,74 ^{bc3}	10,69±0,17 ^{b1}	11,91±0,01 ^{cd2}
180	65,51±0,52 ^{b2}	56,90±0,18 ^{a1}	57,28±0,51 ^{a1}	1,64±0,56 ^{a1}	3,03±0,37 ^{bc2}	3,10±0,05 ^{d2}	14,18±0,70 ^{c3}	10,43±0,32 ^{ab1}	12,58±0,40 ^{c2}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki üstel *harfler* günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p>0,05$), aynı satırdaki üstel *rakamlar* ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p>0,05$); belirtmektedir.

Çizelge 4. Marinatların tekstür analizi sonuçları

Gruplar	Sertlik (g)		Çığnenebilirlik (mJ)	
	0. gün	180. gün	0. gün	180. gün
Kontrol	365,22±26,3 ^{b12}	106,4±20,8 ^{a2}	0,39±0,10 ^{a1}	0,11±0,04 ^{b1}
Marinat-K	401,67±12,58 ^{b2}	76,67±7,64 ^{a1}	0,67±0,15 ^{a2}	0,13±0,06 ^{b1}
Marinat-B	341,67±20,82 ^{b1}	180,00±26,46 ^{a3}	0,37±0,12 ^{a1}	0,17±0,06 ^{b1}

± sonrası değer, standart sapmayı göstermektedir. Aynı satırdaki üstel *harfler* günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı sütundaki üstel *rakamlar* ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

3.3. pH, asitlik ve tuz

Mevsimplere ve türlere bağlı olarak değişim gösteren balıklardaki pH değeri, balığın boyutu ile de ilgili olabilmektedir. Hamsi gibi küçük balıklarda pH değeri nispeten daha yüksektir. Balıkların pH'sı ölüm sertliği sonrası 6,2-6,5 iken, taze balık için tüketilebilir pH değerlerinin 6,5-7,0 arasında olabileceği bildirilmiştir (Çelik vd, 2002; Kadak, 2012). Çalışmamızda marinasyon öncesinde taze hamsilerin pH değeri 6,5 olarak tespit edilmiştir. Marine ürünlerde pH değerinin 4,5'i geçmemesi gerektiği bildirilmektedir (Çaklı, 2007). Depolama süresi boyunca tüm örneklerdeki pH değeri 4,5 değerini aşmamıştır (Çizelge 5).

Marine ürünlerin asitlik miktarının genel olarak depolama ile birlikte arttığı bildirilmektedir. Çakır (2010), hamsi filetolarına çeşitli doğal katkı maddeleri ilave ederek hazırladığı marinatlarda, depolama başlangıcında şarap sirkesi ile hazırladığı marinatların asitliğinin asetik asit ile hazırladıklarından daha düşük değerlere (%0,53-0,67) sahip olduğunu, depolama süresince genel olarak artan asitliğin dereotu ilave edilen gruplarda da asetik asitle marine edilen örneklerde olduğu

kadar yüksek değerlere ulaştığını bildirmiştir. Dokuzlu (1996), %4 asetik asit ve %12 tuz ile olgunlaştırdığı marinatlarda asitliğin depolama başlangıcında %1,34 olduğunu, 7. ayda %1,94'e yükseldiğini, 8. ayda ise düşüş yaşanarak %1,48 olarak belirlendiğini bildirmiştir.

Çizelge 5. Marinatların pH miktarının zamana bağlı değişimi

Gün	Kontrol	Marinat-K	Marinat-B
	0	4,19±0,01 ^{a3}	4,10±0,01 ^{a1}
30	4,24±0,01 ^{b2}	4,21±0,01 ^{c1}	4,22±0,01 ^{c1}
60	4,19±0,01 ^{a1}	4,16±0,03 ^{b1}	4,19±0,01 ^{b1}
90	4,21±0,01 ^{a2}	4,17±0,02 ^{b1}	4,18±0,02 ^{ab1}
120	4,31±0,02 ^{cd2}	4,23±0,02 ^{cd1}	4,31±0,02 ^{cd2}
150	4,32±0,01 ^{d2}	4,22±0,01 ^{cd1}	4,31±0,01 ^{cd2}
180	4,29±0,01 ^{c1}	4,25±0,01 ^{d1}	4,26±0,02 ^{d1}

± sonrası değer, standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki üstel *harfler* günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırdaki üstel *rakamlar* ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Bu çalışmada da marine edilen hamsilerin başlangıç asitlik değerleri kontrol numunesi için %1,50 bulunurken, muamele gruplarının ise birbiri ile aynı (%1,71) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Depolama ilerledikçe tüm gruplarda asitlik miktarlarının arttığı gözlenmiş, 5. aydan sonra

asitlik değerlerinde her iki grupta da azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 6. Marinatların asitlik miktarının zamana bağlı değişimi

Gün	Kontrol	Marinat-K	Marinat-B
0	1,50±0,04 ^{a1}	1,71±0,02 ^{a2}	1,71±0,02 ^{a2}
30	1,58±0,01 ^{b1}	1,88±0,01 ^{b2}	1,89±0,06 ^{b2}
60	2,08±0,02 ^{c1}	2,14±0,03 ^{c2}	2,06±0,04 ^{c1}
90	2,36±0,01 ^{e3}	2,33±0,01 ^{d2}	2,29±0,01 ^{e1}
120	2,36±0,04 ^{e2}	2,33±0,01 ^{d1}	2,40±0,01 ^{f2}
150	2,16±0,02 ^{d1}	2,14±0,04 ^{c1}	2,12±0,02 ^{d1}
180	2,13±0,02 ^{d12}	2,13±0,03 ^{c12}	2,09±0,04 ^{c1}

± sonrası değer, standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki üstel harfler, günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$), aynı satırdaki üstel rakamlar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

Marine edilen hamsilerin (%10 oranında tuz ile), depolama başlangıcında ölçülen tuz değerleri kontrol grubu için %4,44, kekik ve biberiye ilaveli örnekler için sırasıyla %4,80 ve %4,47 olarak ölçülmüştür (Çizelge 7). Çakır (2010), marinatlarda tuzluluk değerininin depolama başlangıcında %4.11-4.38 olarak saptamış ve tüm gruplarda tuzluluk miktarının depolama boyunca düzensiz bir değişim gösterdiğini belirtmiştir. Benzer bir değişim Dokuzlu (1996) tarafından da bildirilmiştir. Tuz miktarı bakımından çalışmamızdaki depolama boyunca elde edilen

sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Eke (2007), hamsi, zargana ve palamut balıklarından hazırladığı marinatlarda tuzluluk oranlarını depolamanın 10. gününde sırasıyla %9,49, %4,71 ve %4,41 olarak tespit etmiştir.

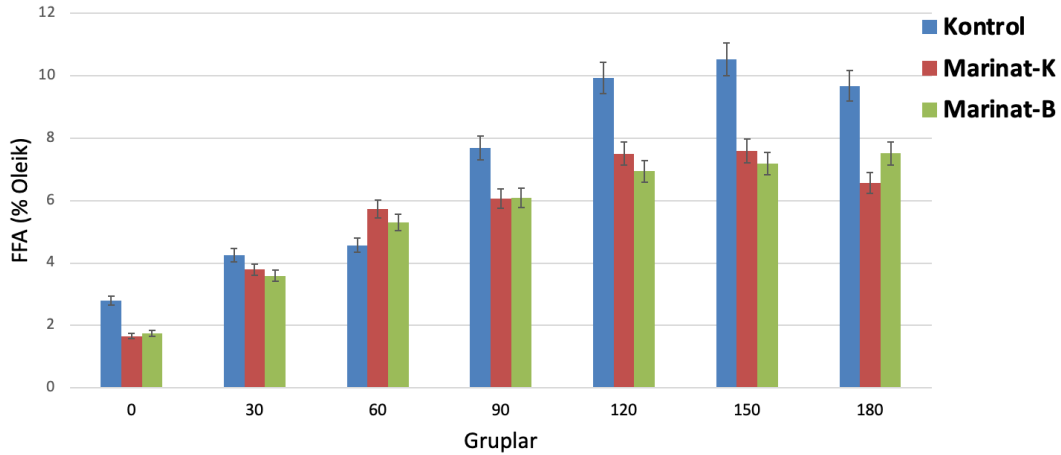
Çizelge 7. Marinatların tuz miktarının zamana bağlı değişimi

Gün	Kontrol	Marinat-K	Marinat-B
0	4,44±0,02 ^{b1}	4,80±0,31 ^{cd2}	4,47±0,02 ^{b1}
30	3,84±0,01 ^{a1}	4,58±0,02 ^{b2}	4,75±0,01 ^{d3}
60	4,69±0,05 ^{c1}	4,68±0,04 ^{c1}	4,68±0,04 ^{c1}
90	4,71±0,04 ^{c1}	4,66±0,05 ^{c1}	4,71±0,04 ^{cd1}
120	4,66±0,05 ^{c2}	4,35±0,04 ^{a1}	4,38±0,01 ^{a1}
150	4,93±0,09 ^{d2}	4,80±0,09 ^{cd1}	4,88±0,05 ^{e12}
180	5,11±0,05 ^{e3}	5,02±0,03 ^{d2}	4,97±0,04 ^{f1}

± sonrası değer, standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki üstel harfler, günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$), aynı satırdaki üstel rakamlar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir.

3.4. Serbest yağ asitliği (FFA) derecesi

Marinasyonun ardından marinatlardaki serbest yağ asitliği değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Taze hamside bu değer 1,48 olarak tespit edilmiş olup, ilk gün yapılan analizlere göre ekstrakt ilavesi yapılmamış kontrol grubunda 2,80, kekik ilaveli marine hamsilerde 1,66, biberiye ilaveli grupta ise 1,75 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Marine hamsilerde FFA değeri değişimi.

Depolama boyunca tüm grupların FFA değerleri artış göstermiştir. Depolamanın 150. gününe kadar tüm gruplarda FFA değeri artmış, depolamanın son gününde ise sadece biberiye grubunda artış devam etmiştir. Bu durum diğer oksidasyon bileşiklerinin oluşmaya başladığının göstergesi olarak açıklanmaktadır (Sampels, 2015). FFA, triaçilgliseritlerin kimyasal veya enzimatik hidrolizi yoluyla meydana gelmektedir ve 100 g yağ/oleik asit olarak ifade edilmektedir. FFA'nın oluşması, balık lipidlerinde meydana gelen

postmortem değişiklikleri gösteren önemli bir reaksiyondur (Chaijan vd., 2006). Trigliseritlerin hidrolizi ile oluşan FFA'lar daha sonra karboniller, alkenler ve alkoller gibi uçuculara dönüşebildiğinden istenmeyen bir durumdur (Karungi vd., 2004).

Yapılan bir çalışmada marine edilen hamside serbest yağ asitliği değerlerinin 0. günde 1,7 iken 7. ayda ise 9,97 olduğu bildirilmiştir (Olgunoğlu, 2007). Soyer ve Şahin (1999) dondurulmuş kolyoz balıklarında depolama süresince serbest yağ

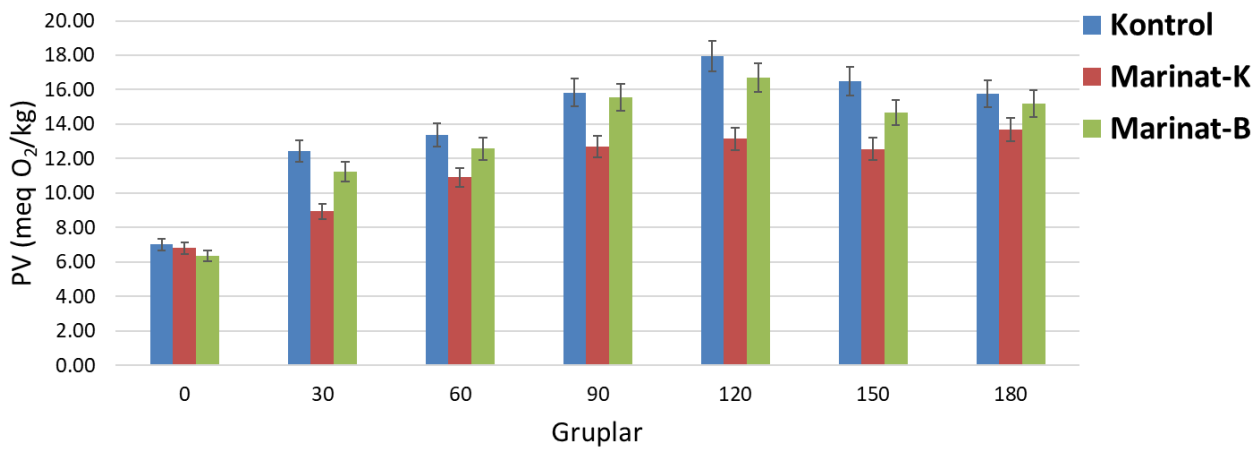
asitlerinde artış meydana geldiğini, depolamanın başlangıcında 1,64 olan serbest yağ asidi değerinin 10. ayda 12,18 değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Gökoğlu vd. (2009), çalışma başlangıcında 2,21 olan marine hamsilerin serbest yağ asidi değerinin 21 günlük +4°C’de depolama sonucu 3,88’e çıktığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen FFA değerlerinin literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

3.5. Peroksit değeri (PV)

Peroksitler, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucunda oluşan ürünlerden biridir. Kokusu ve tadı olmayan bu bileşiklerin, balığın duyu kalitesinde bir değişiklik meydana getirmediği bildirilmektedir. Peroksitlerin tespiti, oksidasyon nedeniyle ürünün kimyasal kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Peroksit değeri 4 meq O₂/kg’dan az ise “çok iyi”; 5-10 meq O₂/kg “iyi”; 10-20 meq O₂/kg “tüketilebilir”; ve 20 meq O₂/kg’dan daha yüksek ise balık “bozuk” olarak değerlendirilmektedir (Schormuller, 1968).

Çalışmamızın başlangıcında taze hamsinin peroksit değeri 1,85 iken, marinat yapımının

hemen ardından kontrol grubunda 7,01, kekik ilaveli marine hamsilerde 6,81 ve biberiye ilaveli grupta 6,36 olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Depolamayı takiben artış gösteren PV değeri, depolama sonunda kekik ilaveli grupta en düşük değerde kalmıştır (13,68 meq O₂/kg). Depolamanın 4. ayından itibaren, oluşan peroksit bileşiklerinin oluşumunun azalma seyrine girmesi, peroksitlerin oksitlenerek ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşmaya başlaması ile açıklanmaktadır. Kadak (2012), kitosan eklenmiş hamsi marinatlarının soğuk depolanması sırasında oluşan peroksit değerlerini kitosan eklenmemiş örneklerinde 0. günde 3,66 meq O₂/kg; 90. günde ise 15,52 meq O₂/kg olarak tespit etmiştir. Kılınç ve Çaklı (2005), sardalya marinatlarında peroksit değerlerinin pastörize edilmeyen örneklerde depolamanın başlangıcında 0,67 meq O₂/kg, 90. günde 2,75 meq O₂/kg, 360.günde ise 3,42 meq O₂/kg olarak bildirmişlerdir. Olgunoğlu (2007) ise 0-2°C deki marine hamsilerin depolama boyunca peroksit değerlerinin başlangıçta 1,48 meq O₂/kg, depolamanın 90. gününde 11 meq O₂/kg; 210. gününde ise 18,7 meq O₂/kg olarak belirlemişlerdir.



Şekil 2. Marine hamsilerde peroksit değeri (PV) değişimi.

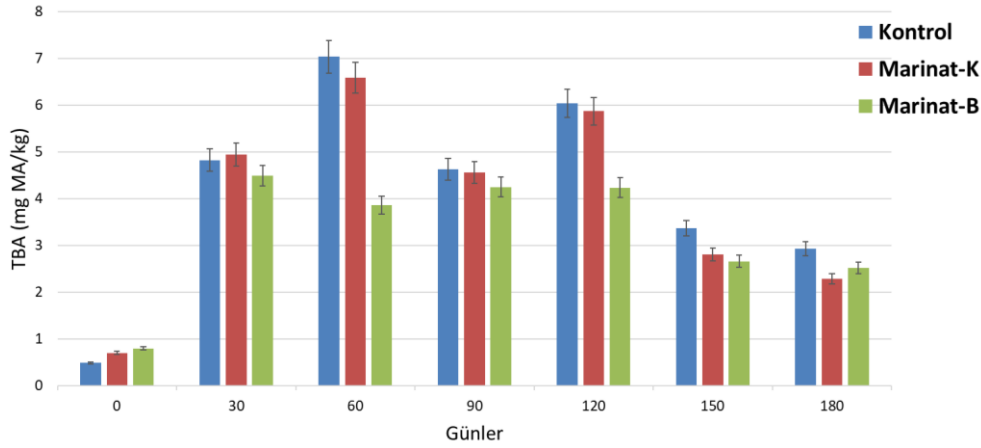
3.6. Tiyobarbitürik asit (TBA) değeri

TBA, doymamış yağ asitlerinin lipid oksidasyonunu gösteren önemli bir kalite indeksidir ve malondialdehit (MA) miktarı, mg MA/kg olarak ifade edilmektedir. Balıklarda TBA değerleri 3 mg MA/kg’dan az olmalıdır. TBA değeri 3 mg MA/kg’ın altında olan balıklar iyi kalite olarak kabul edilmekte ve TBA değeri açısından tüketim sınırı ise 8 mg MA/kg balıktır (Cadun vd, 2008). Oksidasyonun ileri aşamasında peroksitler oksitlenerek aldehit ve ketonlara dönüşmektedirler. Balıkta hoşça gitmeyen kokunun ve acılaşmanın meydana geldiği aşama bu safhadır.

Yağların oksitlenmesi sonucu ilk aşamada oluşan peroksitlerin miktarı balığın başlangıçtaki kalitesi hususunda bir fikir elde etmeye yararken, ileri aşamada oluşan TBA değerinin tespiti de balık etinin acılaşması konusunda bilgi sahibi olmaya yaramaktadır (Özbay ve Ayas, 2011). Çalışmamızın başlangıcında taze hamsiden (0,32 mg MA/kg) yapılan marinyasyonun hemen başlangıcında hızlı bir TBA artışı gözlemlenmemiş ancak depolamayı takiben hızla arttığı tespit edilmiştir (Şekil 3). Depolama boyunca TBA değerindeki en az değişimin biberiye ilaveli grupta olduğu görülmektedir. Depolamanın sonunda kekik grubunun TBA değeri 2,28 mg MA/kg iken

biberiye grubunun 2,51 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Şekil 3'ten de görüleceği üzere kekik ilaveli marinatların TBA değerleri, herhangi bir ekstrakt katılmayan kontrol grubu örneklerinin TBA değerlerine oldukça yakın seyretmiştir. Çakır (2010), 10 ay süre ile depoladığı hamsi marinatlarında TBA değerlerinin kontrol grubunda, kekik (1000 ppm), biberiye (750 ppm) ve dereotu (1000 ppm) ilaveli gruplarda

depolamanın başlangıcında sırasıyla 1,21; 1,15; 1,12 ve 1,23 mg MA/kg ve depolamanın sonunda yine sırasıyla 4,81; 4,33; 4,45 ve 5,21 mg MA/kg olduğunu bildirmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının (%1) marine edilecek hamsinin salamura suyuna katıldığı bir çalışmada +5°C'de 22 günlük depolama sonucu TBA değerinin 5,68 olduğu bildirilmiştir (Testa vd., 2019).



Şekil 3. Marine hamsilerde TBA değeri değişimi.

3.7. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değeri

Balık başta olmak üzere, su ürünlerinde tazelik açısından önemli bir kriter olan TVB-N değeri, bozulmayla orantılı olarak artış eğilimindedir. Genel olarak TVB-N miktarı 25 mg/100g altındaki örnekler çok iyi, 35 mg/100g'dan fazla örnekler bozulmuş olarak değerlendirilir (Çetinkaya, 2017). Çalışmamızda tüm depolama boyunca örneklerin tamamı çok iyi kategorisinde kalmış, sadece 180. günde kontrol grubu ve biberiye ilaveli grup sırasıyla 25,08 ve 25,06 mg/100g TVB-N değerine ulaşmıştır (Şekil 4).

Erkan vd. (2000), pane kullandıkları marine alabalıkları modifiye atmosferde paketlenmiş ve raf ömrünü 120 gün olarak tespit etmişlerdir. 90. gün TVB-N değerlerini modifiye atmosferde paketlenmemiş örnekler için 16,69 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Kılınç ve Çaklı (2005) domates soslu marine sardalya balıklarına pastörizasyon işlemi uygulamış ve hem pastörizasyon uygulanan hem de uygulanmayan marine sardalya balıklarının raf ömrünü 6 ay olarak tespit etmişlerdir. Altıncı ayın sonunda pastörize edilmemiş örneklerin TVB-N seviyelerinin 28,47 mg/100 g; pastörize edilenlerin ise 19,13 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Dokuzlu (1996), hamsi marinatlarını 8 ay depolamış ve yaptıkları raf ömrü çalışmalarında TVB-N değerlerini 6. ayda 9,8 mg/100 g, 7. ayda 11,2 mg/100 g ve 8. ayda ise 14

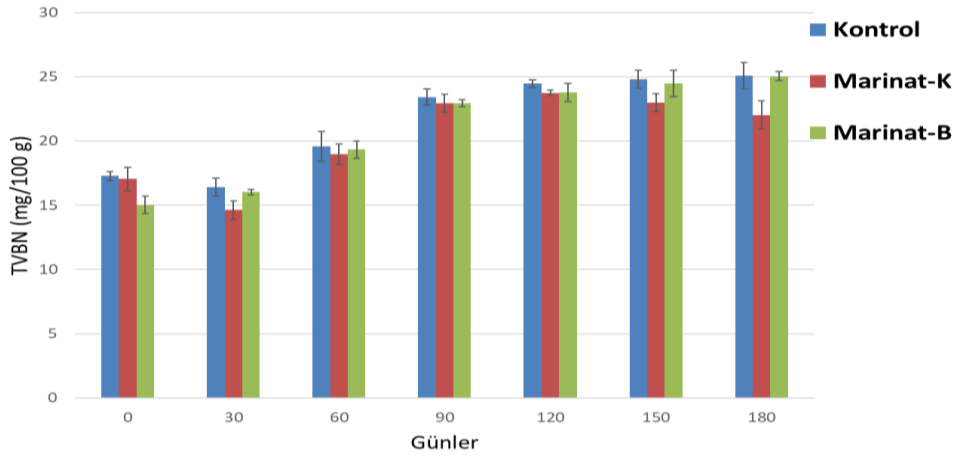
mg/100 g olarak tespit etmiştir. Olgunoğlu (2007), hamsi üzerinde yaptığı marinyasyon çalışması neticesinde depolama boyunca TVB-N değerlerini ilk aylarda ortalama olarak 11,90 mg/100 g tespit ederken 7. aya kadar sürekli yükseldiğini ve 16,91 mg/100 g'a ulaştığını bildirmiştir. Kadak (2012), hamsi marinatlarına kitosan eklemiş ve kitosan ilavesi olmayan hamsi marinatlarının TVB-N değerlerini depolamanın başlangıcında 5,43 mg/100 g depolamanın 90. gününde 7,42 mg/100 g olarak bildirmiştir.

3.8. Histamin miktarı

Balıkta biyojenik aminlerin meydana gelmesi, aminoasitlerin enzimatik yıkımı neticesinde, histamin, tiramin, agmatin, putrescin, kadaverin, spermin ve spermidin ortaya çıkması ile gerçekleşmektedir. Ülkemizde ve AB direktiflerinde; taze, dondurulmuş veya konserve balıklar için kabul edilebilir histamin değeri 100 ppm'in altında olması gerekirken (EU Directive, 2005), Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) bu değer için 50 ppm'in altını belirlemiştir. Bunun yanı sıra FDA, konserve balıklar için yasal histamin limitini 20 ppm olarak belirlemiştir (FDA, 2011). Çalışmamızda depolamanın son günü olan 180. günde örneklerin histamin değerlerine bakılmıştır. Marinatlarda histamin miktarının kontrol grubu dahil kabul edilebilir limitlerin çok altında olduğu görülmüştür

(Çizelge 8). Varlık (1994), soğukta depoladığı sardalya balıklarının histamin düzeylerinin 35 ppm'den 7. günde 197 ppm'e çıktığını bildirmiştir. Olgunoğlu (2007), alkol sirkesi (%4,5), tuz (%10) ve sitrik asit (%0,2) kullanarak marine edilen hamsilerin, marinasyonun ilk günü 8,1 ppm olan histamin düzeyinin 0-2°C'de 6 ay süre ile depolamada 34,5 ppm'e çıktığını bildirmiştir. Günşen vd. (2011), vakum ambalaj ve modifiye

atmosferde depoladıkları hamsi marinatlarının ilk gün 5,52 ppm olan histamin değerlerinin 6 haftalık depolama sonunda vakum ambalajlı olanlarda 37,42 ppm'e, modifiye atmosferde paketlenmişlerde ise 23,08 ppm'e çıktığını bildirmişlerdir. Görüldüğü üzere çalışmamızdaki örneklerin histamin düzeyi literatürle karşılaştırıldığında oldukça düşük seviyede kaldığı saptanmıştır.



Şekil 4. Marine hamsilerde TVB-N değeri değişimi.

3.9. Mikrobiyolojik değerlendirme

Altı aylık depolama süresi boyunca gruplarda toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterisi, psikrotrofik bakteri ve maya-küf miktarlarının 2 (log KOB/g)'nin altında kaldıkları gözlenmiştir. Türk Gıda Kodeksine göre balıklarda *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, ve *Vibrio cholerae* tespit edilmemeli, *Staphylococcus aureus* en çok 5×10 kob/g, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı en fazla 10 kob/g toplam koliform bakteri sayısı en fazla 210 EMS/g, *E. coli* ise azami 12 EMS/g olmalıdır (Anonim, 2001). Bu durum kekik ve biberiye ekstraktı kullanılan marine hamsilerde mikrobiyolojik açıdan 6 ay boyunca depolamada herhangi bir sorun teşkil etmeyeceğini göstermektedir.

Çizelge 8. Taze hamsi ve depolanmış marinatların histamin düzeyleri (ppm)

Örnek	Histamin (ppm)
Taze Hamsi	4,80±0,12 ^a
Kontrol	9,86±0,32 ^d
Marinat-K	8,90±0,19 ^c
Marinat-B	8,33±0,12 ^b

± sonrası değer, standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki üstel harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0,05$) belirtmektedir

3.10. Duyusal değerlendirme

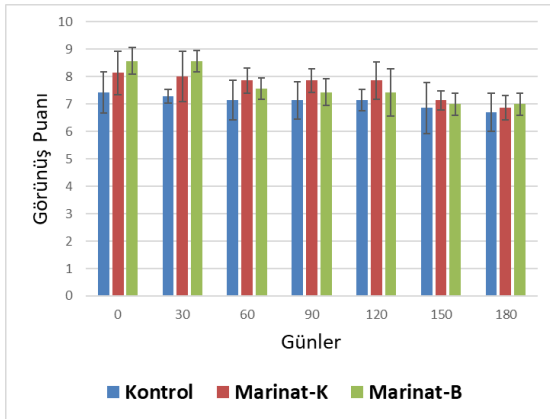
Su ürünlerinde duyusal muayene, ürünlerin tazeliğinin ortaya konmasında kullanılan basit,

hızlı ve kalite hakkında anında bilgi sağlayan bir yöntemdir (Reineccius, 1990). Duyusal panel, insanların duyusal olarak algıladıkları; tat, koku, görünüş ve tekstür gibi özelliklerin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Depolama boyunca eğitimli panelistler ile gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçları sırasıyla Şekil 5-8 arasında verilmiştir. Panelistlerin 9'lu skala kullanarak puanladığı görünüş kriteri, depolama boyunca azalma gösterirken kekikli ve biberiyeli gruplar arasında ilk 2 ayda biberiye grupları daha yüksek puanlanırken depolamanın sonuna doğru her iki grup görünüş açısından hemen hemen eşit olarak değerlendirilmiştir (Şekil 5). Koku özellikleri puanlandığında ise görünüş kriterlerinde olduğu gibi depolama süresince azalma gösteren puanlar biberiye ve kekikli gruplar arasında eşit dağılmamış, biberiyeli gruplar koku özelliği açısından daha kabul edilebilir olarak tanımlanmıştır (Şekil 6). Tat ve lezzet açısından ise depolama süresince lezzet kayıplarının yaşandığı anlaşılan sonuçlara göre, biberiye ekstraktı ilaveli gruplar ilk 2 ay daha yüksek puanlar alırken sonraki aylarda oksidasyona bağlı acılık veren bileşiklerin oluşması ile yeterince başarılı bulunmamış ve kekikli grupların daha kabul edilebilir lezzette olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 7). Tekstürel özellikler ise 4'lü skalaya göre puanlanmış ve eğitimli panelistler tarafından depolama sonuna doğru biberiyeli grupların daha

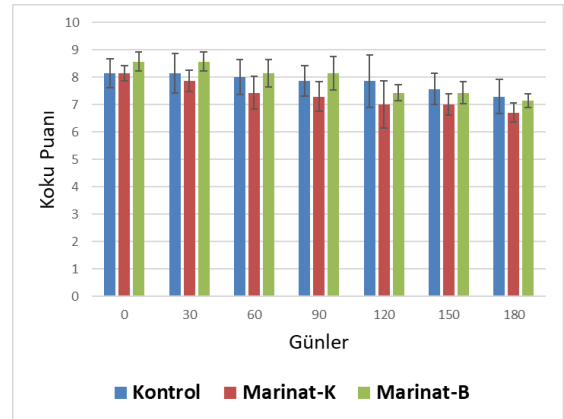
iyi tekstürel özellikler sergilediği belirlenmiştir (Şekil 8).

Gıdaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite ölçümleri olumlu sonuçlar verse de, duyu analizler, ürün hakkında karar vermek için son değerlendirme basamağıdır (Huss,1995; Çelik, 2004). Özden ve Baygar (2003), marine balıkların bazı kalite kriterleri üzerine çeşitli paketlenme yöntemlerinin etkisini inceledikleri çalışmalarında duyu analiz sonuçlarına göre, yağ içerisinde sızdırmaz cam kavanozlarda depolanan marine hamsilerin 105 gün, polietilen ambalajda vakum paketlenip depolanmalarının ise 90 gün raf ömrüne sahip olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan bütün marine edilmiş balık ürünleri için yaklaşık 3 aylık bir raf ömrü tespit etmişlerdir. Hecer (2011), marine edilmiş deniz ürünlerinden yapılan salatada 150 gün boyunca

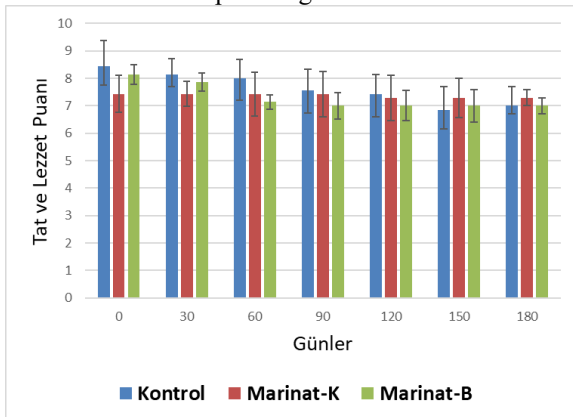
gerçekleşen duyu değişimleri incelemiş ve depolama süresi arttıkça görünüş, koku, lezzet ve doku yapısına ilişkin panelist puanlarında da önemli oranda bir düşüş olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise, tuzlanan ve marine edilen istavrit balığının 120 gün boyunca kalite değişimlerine yönelik panelist puanlarının düştüğü belirlenmiştir (Erdem vd., 2005). Yapılan birçok çalışma duyu açıdan marine balıkların 3 ile 6 ay iyi kalitede olduğunu göstermektedir (Erkan vd., 2000; Varlık vd., 2000; Özden ve Baygar 2003; Kılınç ve Çaklı 2004; Gökoglu, 2004, Erdem vd., 2005; Kaba vd., 2013). Tırakoğlu (2003), dondurulmuş ve glaze edilmiş Karadeniz ve Marmara hamsilerinden ürettikleri marinatların duyu özelliklerini incelemiş ve Karadeniz hamsisinde 6. ayda, Marmara hamsisinde ise 5. ayda kalitenin düşmeye başladığını bildirmiştir.



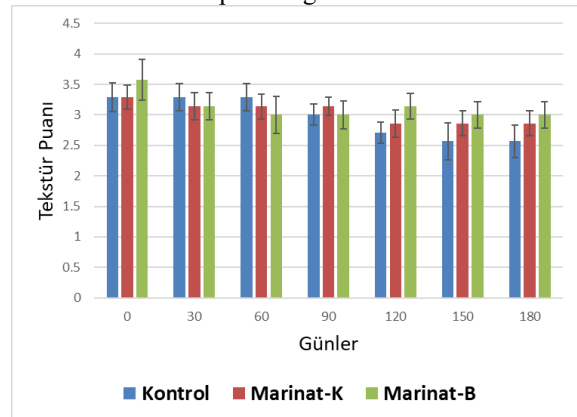
Şekil 5. Duyusal değerlendirme: 9'lü skalaya göre hamsi marinatların depolama süresince görünüş özelliklerinin puan değerleri



Şekil 6. Duyusal değerlendirme: 9'lü skalaya göre hamsi marinatların depolama süresince koku özelliklerinin puan değerleri



Şekil 7. Duyusal değerlendirme: 9'lü skalaya göre hamsi marinatların depolama süresince tat ve lezzet özelliklerinin puan değerleri



Şekil 8. Duyusal değerlendirme: 4'lü skalaya göre hamsi marinatların depolama süresince tekstür özelliklerinin puan değerleri.

4. Teşekkür

Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkiye) tarafından desteklenmiş bir proje (No: TAGEM/HSGYAD/16/A05/P01/110)

kapsamında yapılmıştır. Yazarlar olarak, ekipman ve malzeme temini sağlayan Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü-SUMAE'ye (Trabzon, Türkiye) teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

- Anonim (2001). Türk Gıda Kodeksi. Su Ürünleri Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, 03 Şubat 2001, Sayı: 24307. Bakanlıklar / Ankara
- Alp, E ve Aksu, M. İ (2010). Effects of Water Extract of *Urtica dioica* L. and Modified Atmosphere Packaging on the Shelf Life of Ground Beef. *Meat Science*, 86: 468-473.
- Antoine, F.R., Wei, C.I., L I Ttell, R.C., and Marshall, M. R (1999). HPLC method for analysis of free amino acids in fish using o-phthalaldehyde precolumn derivatization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(12): 5100-5107.
- Antonacopoulos, N., and Vyncke, W. (1989). "Determination of volatile basic nitrogen in fish: a third collaborative study by the West European Fish Technologists Association (WEFTA)", *Z. Lebensm Unters Forsch*, 189: 309-316.
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, Williams, S. (Ed), Arlington, Virginia.
- AOCS (1994). The Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, the American Oil Chemists' Society, Champaign, II
- Bilir, M. (2011). Sardalya (*Sardina pilchardus*) Balığından Marinat Üretiminde Farklı Sirke Kullanımının Kalite Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 89 s.
- Cadun A., Kışla D., Çaklı Ş (2008). Marination of Deep-Water Pink Shrimp with Rosemary Extract and the Determination of its Shelf-Life. *Food Chemistry*, 109(1): 81-87.
- Çakır, F. (2010). Farklı Doğal Katkı Maddeleri Kullanılarak Hazırlanan Hamsi Marinatlarının Raf Ömrü Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Çanakkale
- Çaklı, Ş. (2007). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi-1. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 696 s.
- Çelik, U (2004). Marine Edilmiş Akivades (*Tapes decussatus* L., 1758)'in Kimyasal Kompozisyonu ve Duyusal Analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3- 4): 219– 221.
- Çelik, U., Çaklı, Ş., ve Taşkaya, L. (2002). Bir süpermarkette tüketime sunulan dondurulmuş su ürünlerinin biyokimyasal kompozisyonu, fiziksel ve kimyasal kalite kontrolü. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19(1-2): 85-96.
- Çetinkaya, S. (2017). Su Ürünlerinde Marinat Teknolojisi ve Marinasyonun Kalite Özelliklerine Etkisi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3(2): 117-128.
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., and Faustman, C. (2006). Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, 99(1): 83-91.
- Dalgaard, P., Leisner, J.J., and Vancanneyt, M. (1999). Identification of lactic acid bacteria from spoilage associations of marinated shrimps stored under modified atmosphere at temperatures between 0° C to 25° C. In 7th International conference of the International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH) (pp. 164-166). Foundation Food Micro'99.
- Dhanze, H., Khurana, S. K., & Mane, B. G. (2013). Effect of seabuckthorn leaf extract on microbiological quality of raw chicken during extended periods of storage. *Journal of Food Quality*, 36(1), 59-65.
- Directive EU. 2005. Microbiological Criteria for Foodstuffs. Ofcial Journal of the European, Commission Regulation (EC) No 2073/2005, L338/1.
- Doğan, H. B ve Tükel, Ç. (2000). Toplam (aerobik mezofilik) bakteri. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Kitabı. İkinci baskı. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd. Şti, 323, 328.
- Dokuzlu, C. (1996). Marinat Hamsi Üretimi Sırasında Kullanılan Asit-Tuz Oranlarının Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkileri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. T.C. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, 56s.
- Einen, O., Waagan, B., and Thomassen, M.S. (1998). Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*): I. Effects on weight loss, body shape, slaughter-and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. *Aquaculture*, 166(1-2): 85-104.
- Eke, E. (2007). Farklı Balık Türlerinden Marinat Yapımı ve Kalitesinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s, Samsun.
- Erdem, M.E., Bilgin, S., ve Çağlak, E. (2005). Tuzlama ve Marinasyon Yöntemleri İle İşlenmiş

İstavrit Balığının (*Trachurus mediterraneus*) Muhafazası Sırasındaki Kalite Değişimleri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20(3):1-6.

Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T., ve Özden, Ö. (2000). Modifiye Atmosferle Paketlemenin (MAP) Paneli Alabalık Marinatlarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 24: 585-591.

FDA (2011). Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. 4th Edition, Florida, 476 pp.

Fuselli, S.R., Casales, M.R., Fritz, R., and Yeannes, M.I. (1994). Microbiology of the marination process used in anchovy (*Engraulis anchoita*) production. *LWT-Food Science and Technology*, 27(3): 214-218. <https://doi.org/10.1006/fstl.1994.1044>

Gökoglu, N. (2004). Changes in Biogenic Amines during Maturation of Sardine (*Sardina pilchardus*). Marinade. *Fisheries Science*, 69: 823-829.

Gökoğlu, N., Topuz, O.K., and Yerlikaya, P. (2009). Effects of pomegranate sause on quality of marinated anchovy during refrigerated storage. *LWT- Food Science and Technology*, 42: 113-118.

Günşen, U., Özcan, A., and Aydın, A. (2011). Determination of some quality criteria of cold stored marinated anchovy under vacuum and modified atmosphere conditions. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(2): 233-242.

Harrigan, W.F., and McCance, M.E. 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. Academic Press, London.

Hecer, C. (2011). Changes in Chemical, Microbiological and Sensory Properties of Marinated Seafood Salad During Storage Period. *African Journal of Agricultural Research*, 6(22): 5087-5090.

Huss H.H. (1995). Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fisheries Technical Paper, 348p, Rome.

İnanlı, A.G., Özpolat, E., Çoban, Ö.E. ve Karaton, N. (2010). Marine Edilmiş Hamsi Balığı'nın (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Kimyasal Bileşimi ve Farklı Soslarda Duyusal Değerlendirmesi. *Journal of Fisheries Science*, 4(4): 455-461.

Kaba, N., Çorapçı, B., Yüce, Ş. and Eryaşar, K. (2013). Determining shelf life in refrigerator conditions of marinated meat ball produced with

smoked Bonito (*Sarda sarda*, Bloch 1793). *Journal of New Results in Science*, 3: 10-18.

Kadak, A.E. (2012). Kitosan Eklenmiş Hamsi Marinatlarının Soğuk Depolanmasında Oluşan Kimyasal Fiziksel Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimlerin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Kamkar, A., Jebelli Javan, A., Nemati, G., Falahpour, F., & Partovi, R. (2014). Effects of Mentha pulegium water extract dipping on quality and shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during superchilled storage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(2): 341-353ç

Karungi, C., Byaruhanga, Y. B., and Muyonga, J.H. (2004). Effect of pre-icing duration on quality deterioration of iced Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry*, 85(1): 13-17.

Kim, I.S., Yang, M., Lee, O. H., and Kang, S. N. (2011). The antioxidant activity and the bioactive compound content of Stevia rebaudiana water extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 44(5): 1328-1332.

Kılınç, B. and Çaklı, Ş. (2004). Chemical, Microbiological and Sensory Changes in Thawed Frozen Fillets of Sardine (*Sardina pilchardus*) during Marination. *Food Chemistry*, 88: 275-280.

Kılınç, B. (2009). Microbial, Sensory and Color Changes of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Patties During Refrigerated Storage. *Journal of Muscle Foods*, 20: 129-137

Kılınç, B. ve Çaklı, Ş. (2005). Determination of the Shelf Life of Sardine (*Sardina pilchardus*) Marinades in Tomato Sauce Stored at 4 °C. *Food Control*, 16: 639-644.

Ludorff, W and Meyer, V. (1973). "Fische und Fisherzeugnisse". Z. Auflage. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, 209-210.

Olgunoğlu, İ.A. (2007). Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicolus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 111s

Özbay, T., ve Ayas, D. (2011). Dondurarak depolanan sardalya (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) filetolarının raf ömrü üzerine kitosan ve asetik asit uygulamalarının etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7(2), 11-22.

- Özden, Ö. ve Baygar, T. (2003). The effect of different packaging methods on some quality criteria of marinated fish. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27: 899-906.
- Poligne, I. and Collignan, A. (2000). Quick Marination of Anchovies (*Engraulis encrasicolus*) Using Acetic and Gluconic Acids. Quality and Stability of the Product. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*, 33: 202-209.
- Reineccius, G. (1990). Off-flavors in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29: 381-402.
- Sampels, S. (2015). The effects of processing technologies and preparation on the final quality of fish products. *Trends in Food Science & Technology*, 44(2), 131-146.
- Schormuller, J. (1968). *Handbuch der Lebensmittelchemie (Band III/2)*. Berlin: Springer
- Singleton, V.L., and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Soyer, M. ve Şahin, E. (1999). Dondurulmuş Kolyoz (*Scomber japonicus*) Balıklarındaki Lipid Oksidasyonuna Glazelemenin ve Depolama Süresinin Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23: 575-584.
- Szymczak, M (2011). Comparison of Physicochemical and Sensory Changes in Fresh and Frozen Herring (*Clupea harrengus* L.) During Marinating. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 91: 68-74.
- Szymczak, M., Felisiak, K., and Szymczak, B (2018). Characteristics of herring marinated in reused brines after microfiltration. *Journal of Food Science and Technology*, 55(11): 4395-4405.
- Tarladgis, B.G., Watts, B. M., Younathan, M. T., and Dugan Jr, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37(1): 44-48.
- Testa, B., Lombardi, S. J., Macciola, E., Succi, M., Tremonte, P., and Iorizzo, M. (2019). Efficacy of olive leaf extract (*Olea europaea* L. cv Gentile di Larino) in marinated anchovies (*Engraulis encrasicolus*, L.) process. *Heliyon*. 5(5): e01727. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01727>
- Tırakoğlu, T. (2003). Farklı Yöntemlerle Depolanan ve Marinat Hamsi Üretiminde Kullanılan Hamsinin Tazeliğinin Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkilerinin Saptanması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, s. 49.
- Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Martínez-Huélamo, M., Alvarenga, J. F. R., Leal, L. N., and Lamuela-Raventos, R.M. (2014). A comprehensive study on the phenolic profile of widely used culinary herbs and spices: Rosemary, thyme, oregano, cinnamon, cumin and bay. *Food Chemistry*, 154: 299-307.
- Varlık, C. (1994). Soğukta Depolanan Sardalyalarda Histamin Düzeyinin Belirlenmesi. *Gıda*, 19(2): 119-124.
- Varlık, C., Erkan, N., Metin, S., Baygar, T. ve Özden, Ö. (2000). Marine Balık Köftesinin Raf Ömrünün Belirlenmesi, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 24: 593- 597.
- Yeannes, M. I., and Casales, M. R (2008). Modifications in the chemical compounds and sensorial attributes of *Engraulis anchoita* fillet during marinating process. *Food Science and Technology*, 28: 798-803.
- Yeşilsu, A. F., and Özyurt, G. (2019). Oxidative stability of microencapsulated fish oil with rosemary, thyme and laurel extracts: A kinetic assessment. *Journal of Food Engineering*, 240: 171-182. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.021>