

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

721161

Doktora Tezi

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOĞUMANTASYON MERKEZİ
Soğukta Depolanan Bazı Balık Cinslerinde Kullanılan
Koruyucu Katkı Maddelerinin Raf Ömrüne Etkisi

Nuray ERKAN

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı
İşleme Teknolojisi Programı

Danışman: Prof. Dr. Candan VARLIK

Mayıs 2002

121161

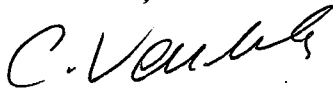
İSTANBUL

Uygun dur.
07.06.2002.
Prof. Dr. Candan VARLIK
C. Varlık

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma 07/06/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı İşleme Teknolojisi programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

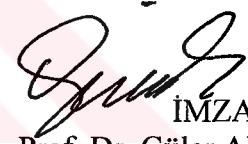
İMZA
Prof. Dr. Candan VARLIK
Danışman



İMZA
Prof. Dr. Ömer M. ESENDAL



İMZA
Prof. Dr. Güler AYKULU



İMZA
Doç. Dr. Necla ARAN



İMZA
Doç. Dr. Harun AKSU



ÖNSÖZ

Bu çalışmada soğukta depolanan balıklarda kullanılan koruyucu katkı maddelerinin raf ömrüne etkisi araştırılmıştır. Koruyucu katkı maddesi olarak sodyum laktat ve propil gallat seçilmiştir. Araştırma İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Hazırlamış olduğum bu tez konusunu bana öneren ve çalışmam süresince desteğini eksik etmeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Candan VARLIK'a, fikirlerini ve yorumlarını benden esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Necla ARAN'a, çalışmam sırasında bana yardımcı olan çalışma arkadaşım Yar. Doç. Dr. Sühendan MOL'e, beni her zaman destekleyen eşime ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Nuray ERKAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	IV
TABLO LİSTESİ	V
ÖZET	VI
ZUSAMMENFASSUNG	VII
I.GİRİŞ	1
I.1. Su Ürünlerinde Meydana Gelen Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler	1
I.2. Gıda Katkı Maddesinin Tanımı ve Gruplanması	5
I.3. Antimikrobiyal Etkili Katkı Maddeleri	6
I.4. Antimikrobiyal Etkili Katkı Maddelerinin Etki Mekanizmaları	9
I.5. Sodyum laktat ve Propil gallatın Etki Mekanizması	9
I.6. Türkiye’de Kolyoz ve Kefal Avcılığı, Tüketim Potansiyeli	11
II. MALZEME ve YÖNTEM	13
II.1. Malzeme	13
II.2. Yöntemler	13

III. BULGULAR	16
III.1.Sodyum Laktat Bulguları	16
III. 2. Propil Gallat Bulguları	29
IV.TARTIŞMA ve SONUÇ	41
IV.1. Duyusal Analiz Bulguları	41
IV.2. Kimyasal Analiz Bulguları	42
IV.2.1. pH	42
IV.2.2. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N)	43
IV.2.3. Trimetilamin azot (TMA-N)	44
IV.2.4. Peroksit (POZ)	45
IV.2.5. Tiobarbitürik asit	46
IV.3. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları	47
IV.4. Sonuç	50
V.KAYNAKLAR	52
VI.ÖZGEÇMİŞ	60

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil III.1.1. Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların duyusal analiz sonuçları	19
Şekil III.1.2.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların pH analiz sonuçları	20
Şekil III.1.3.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların TVB-N analiz sonuçları	21
Şekil III.1.4.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların TMA-N analiz sonuçları	22
Şekil III.1.5.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların Peroksit (POZ) analiz sonuçları	23
Şekil III.1.6.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların Tiobarbitürik asit (TBA) analiz sonuçları	24
Şekil III.1.7.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların mezofilik aerobik bakteri sonuçları	25
Şekil III.1.8.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların Psikrofil bakteri sonuçları	26
Şekil III.1.9.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların Toplam koliform sonuçları	27
Şekil III.1.10.Sodyum laktat uygulaması yapılan balıkların Fekal koliform sonuçları	28
Şekil III.2.1.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların duyusal analiz sonuçları	31
Şekil III.2.2.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların pH analiz sonuçları	32
Şekil III.2.3.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların TVB-N analiz sonuçları	33
Şekil III.2.4.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların TMA-N analiz sonuçları	34
Şekil III.2.5. Propil gallat uygulaması yapılan balıkların Peroksit (POZ) sonuçları	35
Şekil III.2.6.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların Tiobarbitürik asit (TBA) sonuçları	36
Şekil III.2.7.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların mezofilik aerobik bakteri sonuçları	37
Şekil III.2.8.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların Psikrofil bakteri sonuçları	38
Şekil III.2.9.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların Toplam koliform sonuçları	39
Şekil III.2.10.Propil gallat uygulaması yapılan balıkların Fekal koliform sonuçları	40

TABLO LİSTESİ

Tablo I.1.1Türkiye 1997 yılı tür ve bölgelere göre deniz balıkları avcılığı	11
Tablo III.1.2. Sodyum laktat uygulaması yapılan kolyoz balığının duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları	17
Tablo III.1.3. Sodyum laktat uygulaması yapılan kefal balığının duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları	18
Tablo III.2.1. Propil gallat uygulaması yapılan kolyoz balığının duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları	29
Tablo III.2.2. Propil gallat uygulaması yapılan kolyoz balığının duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları	30



ÖZET

SOĞUKTA DEPOLANAN BAZI BALIK CİNSLERİNDE KULLANILAN KORUYUCU KATKI MADDELERİNİN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

Taze olarak balık tüketiminin sıklıkla tercih edildiği ülkemizde hızla bozulan balık ve balık ürünlerinin raf ömrü ve kalitesini uzun süre koruyabilecek teknolojilerin kullanılması ülkemiz ekonomisi ve halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda balık ve balık ürünlerine koruyucu katkı maddeleri uygulanarak raf ömrü ve kalitenin artırılmasına yönelik çalışmalar artmıştır. Bu bağlamda mevcut veriler dikkate alınarak, ülkemizde önemli bir tüketim potansiyeli olan, yüksek yağ ve protein içeriğiyle oldukça kolay bozulan kolyoz ve kefal balıklarının dayanım süresinin artırılması konusunda koruyucu katkı maddeleri ile muamele etmenin etkisi incelenmiştir.

Çalışmamızda kolyoz ve kefal balıkları yıkanıp ayıklanıp, fileto haline getirildikten sonra %0-2-4 (w/w) konsantrasyonlarında hazırlanan sodyum laktat ve propil gallat solüsyonlarına daldırılmış, strafor tabaklara yerleştirilerek streç film ile sarma ambalaj yapılarak paketlenmiştir. Paketlenen örnekler +4°C'de bozulana dek depolanmıştır. Depolama boyunca tüm örneklerde duyuşsal, kimyasal, mikrobiyolojik analizler yapılarak raf ömrü ve kalitesine uygulanan katkı maddelerinin etkisi araştırılmıştır. Elde edilen duyuşsal analiz bulgularına göre hiçbir katkı maddesi uygulanmadan paketlenen kolyoz ve kefal balıklarında duyuşsal bozulma depolamanın 9. gününde tespit edilirken katkı maddesi uygulanan örneklerde 12. gün belirlenmiştir.

Her iki balık türü içinde sodyum laktat ve propil gallat uygulamalarının depolama boyunca pH, TVB-N ve TMA-N değerleri üzerine etkisi kontrol grubuna göre önemli bulunmuştur.

Propil gallat uygulamasının her iki balık türünde de yağ oksidasyonunu önleyici etkisi diğer gruplara göre belirgin şekilde olduğu belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre %4 sodyum laktat, %2-4 propil gallat uygulamasının diğer gruplara göre mikrobiyolojik yük üzerine önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak taze balığın depolanmasında antimikrobiyal madde kullanımının balıkların raf ömürlerinde yaklaşık %30 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Effekt des Schützendenzusatzstoffes über die Haltbarkeit von einigen Fischarten in Kühlagerung

An unserem Land wird am meisten Frischfisch verkauft, gegen die schnelle Verderbung des Frischfisches und Fischwaren brauchte man neue Entwicklungen am Technologie wegen der Wirtschaftlichen gründen und Volksgesundheit eine große Bedeutung.

In den letzten Jahren über dem Thema schützende Zusatzstoffe Verlängerung der Lagerungsfähigkeit und Verbesserung der Qualität wurden immer mehr geforscht. Mit diesem Grund haben wir von großem Konsum verzehrte Mittelmeermakrele- und Meeräsche-fische, wegen Ihre schnelle Verderbniskeit von dem hohen Fett und Eiweiß Potential zu diesen Fischarten, Wirkung der schützenden Zusatzstoffe wurde untersucht.

Bei diesen wissenschaftlichen Arbeit verwendeten Mittelmeermakrelen und Meeräschen nach Ausweidung und Waschung filetiert, an 0-2-4 % (w/w) hergestelltes Natrium lactat und Propyl gallat Lösung getaucht, rechteckige Styroporschalen gelegt und mit Stretchfilm verpackt. Gepackte Proben wurden in +4° C bis Verderbnis gelagert. Zu Feststellung der Zusatzstoff Wirkung über die Qualität den Fischen wurde während der Lagerungszeit Sensorische, Chemische und Mikrobiologische Analyse durchgeführt. An dem festgestellten Sensorischen Analiz Ergebnissen ohne Zusatzstoff gepackten Fische wurde die Lagerung 9. Tag beendet, aber an Zusatzstoffe gegebene Proben das 12. Tag beendet.

Kontrollgruppe gemäß während der Lagerungszeit für jedem zwei Fischarten haben wir über die pH, TVB-N und TMA-N Analyse Werte an dem Natrium lactat und Propyl gallat getauchten Gruppen signifikant gefunden.

Propyl gallat hat an dem zwei Fischartfetten gegen die anderen Gruppen eine Oxydation verhindernde Wirkung gezeigt.

Mikrobiologische Analyse Ergebnisse haben gezeigt, dass gegen die anderen Gruppen die 4 % Natrium lactat und 2-4 % Propyl gallat verwendeten Proben über die Mikrobiologische Belastung in Signifikantgrade wirksam war festgestellt. In Rahmen diese Arbeit wurden festgestellt, dass die mit Antimikrobiale Zusatzstoff behandelte Frischfische seine Lagerungsfähigkeit zu 30 % verlängert.

I.GİRİŞ

Sağlıklı bir yaşamın temel şartı dengeli ve düzenli beslenmektir. Doğanın bize sunmuş olduğu çeşitli besin maddeleri bu işlevin yerine getirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Çeşitli besin maddelerini değişik miktar ve oranlarda almak suretiyle vücut için gerekli besleyici elementler alınmakta ve böylece vücut mekanizmasının düzenli bir şekilde işleyişi sağlanabilmektedir.

Besleyici elementler açısından oldukça zengin bir besin maddesi olan balık, bu mekanizmanın işleminde önemli bir görev üstlenmektedir. Balık etinin bağ dokusunca fakir, boşluklu bir et yapısına sahip oluşu, pH değerinin ve nem içeriğinin yüksek olması onu kasaplık hayvan etlerine göre bozulmaya karşı daha hassas yapmaktadır. Ayrıca yüzeysel kurumanın süratli olması, kalite ve ağırlık kaybına yol açmakta, balık enzimlerinin hızlı otolizi ve balık etindeki asit reaksiyonlarının daha az olması otolize, oksidasyona, yağların hidrolizine ve mikrobiyel bozulmaya karşı daha duyarlı yapmaktadır.

I.1.SU ÜRÜNLERİNDE MEYDANA GELEN KİMYASAL ve MİKROBİYOLOJİK DEĞİŞİMLER

Ölümden sonra balık etinde bir takım değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin ilerlemesi, tüketimi imkansız kılanmaktadır. Bundan dolayı su ürünlerinin avlanmalarından itibaren tüketiciye ulaştırılınca kadar bu prosesleri yavaşlatacak olan soğuk zincir içinde tutulması zorunludur.

Genel olarak duyuşal, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle saptanan değişimlere yol açan faktörler iki grup altında toplanabilir [1].

1-Eksojen faktörler

2-Endojen faktörler

Canlı balıklarda avlanma zeminine, suyun kirliliğine ve alınan yeme bağı olarak deride, solungaçlarda ve sindirim kanalında bakteriyel bir flora mevcut olmasına karşın, yakalandıktan hemen sonra balık kasları steril durumdadır [2].

Ölümden sonra balık etinde bir takım değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin ilerlemesi tüketimi imkansız kılan bozucu etmenlerin oluşmasına neden olmakta ve sonunda balık tüketilemez duruma gelmektedir.

Balıkta ölümden sonra görülen ilk değişim rigor-mortistir. Ölüm sertliğinden sonra mikrobiyal ve proteolitik olaylar gelişir [1].

Kimyasal Değişimler:

Kimyasal değişimlerin başında balık etinin pH'sı gelir. Postmortem dönemde, azotlu bileşiklerin dekompozisyonu, balık etindeki pH artışına öncülük etmekte ve pH giderek yükselmektedir [3,4,5].

Taze balık için pH değeri, 6.0-6.5 arasındadır. Bu değer, depolama sırasında depolama süresine bağlı olarak yükselmektedir. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 6.8-7.0' dir. Ancak pH kesin bir kriter olmayıp, her zaman duyuşal ve kimyasal testlerle tamamlanması gerekmektedir [6].

Kimyasal yöntemlerle varlığı belirlenen bir çok madde, ölüm sonrası otolitik veya bakteriyolojik olarak şekillenen yıkım ürünleridir. Genel olarak bu yıkım ürünleri amonyak gibi uçucu bazlar, trimetilamin, dimetilamin, biyojen aminler, uçucu redükten maddeler ve uçucu asitlerdir. Bunlar su ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynarlar [7, 8, 9].

Balık ve balık ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde TVB-N tayini en çok kullanılan yöntemlerden biridir [10, 11]. TVB-N değerlerini çeşitli faktörler etkilemektedir. Bu faktörler, balığın cinsi, avlama mevsimi, olgunluk derecesi ve yaşıdır [12]. TVB-N değerleri duyuşal analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilmelidir [13, 14]. TVB-N en taze balıkta bile bir miktar bulunmaktadır. Depolama sırasında TVB-N değerleri yükselme göstermektedir [15].

Deniz balıklarının kaslarında %0.2-2 oranında bulunan ve osmoregülatör görevi yapan trimetilamonyum bazlı bileşiklerden Trimetilaminoksit (TMAO) balık bozulmasında önemli rol oynar. Balıkların içerdiği TMAO miktarı balığın türüne, çevre şartlarına, bazı durumlarda da yaşına bağlıdır [1, 16]. TMAO, mikroorganizmalar (*Micrococcus spp.* ve *Acromobacter spp.*) ve Triaminoksidaz enziminin etkisiyle Trimetilamine (TMA-N) dönüşür [8, 17, 18]. Trimetilamin, ileri derecede balık bozulmasında duyuşal olarak hissedilen hoş olmayan kokudan sorumludur [6]. Kastaki TMA miktarının artışı, bozulmayla paralel olarak gitmektedir [18]. TMA bazı türlerdeki bakteriyel bozulmayı belirlemede bir indikatör olarak görev yapmaktadır [19].

Balık yağında meydana gelen değişimler, balık bozulmasında önemli bir safhayı oluşturur. Bu değişimler özellikle acılaşma şeklinde olup yağlı balıklarda daha çok görülür [1]. Yağlarda dekompozisyon ve bozulma olayları, sadece ve doğrudan doğruya yağda meydana gelmez. Bu bozulma olayları yağın oluşturduğu bitkisel ve hayvansal dokular içerisinde veya yağın bulunduğu besin ürünleri içerisinde meydana gelir. Bu nedenle bozulan yağ ve aynı zamanda bulunduğu ürün; tüketilebilme

özelliklerini kaybederek lezzetsiz bir hal alır. Yağların bozulması sonucunda üründe meydana gelen değişimler şu şekilde sıralanabilir [20].

Lezzet ve koku değişimi, asitlik değişimi, peroksit oluşumu, aldehit oluşumu, keton oluşumu.

Yağlarda oluşan bozulmalar iki ana başlık altında toplanabilir.

Oksidatif değişimler, hidrolitik değişimler

Oksidatif değişimler: Bu tip değişiklikler yağlarda genel bir değişme tipidir ve ransidite (acılaşma) adını alır. Yağ molekülüne lipoksidaz enzimi veya havanın oksijeninin etkisiyle oluşur. Bilindiği gibi yağlar gliseritlerin kompleks bir karışımı olup gliserinin doymuş ve doymamış yağ asitleri ile esterleşmesinden meydana gelmektedir. Doymamış yağ asitleri oda sıcaklığında ve şartlarında hava oksijeni ile oksidasyona uğramaktadır. Hava oksijeni ile oksidasyonda doymamış tek karbonlu zincire oksijenin katılması hidroperoksit ara ürünü üzerinden geçer. Yüksek doymamışlığa sahip karbon zincirindeki oksidasyonda ise çift bağlar ikiden fazla metilen grubu bağlayacak şekilde ayrılmakta ve iki metilen grubuna ayrıldığından daha kolay okside olmaktadır. Acımuş yağların karakteristik lezzet ve kokularının hidroperoksitlerden ve bozunma ürünlerinden ve oluşan diğer maddelerden ileri geldiği saptanmıştır. Doymamış yağ ve yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında çok yavaş bir değişme olsa dahi saptanabilecek ilk değişiklik redoks potansiyelinde olmakta ve sonra peroksit değerinde yükselme görülmektedir. İkinci basamakta yani oksidasyon olayının daha da ilerlemesi ile peroksitler bozunarak aldehit ve ketonlara dönüşürler, yağlarda asıl acılaşma yani ransidite denilen değişim budur. Oksidatif değişiklikte doymamış yağ asitlerinin çift bağlarının bulunduğu yerlerde önce ve çabuk geçici olan moloksit denilen ve çok hızlı gelişen maddeler, sonra da bunu izleyen peroksit ve daha sonra da karbon zincirinin bu noktasında koparak iki ucunda aldehit bulunan bileşikler meydana gelir. Böylece yağ molekülü çift bağ yerinden koparak bir yağ molekülü iki aldehide ayrılır [20].

Oksidasyon reaksiyonunun oluşumunda atmosferin oksijeni önemli rol oynar. Sürecin ilerlemesi ile reaksiyon hızı artar. Otoksidasyonun hızı farklı faktörlere bağlıdır. Bunu etkileyen faktörler, yağların doymamışlık durumu, yüksek sıcaklık, ışık, oksijen miktarı ve nemdir. Başka maddeler de oksidasyonu artırıcı etkide bulunurlar. Balıktaki yağ oranının oksidasyon hızı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir [21]. Yağ oranı az olan balıkların yüksek olanlara göre daha uzun süre muhafaza edilebileceği saptanmıştır [22]. Yağların okside olması ile protein ve vitaminlerde bozulma olmakta, bunun sonucunda tat ve aromanın değiştiği, kalite ve beslenme değerinde azalmanın olduğu belirlenmiştir [21].

Hidrolitik değişimler: Yağların oksidasyonla dekompoze olmasının yanı sıra hidrolitik yağ parçalanmasının da bozulmada belirli bir rolü vardır. Hidrolitik yağ parçalanması sonucu, yağ dokusunda serbest yağ asitlerinin ve yağ alkollerinin miktarı artar. Bu reaksiyonlarda lipaz aktivitesi gösteren mikroorganizmalarda rol almaktadır [1].

Mikrobiyal Değişimler:

Mikroorganizmalar balık vücuduna deriden girebildiği gibi, gözlerden, solungaçlardan ve mide-bağırsak kanalından da girebilirler. Esasen balık canlı iken dış yüzeyinde ve bağırsaklarında mikroorganizma bulunur. Fakat yaşam esnasında hayvanın normal savunmasıyla steril ette etkili olamazlar ancak balığın ölümü ile birlikte ette faaliyet göstermeye başlarlar. Ete nüfuz eden bu mikroorganizmalar burada çoğalırlar renk, koku ve lezzet bozucu maddeler üretirler [23].

Balığın bozulmasında psikrotrofik, mezofilik ve genellikle proteolitik özelliklere sahip mikroorganizmalar önemli rol oynarlar. Balıklarda bozulmaya genellikle balık yüzeyindeki kaygan tabakada (mukoza) ve bağırsakta doğal olarak bulunan flora neden olur. Bozulmada rol oynayan hakim flora balığın muhafaza edildiği sıcaklığa göre değişiklik göstermekle beraber genellikle balık muhafazasında uygulanan düşük sıcaklıkta bozulmaya *Pseudomonas* türleri ve bunun yanında *Acinetobacter-Moraxella*, *Alteromonas* ve *Flavobacterium* türleri neden olur. Daha yüksek sıcaklıklarda ise *Micrococcus* ve *Bacillus* türleri ile *Escherichia*, *Proteus*, *Serratia*, *Sarcina* ve *Clostridium* türleri gelişebilir. *Pseudomonas*, *Alteromonas* ve *Proteus* türleri balıkta pütrit ve amonyak benzeri koku oluşturur. Soğukta saklanan balıklarda normal olarak *Pseudomonas* sayısı artar. Bakteri önce yüzeyde gelişir ve daha sonra dokulara nüfuz eder. Yüzeyde yapışkanlık oluşturan bu tip bozulmaya daha çok *Pseudomonas*, *Alkaligenes*, *Moraxella*, *Alteromonas*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Micrococcus* türleri neden olur. Ete mikrobiyal gelişme sonucu birçok biokimyasal değişiklik meydana gelir ve bu değişiklikler sonucu bozulmayı karakterize eden peroksitler, H₂S, NH₃, indol, kadaverin ve putresin gibi bileşikler açığa çıkar. Kadaverin lizinin, putresin ornitin veya argininin dekarboksilasyonu yoluyla oluşur. Putresin özellikle *Pseudomonas* türleri, kadaverin ise *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakteriler tarafından oluşturulur. Bu bileşikler balık etinde lezzet bozukluğunun yanı sıra etin doğal renginin kırmızı kahverengi ve grinin değişik tonlarına dönüşmesine neden olur. Bunun sonucu olarak da bozulma belirgin hale gelir [24].

Balıklarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için uygulanan tazelik kriterleri [6].

pH: Taze balık için pH değeri, 6.0-6.5 arasındadır. Tüketilebilirlik sınır değeri ise 6.8-7.0' dir.

TVB-N: 25 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “çok iyi”, 30mg/100 g TVB-N içerenler “iyi”, 35 mg/100 g TVB-N içerenler “pazarlanabilir” ve 35 mg/100 g olan fazla TVB-N içerenler ise “bozulmuş” olarak nitelendirilmektedir.

TMA-N: 4 mg/100 g TMA-N “iyi”, 10 mg/100 g TMA-N “pazarlanabilir” ve 12 mg/100 g TMA-N’ den fazla “bozulmuş” olarak değerlendirilmektedir.

Peroksit sayısı(POZ): 2 milimol O₂/kg den az “Çok iyi”, 2-5 “İyi”, 5-10 “Tüketilebilir”, 10 > “Bozuk” kabul edilmektedir.

Tiobarbitürikasit sayısı (TBA): 3 mg/kg malonaldehit’ten az “Çok İyi”, 3-5 “İyi”, 5-8 “Tüketilebilir”, 8 den yukarısı için “Bozuk” ifadesi kullanılır.

Mezofilik aerobik bakteri: $\geq 10^6$ CFU/g “Tüketilemez”

I.2.GIDA KATKI MADDESİNİN TANIMI ve GRUPLANMASI

Gıda üretiminin teknolojik gelişmesi, yeni üretim teknikleri, ürünün dayanma süresinin ve kalitesinin artırılma çabaları verimliliğin artırılıp kayıpların azaltılması, tüketicilerin değişen talepleri, ve mevsimsel değil, sürekli mamul talepleri, üretimde gıda katkı maddelerinin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Gıda katkı maddelerinin kullanımı teknoloji, muhafaza ve kalite zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Gıdalara istenen özelliklerin verilebilmesi, gıdadan sağlık açısından oluşabilecek bazı risklerin ortadan kaldırılması için de bazı katkı maddelerinin kullanımı gereklidir [25].

Tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıda ham veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan tek başına besleyici değeri olan veya olmayan; seçilen teknoloji gereği kullanılan işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak amacıyla kullanılmasına izin verilen maddelerdir [26, 27].

Gıda katkı maddeleri bitkiler, mikroorganizmalar ve gıdalardan modifikasyon veya ekstraksiyon ile ya da sentetik olarak elde edilebilen çok farklı kimyasal komponentleri kapsar. Genel olarak üç grupta sınıflandırılırlar [28, 29].

1-Renk maddeleri

2-Aroma maddeleri

3-Gıdaların yapı ve görünüşünü etkileyen maddeler

4-Biyolojik değeri artırıcı maddeler

I.3.ANTİ MİKROBİYAL ETKİLİ KATKI MADDELERİ

1.Organik asitler ve tuzları

Bunlar asitlendirici özellikleri ile mikroorganizmalar üzerinde bakteriostatik etki yaparlar. Asitlendirme ve aroma verme bakımından uygulama alanı bulan organik asitler özellikle balık ve balık ürünlerinde depolama öncesi mikrobiyal yükü azaltmak amacıyla kullanılmaktadırlar[25, 28]. Organik asitler içinde en çok kullanılan sorbik asit, asetik asit ve laktik asittir.

1.1.Sorbik asit

Sorbik asit ve tuzları antimikrobiyal özellikleri nedeniyle koruyucu katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Sıcaklık, konsantrasyon, pH, su aktivitesi, gıdanın mikrobiyal yükü, mikroorganizma tipi, gıdanın bileşenleri, atmosfer ve kullanım şekli gibi faktörler sorbatların etki alanını önemli ölçüde etkiler [30]. pH düştükçe sorbatların aktivitesi artmaktadır. Sadece maya ve küflere etkili olduğu sanılan sorbatların patojenler üzerine de etkisi vardır. Sorbatların etkili olduğu bakteriler *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* ve diğer bir çok mezofilik, psikrofilik ve lipolitik bakterilerdir. Potasyum sorbat maya, küf ve bakteriler üzerine inhibitör etkiye sahip bir katkı maddesidir [31]. Sorbatların küf gelişmesi ve mikotoksin üzerine etkisi sıcaklığa ve küf türüne göre değişmektedir [30]. Gıdada mevcut mikroorganizma çeşitliliği ve sayısı, sorbatların kullanımını etkiler. Sorbatlar bütün mikroorganizmalara karşı etkili değildirler. Laktik asit bakterileri ve *Clostridiumlar* üzerine etkileri daha düşük düzeydedir. Sorbatın (%0.075) *Salmonella* ve *E. coli* üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Başlangıçtaki mikroflora düşükse etki alanları artar [30, 32, 33, 34]. Potasyum sorbat diğer organik asitlerle birlikte kullanıldığında *Listeria monocytogenes* üzerine etkili olduğu yapılan çalışmalarla bulunmuştur [35]. Uygulanan gıdaya katılacak olan tuz, şeker gibi maddelerin ilavesi su aktivitesini azaltacağından sorbik asit ve tuzlarının etkisi daha da artacaktır. Bu gibi maddeler hücrelerin şişerek büyümesine sebep olacağından hücre koruyucuya karşı hassaslaşır [36, 37]. İlave olarak kullanılan tuz potasyum sorbatın *C. botulinum* gelişimi ve spor oluşumunun önlenmesinde etkili olmuştur [30]. Balık ve balık ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde bir kalite parametresi olarak kullanılan Trimetilamin (TMA) balığın yapısında bulunan Trimetilaminoksitin (TMAO) bakteri ve enzimlerce parçalanması sonucu oluşur. Sorbik asitin balık muhafazasında kullanımı sırasında TMA ve benzeri bileşiklerin oluşumunu önlediği veya yavaşlattığı bildirilmiştir. Yine sorbat uygulamalarının balıklarda histamin oluşumunu engellediği görülmüştür. Ayrıca ransiditeye de etkili olduğu bildirilmektedir. Sorbat kullanımı ile balığın kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin korunmasının bir sonucu olarak balığın duyuşal özelliklerinin de iyileştirildiği bir gerçektir [38, 39, 40].

1.2.Asetik asit

Sirkenin koruyucu etkisi uzun yıllardan beri bilinmektedir. Asetik asit dışında sodyum, kalsiyum, potasyum asetat gibi bileşikler de gıdalarda koruyucu olarak kullanılmaktadır. Asetat bileşikleri koruyucu özellikleri yanında şelat oluşturu, asitlendirici ve lezzet verici fonksiyona sahiptir. Asetik asit; bakteri, küf ve mayalar üzerinde antimikrobiyal etkiye sahiptir. Ancak bakteri ve mayalar üzerindeki antimikrobiyal etki daha fazladır. Asetik asidin antimikrobiyal etkisi hem asit özelliğinden hem de çözünmemiş molekülünden kaynaklanmaktadır. Ortamın pH'sı düştükçe çözünmemiş molekül miktarının artmasıyla antimikrobiyal etki de artar. Asetik asit *Salmonella* ve koliform bakteriler üzerinde öldürücü etkiye sahiptir [41]. Özellikle sodyum asetatın sodyum laktat ve diğer katkı maddeleriyle birlikte kullanılarak su ürünlerinin kalite ve raf ömrüne olumlu yönde etkili olduğu çalışmalarla tespit edilmiştir [42, 43, 44].

1.3.Laktik asit

Gıdalarda doğal olarak bulunmayan ancak salamura gıdalarda laktik asit fermantasyonu sonucu oluşan bileşiklerdir. Laktik asitin tuzları olan laktatlar et, tavuk ve balık ürünlerinde nem tutucu ve lezzet artırıcı olarak kullanıldıkları gibi antimikrobiyal etkiye de sahiptirler [45]. Su ürünleri sanayiinde laktatlardan kalsiyum, potasyum ve sodyum laktat daha çok asit regülatörü olarak kullanılmaktadır [25].

1.4.Gallatlar

Propil, oktil ve dodosil gallat gıda endüstrisinde kullanılan gallatlar arasındadır. Bunlardan propil gallat su ürünleri endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Propil gallatın oksitlenmeyi önleyici özelliği yanında antimikrobiyal özelliği de vardır. Özellikle sodyum laktat ve sodyum asetatla birlikte kullanıldığında et ve su ürünlerinin raf ömrünü artıran özelliği tespit edilmiştir. Propil gallatın diğer koruyucularla birlikte kullanıldığında raf ömrü ve kaliteyi artırıcı özelliği uygun ambalaj materyalinin kullanımıyla iki katına çıkmaktadır [44].

2.Parabenler

Para-hidroksibenzoik asidin esterleri olan metilparaben ve propilparaben koruyucu olarak kullanılan fenolik bileşiklerdir. Marine edilmiş ve dumanlanmış balıklarda %0,1 oranında kullanım alanı vardır [45].

3.Fosfatlar

Fosfatlar fosforik asidin çeşitli tuzlarıdır. Fosfor bütün canlıların yapısında bulunan bir mineral olup beslenme ve vücut fonksiyonları için önemlidir. Genel olarak fosfatlar; et, kümes hayvanları, deniz hayvanları, süt ürünleri, meyve ve sebze ürünlerini içine alan

çeşitli gıdalarda kullanılan önemli gıda katkı maddeleridir. Gıda bileşenlerine ve diğer katkı maddelerine olan kimyasal etkileri ve onlarla yaptığı kimyasal reaksiyonlar nedeniyle fosfatlar, çeşitli gıdalarda su bağlama, renk, aroma, tekstür, koagülasyon, emülsifikasyon, kür işlemi, mikrobiyal gelişme ve işleme teknolojisine etki etmektedir [46, 47].

Deniz ürünleri kolay okside olduklarından fosfatlar bu ürünlerde oksidasyonu önlerler. Ayrıca fosfatlar bu ürünlerde daha iyi bir renk oluşumunu sağlamakta, dondurulmuş etin çözündürülmesi sonrasında su kaybını ve pişirme kayıplarını azaltmakta ve daha gevrek tekstür oluşumunu sağlamaktadır [46, 47, 48].

4.Enzimler

Günümüzde gıdaların muhafazasında, antimikrobiyal aktivite gösteren birkaç enzim sınırlı düzeyde kullanılmaktadır. Antimikrobiyal enzimlerin gıdalarda koruyucu olarak kullanımını sınırlayan belli başlı faktörler; enzimin üretim maliyeti, enzimin insan sağlığına zararlı olup olmadığı, enzim aktivitesinin gıdalarda oluşturabileceği yan etkiler ve enzimin gıda maddesindeki stabilitesidir. Bu amaçla kullanılan enzimler hidrolazlar ve oksidoredüktazlardır. Hidrolazlar, bakteri yada küflerin hücre duvarındaki temel bileşenleri etkileyerek hücrenin yıkımına neden olurlar. Oksidoredüktazlar ise hücrede yaşamsal önemi olan proteinleri parçalayabilen reaktif moleküllerin yapımında rol alırlar. Su ürünleri sektöründe enzimlerden balık sucuğu üretiminde, tuzlu balık ve marine balık üretim ve olgunlaştırılmasında faydalanılmaktadır [28]. Antimikrobiyal enzimlerin sağlık açısından herhangi bir sorun yaratmadığı düşünülmektedir [49].

5.Kükürtdioksit

Su ürünleri endüstrisinde özellikle sodyummetabisülfite olarak sülfite tuzu şeklinde karidesler için kullanılmaktadır. Maya ve küflere karşı etkili olduğu gibi enzimatik olmayan esmerleşmeye etkili olmaktadır. İzin verilen sınır değer karides için çiğ üründe 100 ppm, pişmiş üründe 30 ppm' dir [48].

6.Nitrat ve nitritler

Balık ve balık ürünlerinde özellikle sporlu bakterilerin üremesini önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Kürlenmiş etlerde *Clostridium perfringens* gelişimini önler [45].

7.Hidrojen peroksit

Koliform bakteri yükünü azaltıcı bir etkiye sahip olup kullanımı yasaklanmıştır [45].

1.4.ANTİMİKROBİYAL ETKİLİ KATKI MADDELERİNİN ETKİ MEKANİZMALARI

Katkı maddeleriyle gıda korunumunda amaç, gıda maddelerindeki mikrobiyal yükü ortadan kaldırmak veya en aza indirmek suretiyle dayanıklılığını artırmak, bozulmayı geciktirmek ve sağlık risklerini ortadan kaldırarak gıdayı güvenli hale getirmektir. Buna göre mikroorganizmalara karşı doğrudan etki göstermeleri esastır. Kimyasal koruyuculara karşı en dirençli mikroorganizma formu sporlarıdır. Küf sporları da vegetatif hücrelere kıyasla daha dirençlidir. Ortamdaki mikroorganizmaların sayısı arttıkça bu mikroorganizmaları inhibe etmek veya öldürmek için gerekli koruyucu miktarı da artar. Aktif olarak çoğalan mikroorganizmalar kimyasal inhibitörlere karşı daha duyarlıdır. Kimyasal koruyucuların mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkisi genellikle genetik mekanizma, hücre çeperi veya sitoplazmik membran üzerindeki değişiklik, hücre çeperi sentezinin bloke edilmesi, protein denatürasyonu veya enzim inhibisyonu yollarıyla olur [41, 50].

1.5.SODYUM LAKTAT ve PROPİL GALLATIN ETKİ MEKANİZMASI

Soğuk muhafazanın çiğ ve pişmiş et ve et ürünlerinde son yıllarda kullanımının artması bu tip ürünlerin raf ömürlerinin artırılması problemini ortaya çıkarmıştır. Bu olay bakteriostatik maddelerin kullanımı ile kısmen çözülmüştür. En çok tercih edilen bakteriostatik maddeler organik asitlerdir. Özellikle asetik asit, propiyonik asit, laktik asit, sitrik asit, askorbik ve formik asit en çok kullanılanlar arasındadır. Yapılan çalışmalar sonucunda bu tip maddelerin mikroorganizmaların sayılarının azaltılmasında ve mikrobiyal büyümenin kontrol edilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle et ürünlerinde kesimden hemen sonra bu asitlerin kullanılması daha etkili sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır [51, 52].

Tüm dünyada deniz ürünleri tüketiminin artması, özellikle Amerika'da vakum paketlenmiş taze ve dondurulmuş deniz ürünlerine olan ilgi, bu ürünlerin daha uzun raf ömrüne sahip olabilmesi için yeni teknolojilerin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Mikrobiyal yükteki artış bu ürünlerin kalitesinin düşmesine ve bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum önemli ekonomik kayıplara da sebep olmaktadır. Düşük moleküllü organik asitlerin et ürünlerindeki mikrobiyal artışı azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Sodyum laktat, sodyum asetat ve propil gallatın paketlenmiş karides, istakoz gibi deniz ürünlerinde koruyucu etkisi araştırılmıştır [44]. Laktatlar genelde et ve su ürünlerinin lezzetini korumak ve raf ömrünü artırmak amacıyla kullanılmaktadır [44, 51, 52]. Laktatların et mikrobiyal bozulmayı geciktirdiği tespit edilmiştir [53]. Aynı etki balık ve balık ürünlerinde de görülmüştür. Galatlar da genelde antioksidan etkiye sahip katkı maddeleridir. Ancak diğer katkı maddeleriyle birlikte kullanımı da söz konusudur. Diğer katkı maddeleriyle birlikte kullanıldığında raf ömrü ve kalite üzerine etkili olduğu belirtilmektedir [44].

Sodyum laktat kapalı formülü $C_3H_5NaO_3$ molekül ağırlığı 112.07g olan renksiz sarımsı, nötr veya hafif alkali reaksiyon veren hafif tuzlu tada sahip bir sıvı kimyasaldır [54]. Sodyum laktat gıda katkı maddesi olarak E 325 kod adıyla laktik asit tuzu olarak

belirtilir. Katkı maddeleri içinde konserve edici, tat artırıcı, sıkılaştırıcı, asit regülatörü, eriyik tuz olarak sınıflandırılır. Normal koşullarda laktik asidin sodyum tuzu olarak sodyum laktat insan kasında günde 200 g kadar oluşturulur. Bugüne kadar zararlı bir yan etkisi tespit edilmemiş olup gıda tüzüğünde zararsız olarak nitelendirilmektedir. ADI (Kabul edilebilir günlük alım miktarı) değeri tespit edilmemiştir. Sodyum laktat genelde peynir, et, kanatlılarda üst yüzey kullanımı ile dayanımın artırılması amaçlı kullanılır. Hazır ürünlerde tat ve kalitenin iyileştirilmesi için kullanılmaktadır [55]. Türk Gıda Kodeksi yönetmeliğine göre laktatlar için izin verilen en az miktar; kullanılan laktattan beklenen teknolojik etkiyi sağlayan en az miktarı olarak belirlenmiştir. Sodyum laktat tuz olarak kullanıldığında önerilen en fazla miktar tek veya karışım halinde kullanıldığında ağırlıkça en fazla 2 g/kg' dır [25].

Propil gallat gıda tüzüğünde E 310 kod ismiyle antioksidan maddeler arasında sınıflandırılmaktadır. Kapalı formülü $C_{10}H_{12}O_5$ molekül ağırlığı 212.20 g olan propil gallat doğada bulunan gallik asidin ester bileşikleridir [54]. Propil gallat suda iyi çözülür. Farklı gallatlar farklı antioksidatif etkiye sahiptirler. Propil gallat genelde gıdaların yağlarında meydana gelen acılaşmayı ve havanın oksijeninin sebep olduğu tat ve renk değişimlerine karşı gıdayı korur. Kullanım düzeyi üründen ürüne değişmekle beraber 200-400 mg/kg arasındadır. Kullanım alanları; yağ içerikli unlu mamuller, margarinler, kızartma yağları, süt tozu, badem ezmesi, çiklet ve çorba sanayidir [55]. Propil gallatın emzikli ve küçük çocukların beslenmesinde yer alması önerilmez. Astım hastası ve aspirine hassas kişilerin ve ayrıca hassas deriye sahip insanların propil gallat içerikli ürünlerden kaçınması gerekmektedir. ADI değeri 0-0.2 mg/kg vücut ağırlığıdır [56]. Türk Gıda Kodeksi yönetmeliğinde Propil gallat için antioksidan olarak kullanılabilecek maksimum doz 200-1000 mg/kg olarak belirlenmiştir [25].

Sodyum laktat deniz ürünlerinin raf ömrünü uzatmada kullanılan önemli bir antimikrobiyal katkı maddesidir. Sodyum laktat uygulamasının et ve balık ürünlerinde antimikrobiyal etkili katkı maddesi olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiş, özellikle patojenler üzerine etkili olduğu saptanmış, *Listeria monocytogenes* ve *Pseudomonas* gelişmesinin engellenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir [51, 52, 57]. Sodyum laktat uygulamasının et ve et ürünlerinde su aktivitesini 0.959' dan 0.952' ye düşürdüğü ve bu şekilde bozulmayı geciktirdiği tespit edilmiştir. Et ürünlerinde %1 sodyum laktatın rengi, lezzeti ve tuzluluğu koruduğu, %2 veya 3 sodyum laktat kullanımının et rengini bozmadan raf ömrünü uzattığı görülmüştür [53].

Balık muhafazasında sodyum laktatın balığın rengini ve görünüşünü koruduğu ayrıca raf ömrünü uzattığı saptanmıştır [52, 53]. Balık ve balık ürünleri, kanatlı etleri için kullanılan sodyum laktat konsantrasyonu genelde % 1.5 –3.5 arasında değişmektedir. Bu oranlarda sodyum laktat kullanımının *Clostridium botulinum* artışı önlediği tespit edilmiştir. Sodyum laktatın %1 oranında et ürünlerine katılmasıyla su aktivitesinin düştüğü, pH, renk ve lezzetin bu durumdan etkilenmediği, ayrıca mikrobiyal yük üzerine de bu miktarın etkili olduğu belirtilmektedir [51]. ANGERSBACH, [58] % 0.3 sodyum laktatın *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus circulans* artışı engellediğini bildirmektedir. Ayrıca laktatların patojen mikroorganizmalar üzerine de etkili olduğu saptanmıştır. Laktatlar pH 6 civarında antimikrobiyal etkiyi göstermekte ve ürünü koruyabilmektedir [52, 53].

I.6.TÜRKİYE'DE KOLYOZ ve KEFAL AVCILIĞI ve TÜKETİM POTANSİYELİ

Kolyoz (*Scomber japonicus*) uskumrugillerden *Scombroidae* familyasına ait olup, genellikle sıcak ve ılık denizlerin, en yaygın ekonomik balıklarındandır. Etçil ve oldukça hareketli olan bu balıkların başlıca besinlerini hamsi, çaça, sardalya gibi küçük balıklar oluşturmaktadır. Beyaz ve esmerimsi olan etleri gevrek ve gayet lezzetli olduklarından bu balıkların ekonomik değerleri de çok yüksektir. Mevsiminde bol miktarda avlanabilen bu balık taze, tuzlu, kuru, füme, konserve olarak pazarlanmaktadır. Çoğunlukla gırgır, dalyan, manyat, çakar gibi av araçları ile avlanmaktadır.

Kefal (*Mugil cephalus*) balıkları ise *Mugilidae* familyasına ait olup omnivor beslenme alışkanlığına sahiptir. Etleri beyaz, gevrek, yağlı ve çok lezzetli olduğu gibi, ekonomik olarak değerlendirilen balıklardır. Çoğunlukla taze olarak pazarlanan bu balıkların tuzlaması, konservesi yapılmaktadır. Kurutulmuş ve tütsülenmiş olarak ta satılmaktadır. Özellikle Hazirandan sonra avlanan yumurtalı balıklardan ekonomik olarak oldukça değerli bir ürün sayılan havyar üretilmektedir. Genellikle dalyan, çökertme ve çevirme ağları ile avlanırlar [59].

Devlet İstatistik Enstitüsünün su ürünleri istatistik verilerine göre kolyoz balığı toplam avcılığı 1997 yılı itibariyle 10850 ton, kefal balığı avcılığı 20500 ton olarak bildirilmektedir. 1997 yılında avlanan kolyoz ve kefal balıklarının bölgelere göre dağılımı en çok tüketilen diğer balık türleri ile kıyaslanarak Tablo I.1.1.'de gösterilmiştir. Ayrıca, Devlet İstatistik Enstitüsünün verilerine göre 2719.644 ton kolyoz dondurulmuş olarak ülkemize ithal edilmiştir. 11.450 ton kefal balığı ise taze ve soğutulmuş olarak ihraç edilmiştir[60].

Tablo I.1.2. Türkiye 1997 yılı tür ve bölgelere göre deniz balıkları avcılığı (ton) [60].

Balık türü	Toplam Avcılık	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz	Marmara	Ege	Akdeniz
Kolyoz	10850	-	2203	2991	3925	1731
Kefal	20500	5458	3222	2319	6974	2527
Hamsi	241000	170500	43280	23007	4213	-
Sardalya	20500	-	375	8094	9055	2976
İstavrit	9500	3762	4322	882	306	228
Mezgit	15500	6253	6472	2524	65	186

Bütün bu rakamlar haricinde gerek kolyoz gerekse kefal balıkları ülkemizde sevilerek tüketilen besleyici değeri yüksek ancak diğer balık türleri gibi kolay bozulabilen gıda maddeleridir. Yüksek yağ miktarına sahip olmaları bozulmalarını daha da kolaylaştırmaktadır. Taze olarak balık tüketiminin sıklıkla tercih edildiği ülkemizde bu denli hızlı bozulan ürünlerin raf ömrünü ve kalitesini uzun süre koruyabilecek bir teknolojinin kullanılması ülkemiz ekonomisi ve halk sağlığı açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada mevcut veriler dikkate alınarak diğer dünya ülkelerinde de aynı amaçla geliştirilen ve son yıllarda oldukça rağbet gören balık ve balık ürünlerine koruyucu katkı maddesi uygulamasını kendi ülkemiz balıklarında uygulaması amaçlanmıştır. Koruyucu katkı maddesi olarak antimikrobiyal etkisi oldukça yüksek olarak bilinen sodyum laktat ve antioksidan etkili propil gallat seçilmiştir. Çalışmamızda farklı konsantrasyonlarda uygulanan bu iki katkı maddesinin sarma ambalaj ile paketlenen soğukta depolanan kolyoz ve kefal balıklarının raf ömrü ve kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir.



II. MALZEME ve YÖNTEM

II.1. MALZEME

Bu çalışmada kullanılan kolyoz (*Scomber japonicus*) ve kefal (*Mugil cephalus*) İstanbul Büyükşehir Belediyesine ait balık halinden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere 16 kg kolyoz, 16 kg kefal balığı satın alınmıştır. Balıkların iç organ ve solungaçları temizlenmiş, filetoları çıkarılmış, bol su ile yıkandıktan sonra gruplara ayrılarak % 2-4 (w/w) sodyum laktat (%50 (w/v) solüsyon, Merck, Kat No: 106522) ve propil gallat (Fluka, Kat No: 48710) solüsyonlarına 1:2 (balık:solüsyon, w/w) oranında +16°C 'de 30 dakika süreyle daldırılmış ve daha sonra süzdürülmüş ve strafor tabak içerisine ortalama 140 gramlık filetolar halinde yerleştirilmiş, streç film ile (Sera marka streç film, Türkiye; gaz geçirgenliği +4°C'de O₂=579.4 ml/m² gün.atm. CO₂=1931.3 ml/m² gün.atm., su buharı geçirgenliği ise 37.8±1°C; %90 ±2RH (g/m² gün .atm)' de 186.10) sarma paketleme yapılarak paketlenmiştir. Her analiz gününde 12 adet fileto analiz edilmiştir. Sodyum laktat ve propil galat ile muamele edilmeden paketlenen filetolar kontrol grubu olarak adlandırılmıştır. Örnekler katkı maddelerine daldırılmadan önce analiz edilmiştir (0.gün). Paketlenen balıklar +4°C de bozulana dek depolanmıştır. Depolamanın 0, 3, 6, 9 ve 12. günlerinde analizler 3'er paralelli olarak sürdürülmüştür. Bu şekilde ürünlerde meydana gelen kalite değişimleri araştırılmıştır.

II.2.YÖNTEMLER

Paketleme materyalinin geçirgenliğinin belirlenmesi:

Gaz geçirgenlik ölçümlerinde GDP/E tipi, Makine no 132, (Brugger Feinmechanick GmbH, Almanya) gaz geçirgenlik cihazı kullanılmış; su buharı geçirgenliği ise ASTM (American Society of Packages), D 3079-72 metodunda bildirildiği gibi yapılmıştır[61].

Duyusal analizler:

Duyusal analizlerde KARLSRUHER'den modifiye edilmiş değerlendirme şeması kullanılmıştır [62]. Değerlendirme şemasında, genel görüntü, ürünün yapısı, ürünün kokusu, pişmiş ürünün kokusu, pişmiş ürünün tadı ve pişmiş ürünün yapısı (pişirilerek tüketilen ürünlerde) panelistler tarafından hedonik skalaya göre 9 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Buna göre; 9-7 puan arası "çok iyi", 6-4 "iyi", 4 "tüketilebilir" ve 4 puanın altı bozuk olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde 7 panelist yer almıştır.

pH ölçümleri:

pH ölçümleri, Microprocesor pH metre ile (Model No: WTW 537 pHmeter, Weilheim, Almanya) gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi 10 g balık örneği tartılıp 1:1 sulandırıldıktan sonra probun bu çözelti içine daldırılması suretiyle yapılmıştır [63].

TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) analizleri:

ANTONOCOPOULOS tarafından modifiye edilmiş, LUCKE ve GIEDEL'e göre yapılmıştır [8]. Su buharı distilasyonunun ardından 0.1 N HCl ile toplanmış olan azotlu maddelerin 0.1 N NaOH ile titrasyonu yapılarak hesaplanmıştır.

TMA-N (Trimetilamin azot) analizleri:

SCHORMÜLLER, [8] tarafından tanımlanan yöntem kullanılmıştır. Triklorasetikasitle çekilmiş homojenize balık örneği filtre edildikten sonra örnekteki TMA-N toluol fazında toplanmış ve %0.02 pikrik asit ilave edilerek (SHIMADZU 1601 model, Japonya) spektrofotometre de 410 nm de okuma yapılmıştır. Standart eğride okunan absorbans değerleri yerine konularak hesaplama yapılmıştır.

Peroksit sayısı (POZ)

Peroksit sayısı HADORN ve ark., tarafından modifiye edilmiş WHEELER yöntemi ile belirlenmiştir [9].

Tiobarbitürikasit sayısı (TBA)

Tiobarbitürik asit sayısı VARLIK ve ark., [6]'nca belirtilen yöntemine göre (SHIMADZU 1601 model, Japonya) spektrofotometre cihazı kullanılarak saptanmıştır.

Mikrobiyolojik analizler:

Mikrobiyolojik analizler için, her gruptan üçer paketten aseptik şartlarda örnek alınmıştır. Üç paketten alınan 25 g örnek 225 ml peptonlu suyla (Merck, Kat No:1.07228) seyreltilmiş 1 dakika süreyle stomacherde (IUL Instrument, İspanya) homojenize edilmiştir. Homojenize örnekten 1 ml seyrelti + 9 ml peptondan oluşan seyreltme çözeltisi şeklinde dilisyonlar oluşturulmuş ve bunlardan yayma plak yöntemiyle mezofilik aerobik bakteri, psikrifilik bakteri, en muhtemel sayı (EMS) yöntemiyle toplam ve fekal koliform ekimi yapılmıştır. İnkübasyon sonrası elde edilen sayım sonuçları log colony forming units (CFU)/g ve EMS/g olarak hesaplanmıştır.

Mezofilik aerobik bakteri sayımı: Bunun için Plate Count Agar (PCA) ortamı (Oxoid, Kat No: CM 463) ve yayma plak yöntemi kullanılarak 37°C'de 24 saat inkübasyonu takiben sayım yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir [64].

Psikrofilik bakteri sayımı: Plate Count Agar (PCA) (Oxoid, Kat No: CM 463) ortamına yayma plak yöntemi ile ekim yapılmış 7±1°C'de 10 gün inkübasyonu takiben sayım yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir [65].

Toplam koliform sayımı: Toplam koliform sayımında, Lauryl Tryptose Broth (LST) (Oxoid, Kat No: CM 451), Brilliant Green Bile %2 Broth (BGLB) (Oxoid, Kat No: CM

31) besiyeri kullanılmış ve en muhtemel sayı (EMS) tekniği ile ekim yapılmıştır. LST ortamında tüplere ekim yapılmış 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiş, pozitif reaksiyon gösteren tüplerden BGLB ortamına birer ze dolusu ekim yapılmış 35-37 °C'de 24-48 saat inkübe edilerek gaz oluşturan tüplerden koliform bakterilerin varlığı doğrulanmıştır. Hesap EMS tablosuna bakılarak yapılmıştır [66].

Fekal koliform sayısı: Gaz oluşturan BGLB ortamında koliform varlığı saptanan tüplerden EC Broth (Oxoid, Kat No: 10765) ortamına ze ile ekim yapılarak tüpler 45.5°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra gaz oluşumu gösteren tüpler pozitif olarak kaydedilerek fekal koliform varlığı saptanmış EMS tablosundan hesabı yapılmıştır [66].

İstatistik Analiz: İstatistik hesaplar RENNER[67]' den yararlanılarak Excel 2000 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.



III. BULGULAR

Farklı konsantrasyonlarda sodyum laktat ve propil gallat çözeltilerine daldırılan kolyoz ve kefal balıkları daha sonra sarma ambalaj ile paketlenerek +4⁰C'de depolanmıştır. Bu iki balık türünün raf ömrü ve kalitesine uygulanan daldırma işleminin etkisi araştırılmış olup, bunlara ait bulgular aşağıda verilmiştir.

III.1.Sodyum laktat Bulguları

Kolyoz ve kefal balıkları üzerine sodyum laktatın etkilerine ilişkin bulgular sırasıyla Tablo III.1.2 ve III.1.3'de gösterilmiş, her bir bulgu ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır.

III.2.Propil gallat Bulguları

Kolyoz ve kefal balıkları üzerine propil gallatın etkilerine ilişkin bulgular sırasıyla Tablo III.2.1 ve III.2.2'de gösterilmiş, her bir bulgu ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır.



III.1. Sodyum laktat Bulguları

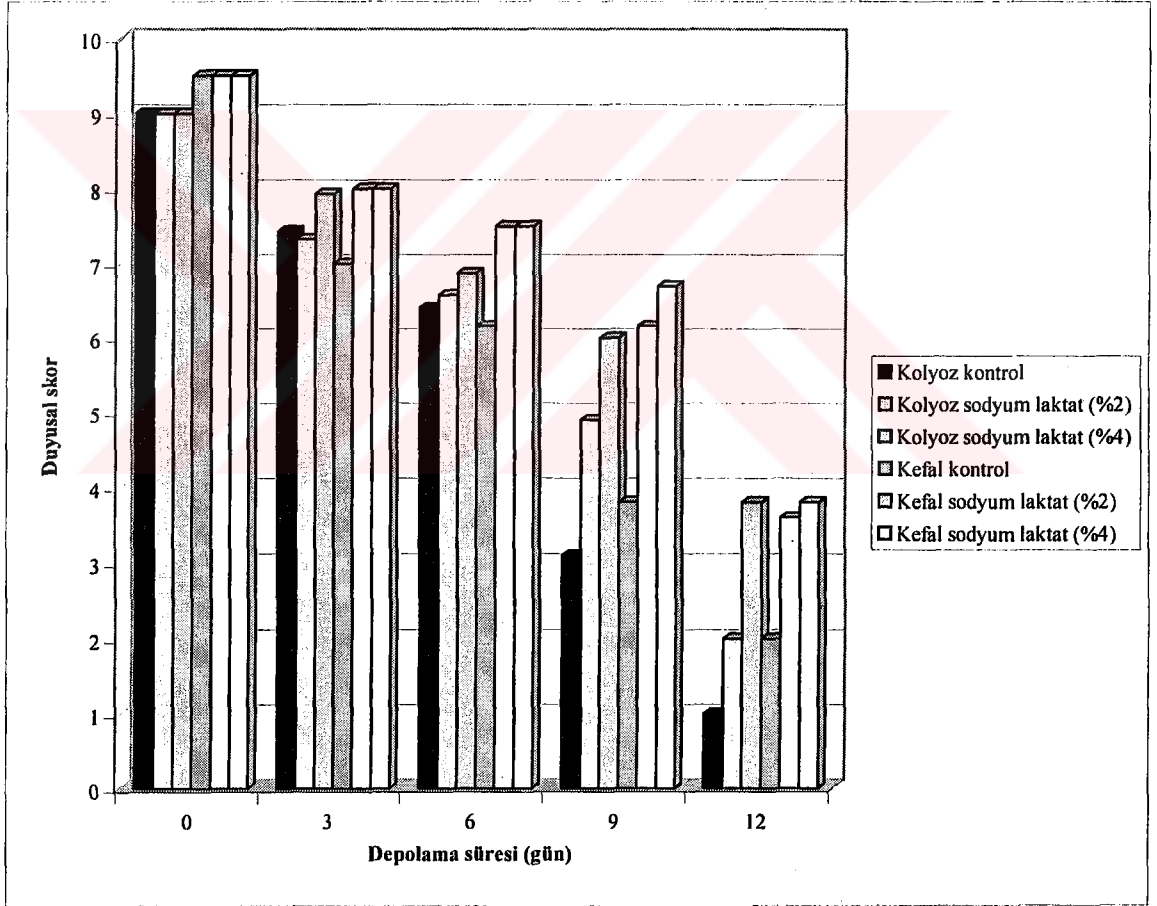
Tablo III.1.2: Sodyum laktat uygulaması yapılmış kolyoz balığının duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

Depolama süresi (gün)	Kontrol														
	0			3			6			9			12		
	Sodyum	Laktat (%2)	Laktat (%4)	Sodyum	Laktat (%2)	Laktat (%4)	Sodyum	Laktat (%2)	Laktat (%4)	Sodyum	Laktat (%2)	Laktat (%4)	Sodyum	Laktat (%2)	Laktat (%4)
Duyusal	9.00	7.43	6.41	3.10	1.00	1.00	7.33	6.58	4.90	2.00	7.93	6.87	6.00	3.80	
pH	6.07	6.28	6.24	6.65	6.96	6.96	6.19	6.32	6.48	6.88	6.27	6.30	6.37	6.45	
TVB-N (mg/100 g)	13.96	15.37	21.34	44.00	69.69	69.69	15.62	16.37	30.18	51.94	18.83	19.29	20.76	40.42	
TMA-N (mg/100 g)	3.46	3.62	4.05	6.61	7.98	7.98	3.51	3.64	5.50	7.68	3.56	3.68	4.10	6.51	
POZ (milimol O ₂ /kg)	2.04	6.80	11.35	14.57	15.80	15.80	6.38	15.26	15.75	11.87	5.71	11.11	11.98	10.62	
TBA (mg/kg malonaldehit)	1.50	3.45	5.82	7.80	6.51	6.51	3.20	5.90	7.75	6.20	3.15	5.65	6.25	6.18	
Mezofilik aerobik Bakteri (log CFU/g)	2.00	4.60	5.00	6.40	7.30	7.30	4.20	4.80	5.30	6.60	4.10	4.20	4.10	4.30	
Psikrofilik Bakteri (log CFU/g)	3.00	5.40	6.40	7.80	9.00	9.00	4.30	5.90	6.90	7.30	4.10	5.20	5.30	7.00	
Toplam koliform (log EMS/g)	2.04	<1.47	<1.47	2.43	4.04	4.04	1.55	2.32	1.86	2.32	2.32	2.44	2.32	2.44	
Fekal koliform (log EMS/g)	<1.47	<1.47	<1.47	1.86	4.04	4.04	1.55	<1.47	1.86	1.86	2.32	2.44	2.32	2.44	

Tablo III.1.3: Sodyum laktat uygulaması yapılmış kefal balığının duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

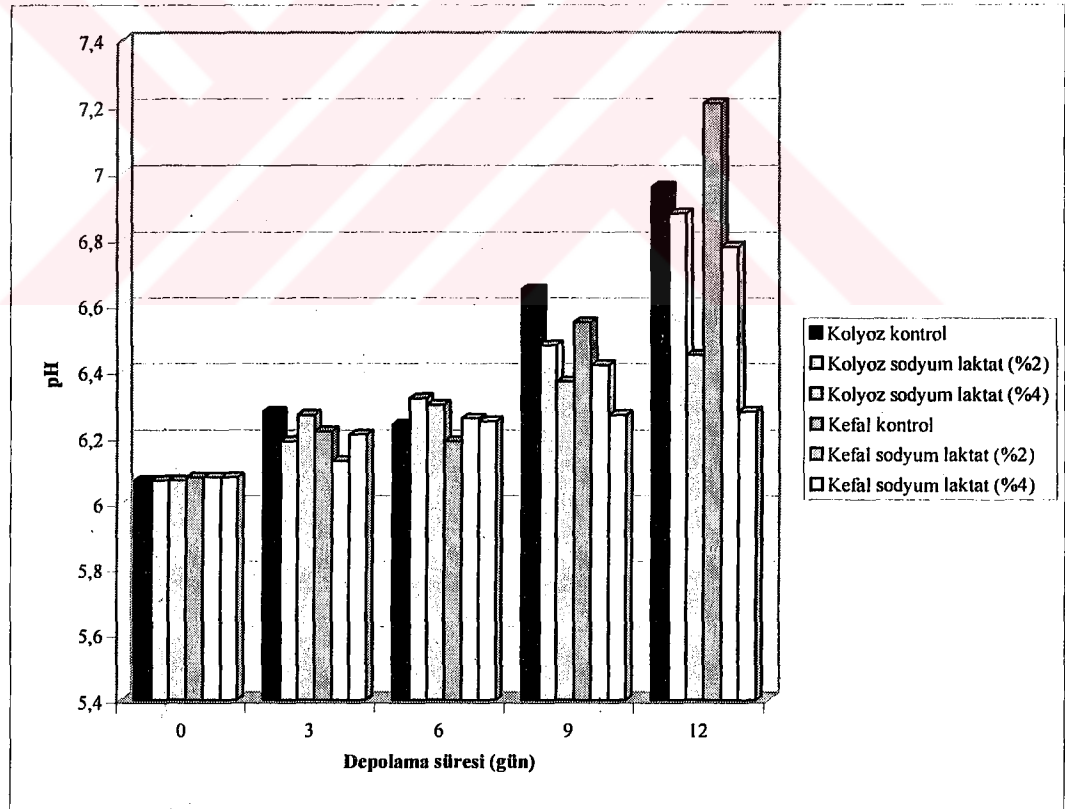
	Kontrol												
	0	3	6	9	12	Sodyum laktat (%2)			Sodyum laktat (%4)				
Depolama süresi (gün)													
Duyusal	9.50	7.00	6.16	3.80	2.00	8.00	7.50	6.16	3.60	8.00	7.50	6.70	3.80
pH	6.08	6.22	6.19	6.55	7.21	6.13	6.26	6.42	6.78	6.21	6.25	6.27	6.28
TVB-N (mg/100 g)	11.22	17.40	17.80	40.46	81.92	15.20	18.90	32.32	33.31	17.09	18.45	18.92	18.82
TMA-N (mg/100 g)	3.64	3.73	4.39	6.36	9.03	3.69	3.82	5.68	6.75	3.74	3.86	4.28	5.65
POZ (milimol O ₂ /kg)	2.85	7.57	12.21	15.36	16.06	7.33	14.86	15.38	12.17	4.81	10.86	11.75	13.11
TBA (mg/kg malonaldehit)	1.75	3.50	6.40	7.20	7.00	3.40	6.10	6.80	7.10	3.25	6.24	6.85	6.95
Mezofilik aerobik Bakteri (log CFU/g)	1.95	5.60	6.00	6.20	7.10	3.10	4.00	5.20	6.40	2.60	2.80	3.10	3.90
Psikrofilik Bakteri (log CFU/g)	2.80	6.90	7.20	8.90	8.90	3.80	5.20	6.00	8.20	3.20	4.60	6.80	7.20
Toplam koliformi (log EMS/g)	1.96	2.17	3.17	3.32	3.96	1.96	2.04	2.04	<1.47	1.55	2.30	1.96	1.97
Fekal koliform (log EMS/g)	1.96	1.86	<1.47	3.32	3.96	<1.47	<1.47	2.04	<1.47	<1.47	2.14	1.96	1.97

Sodyum laktat uygulaması yapılan taze kolyoz ve kefal balıklarının duyusal kalitesi başlangıçta ekstra kalite olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, kontrol grubu örneklerin duyusal olarak depolamanın 9. gününde % 2 ve % 4 sodyum laktat uygulanan kolyoz ve kefal örneklerinin ise depolamanın 12. gününde bozulmuş kalitede oldukları tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklerin duyusal olarak depolamanın 6. gününden itibaren diğer gruplara göre önemli derecede bozulduğu ($p < 0.05$), sodyum laktat uygulanan grupların duyusal özelliklerinin ise her iki balık türünde de depolama süresince birbirlerinden dikkat çekici bir fark göstermediği belirlenmiştir (NS). Sodyum laktat uygulamasının balıkların duyusal kalitesini yaklaşık %30 oranında artırdığı tespit edilmiştir.



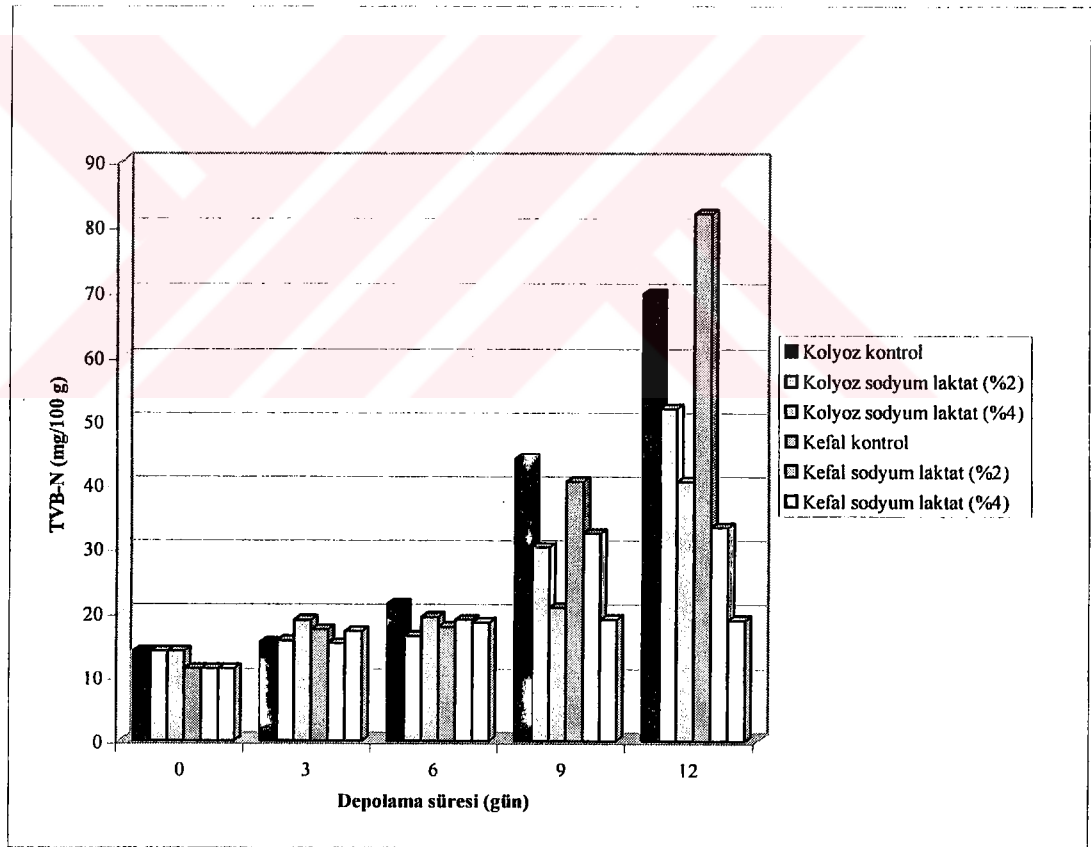
Şekil III.1.1: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda duyusal analiz sonuçları

Yapılan pH analizleri sonucunda taze kolyoz balıklarının pH'ı 6.07 olarak ölçülmüştür. Depolama süresince örneklerin pH değerlerinde yükselme görülmüş, depolamanın son günü olan 12. günde kontrol grubunda 6.96, %2 sodyum laktat uygulanan grupta 6.88, %4 sodyum laktat uygulanan grupta 6.45 olarak belirlenmiştir. Kefal balığının başlangıçtaki pH değeri 6.08 olarak ölçülmüştür. Depolamanın 3. gününde sodyum laktat uygulanan kefal örneklerinde pH değeri 6.13 ve 6.21 olarak bulunmuştur. Depolama süresince pH değeri yükselme göstermiş, depolama sonunda kontrol, %2 ve %4 sodyum laktat uygulanan kefal örneklerinde pH değerleri sırasıyla 7.21, 6.78 ve 6.28 tespit edilmiştir. Kontrol grubu ve %2 sodyum laktat uygulanan kolyoz balıklarında pH bozulmuşluk sınır değeri olarak kabul edilen 6.8-7 değeri depolamanın 12. günü aşılmıştır. %2 sodyum laktat uygulanan kefal örneklerinde de bu değere çok yaklaşmıştır. %4 sodyum laktat uygulanan örneklerde depolamanın 12. günü pH sınır değerine ulaşmadan örnekler duyusal analiz sonuçlarına göre bozulmuş kalite olarak değerlendirilmiştir.



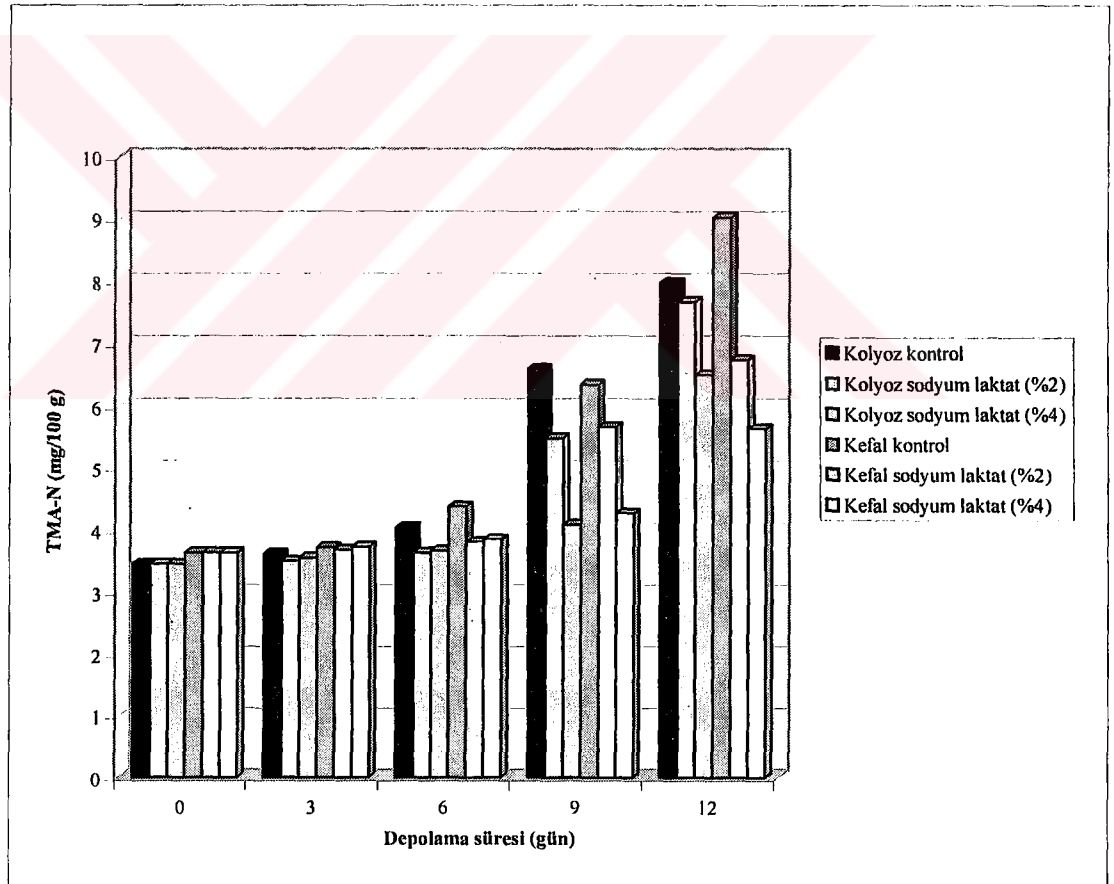
Şekil III.1.2: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda pH analiz sonuçları

Kolyoz balığı ile yapılan çalışmada materyalin başlangıç TVB-N değeri 13.96 mg/100 g olarak bulunmuştur. Kolyoz örneklerinin TVB-N değerleri on iki günlük depolama periyodunda devamlı bir artış göstermiş depolamanın 9. gününde 44.00 mg/100 g değerine ulaşarak kontrol grubu örneklerde limit değerler aşılmıştır. Aynı gün %2 sodyum laktat uygulanan örneklerin TVB-N değeri 30.18 mg/100 g, %4 sodyum laktat uygulanan örneklerin TVB-N değeri 20.76 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Kefal balığının başlangıç TVB-N değeri 11.22 mg/100 g olarak saptanmıştır. Depolamanın 9. gününde kontrol grubu örneklerinin TVB-N değeri 40.46 mg/100 g, %2 sodyum laktat ve %4 sodyum laktat uygulanmış örneklerin TVB-N değeri ise 32.32 mg/100 g ve 18.92 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Kolyoz ve kefal balığı örneklerinin tüm gruplarında 0. gün ile 12. gün arasındaki TVB-N değerlerindeki değişimler %95 güven aralığında önemli bulunmuştur. TVB-N sonuçları incelendiğinde uygulanan %2 ve %4 sodyum laktata daldırma işleminin özellikle kefal balığında olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Kefal balığında tüm depolama boyunca TVB-N sınır değeri sodyum laktata daldırılmış örneklerde aşılmamıştır. TVB-N bozulmuşluk sınır değeri olarak kabul edilen 35 mg/100 g TVB-N değeri hem kolyoz hem de kefal örneklerinde kontrol grubunda depolamanın 9. günü aşılrken, aynı gün sodyum laktat uygulanan örneklerde TVB-N değerinin bozulmuşluk sınır değerine ulaşmadığı görülmüştür.



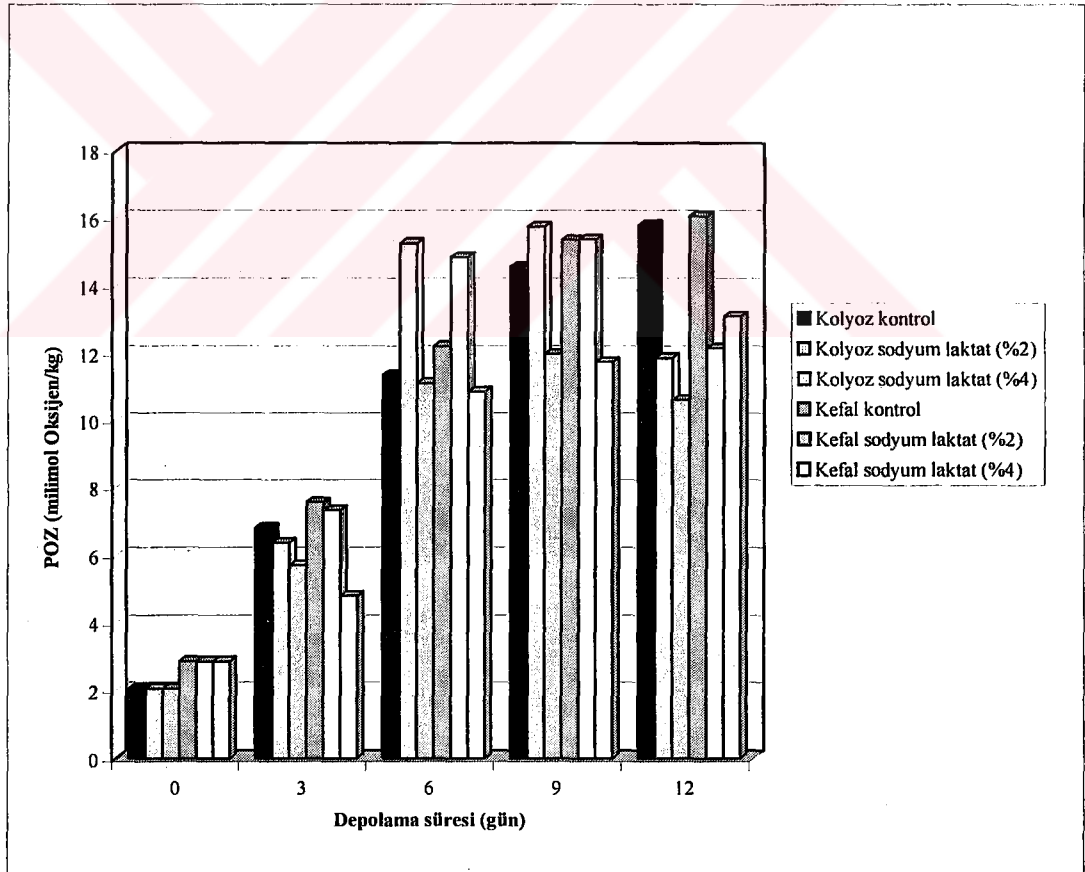
Şekil III.1.3: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analiz sonuçları (mg/100 g)

Taze kolyoz balığının TMA-N değeri 3.46 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Bu değer, depolama sonunda kontrol grubu örneklerde 7.98 mg/100 g., %2 sodyum laktat uygulanmış örneklerde TMA-N değeri 7.68 mg/100 g, %4 sodyum laktat uygulanmış örneklerde TMA-N değeri 6.51 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Kefal balığında ise taze materyalin TMA-N değeri 3.64 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda ise kontrol grubu örneklerde ve sodyum laktat uygulanmış örneklerde TMA-N değerleri 9.03 mg/100 g, 6.75 mg/100 g ve 5.65 mg/100 g olarak bulunmuştur. Kefal ve kolyoz balıklarının kontrol grupları ve %2-4 sodyum laktat uygulanmış gruplarında depolanmanın 12. günü TMA-N sınır değeri olan 10 mg/100 g'ın aşılmadığı tespit edilmiştir. Tüm gruplarda TMA-N değeri tüketilebilirlik sınır değerinin altında kalmıştır.



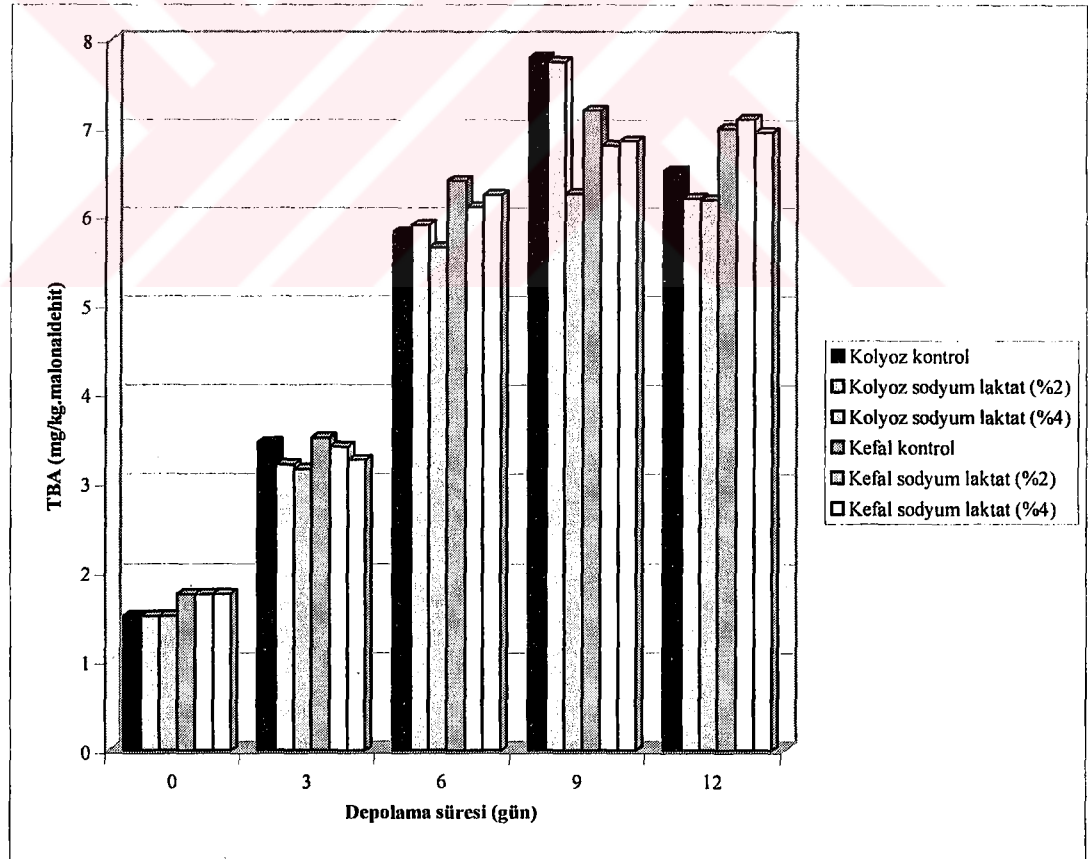
Şekil III.1.4: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda trimetilamin azot (TMA-N) analiz sonuçları (mg/100 g)

Kolyoz balıklarında depolama başlangıcında ölçülen peroksit değeri 2.04 milimol O₂/kg iken bu değer depolamanın son gününde kontrol grubunda 15.80 milimol O₂/kg, % 2 sodyum laktat uygulanan örneklerde 11.87 milimol O₂/kg, %4 sodyum laktat uygulanan örneklerde 10.62 milimol O₂/kg' dır. Kefal balıklarında peroksit değerindeki değişim kolyoz balığındaki değerlerle benzerlik göstermektedir. Depolama başlangıcında 2.85 milimol O₂/kg olarak ölçülen değer, depolama boyunca artış göstermiş depolama sonunda kontrol grubu ve sodyum laktatla işlem görmüş kefal balıklarında tespit edilen peroksit değerleri sırasıyla 16.06 milimol O₂/kg, 12.17 milimol O₂/kg ve 13.11 milimol O₂/kg' dır. Peroksit değeri bakımından gerek kolyoz gerek kefal örneklerinde sınır değer olan 10 milimol O₂/kg değeri tüm gruplarda 6. gün aşılmıştır.



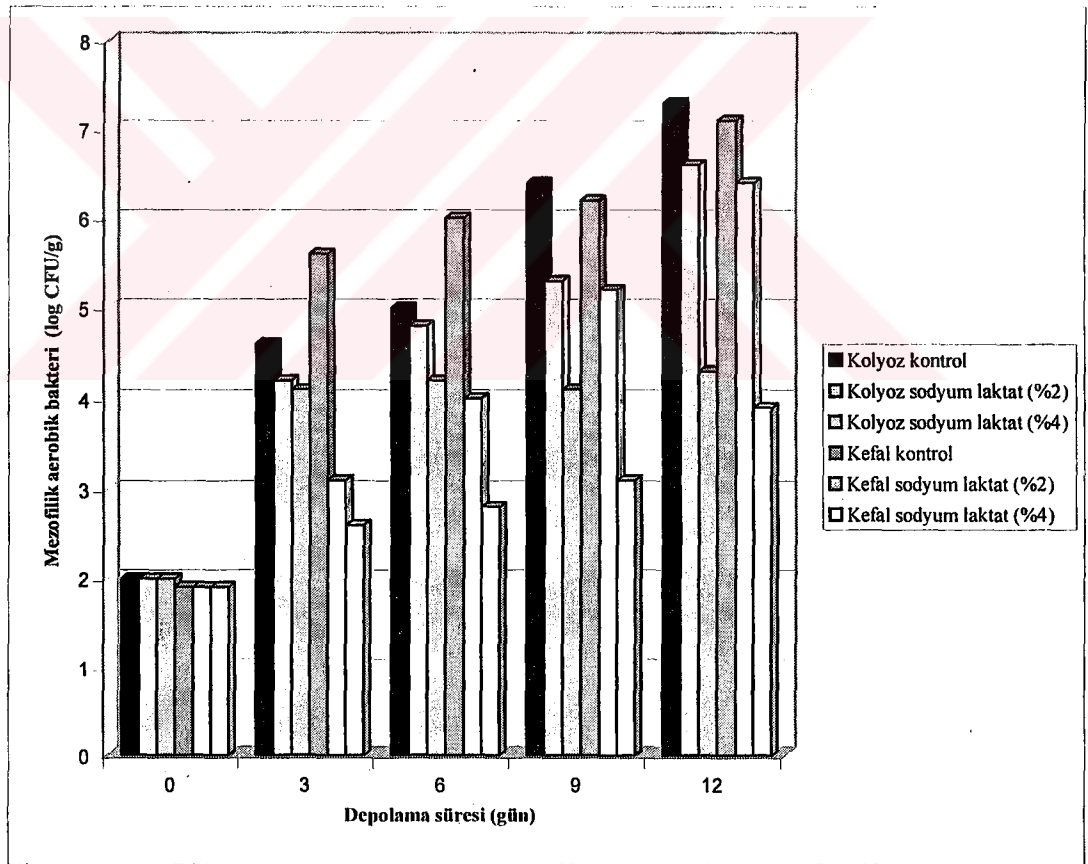
Şekil III.1.5: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda peroksit (POZ) analiz sonuçları (milimol O₂/kg)

Balıkların yağlarında meydana gelen değişimlerin önemli bir göstergesi de TBA değerindeki değişimlerdir. TBA değerindeki değişimler incelendiğinde kolyoz balığında taze materyalde 1.50 mg/kg malonaldehit TBA değeri tespit edilmiştir. Depolamaya bağlı olarak tüm grupların TBA değerinde artış gözlenmiş depolamanın 12. gününde kontrol grubunda 6.51 mg/kg malonaldehit TBA değeri, sodyum laktat uygulanmış kolyoz balıklarında 6.20 mg/kg malonaldehit ve 6.18 mg/kg malonaldehit TBA değeri ölçülmüştür. Kefal balıklarında tespit edilen TBA değerindeki değişimler kolyoz balığının bulguları ile büyük benzerlik göstermektedir. Taze kefal balığının TBA değeri 1.75 mg/kg malonaldehit iken, 12 günlük depolama sonunda TBA değeri kontrol grubunda 7.0 mg/kg malonaldehit, sodyum laktat muamelesi görmüş örneklerde 7.10 mg/kg malonaldehit ve 6.95 mg/kg malonaldehit TBA değeri tespit edilmiştir. TBA değeri incelendiğinde tüm grup örneklerin TBA değerinin depolama başlangıcında arttığı ancak depolama sonuna dek tüketilebilirlik sınırlarında kaldığı görülmüştür. TBA sınır değeri 8 mg/kg malonaldehit olarak bildirilmektedir.



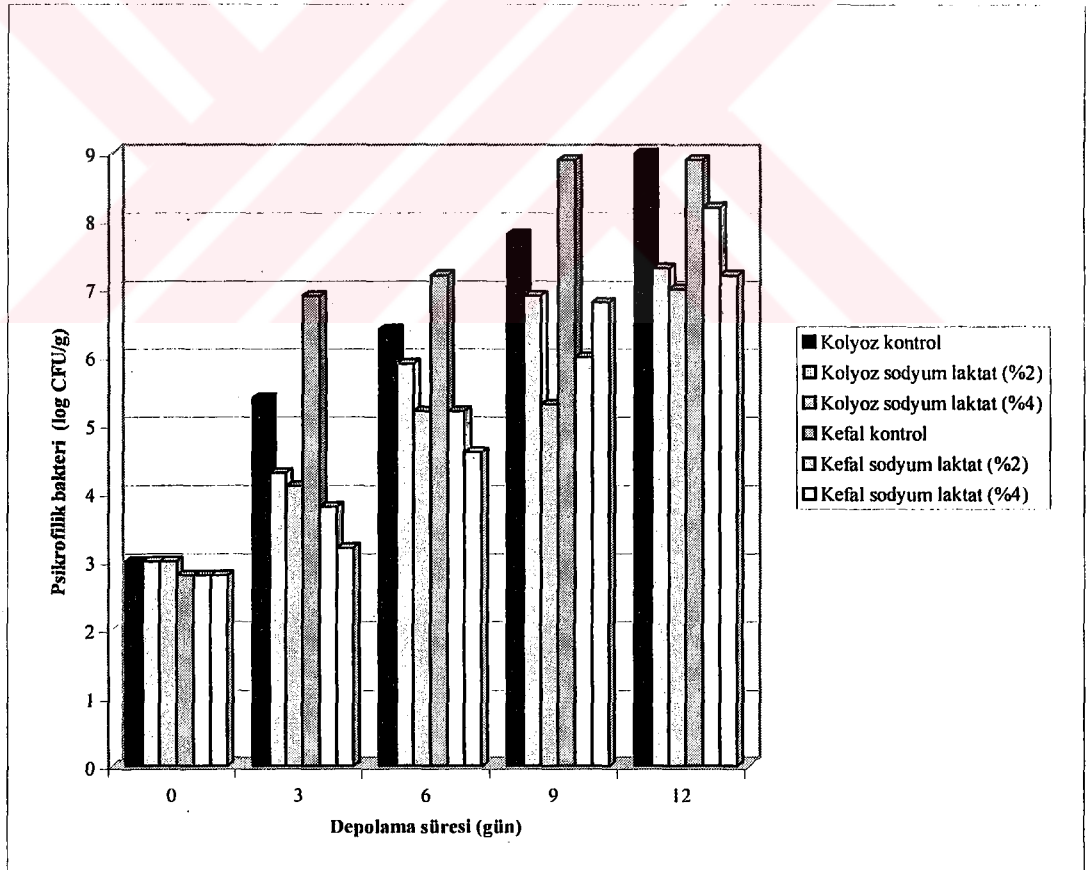
Şekil III.1.6: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda tiobarbitürik asit (TBA) analiz sonuçları (mg/kg malonaldehit)

Taze kolyoz örneklerinin başlangıç mikroflorası 2 log CFU/g olarak tespit edilmiş, bu değer depolama sırasında artarak depolamanın son gününde kontrol grubunda 7.3 log CFU/g, %2 sodyum laktat uygulanmış örneklerde 6.6 log CFU/g, %4 sodyum laktat uygulanmış örneklerde 4.3 log CFU/g olarak belirlenmiştir. Özellikle depolamanın 6. gününden itibaren kontrol grubunda diğer gruplara göre daha fazla mikrobiyal yük tespit edilmiştir. Kefal balıkları ile yapılan uygulamalarda da mezofilik aerobik bakteri yükü depolama süresince düzenli artmış, başlangıçta mezofilik aerobik bakteri yükü 1.95 log CFU/g olarak tespit edilirken, 6. günde kontrol grubu örneklerde mezofilik aerobik bakteri yükü 6 log CFU/g'a ulaşmıştır. Depolamanın 12. günü kontrol grubu örneklerde 7.1 log CFU/g sodyum laktat uygulanan gruplarda (%2 ve %4) sırasıyla 6.4 log CFU/g, 3.9 log CFU/g bakteri yükü tespit edilmiştir. Mezofilik aerobik bakteri yükü depolamanın 9. günü kolyoz ve kefal balıklarının kontrol grubu örneklerinde sınır değerine ulaşırken %2 sodyum laktat uygulanan örneklerde bu değere 12. gün ulaşılmıştır. %4 sodyum laktat uygulamasında bu değerlerin daha da düşük olduğu görülmektedir. Özellikle %4 sodyum laktat uygulamasının her iki balık türünde de mezofilik aerobik bakteri yükü üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.



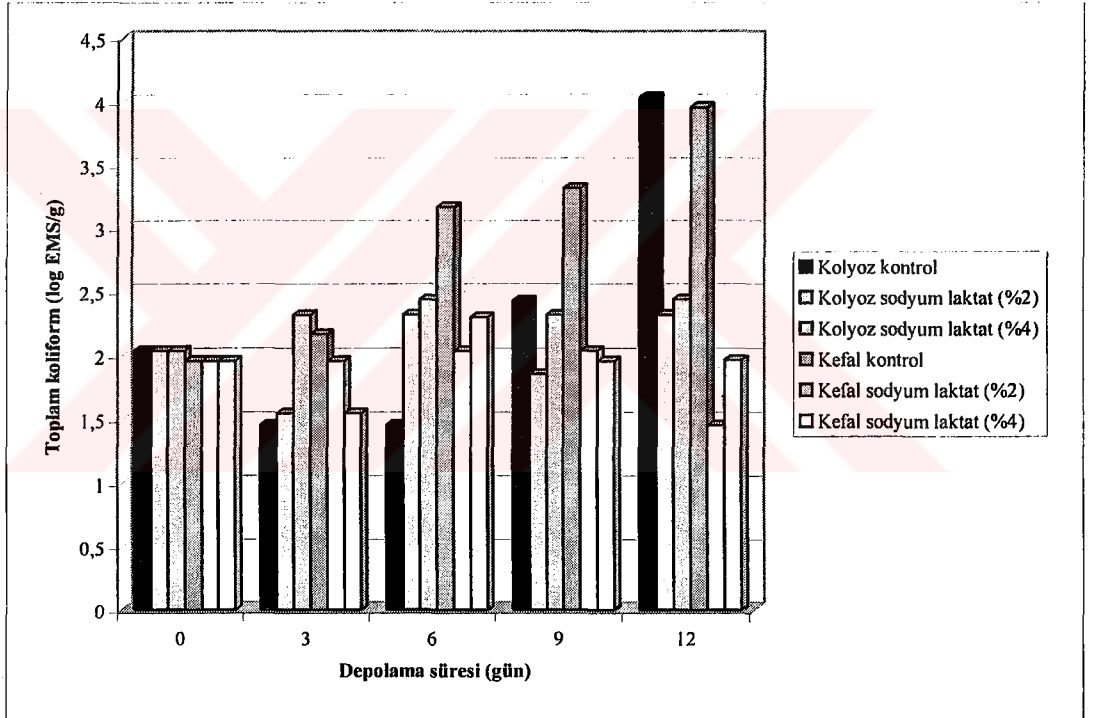
Şekil III.1.7: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda mezofilik aerobik bakteri sonuçları (log CFU/g)

Psikrofilik bakteri yükü de depolama boyunca aynı şekilde bir artış göstermiş depolamanın 12. günü kontrol grubunda 9.0 log CFU/g, %2 sodyum laktat uygulanmış kolyoz örneklerinde 7.3 log CFU/g, %4 sodyum laktat uygulanmış örneklerde 7.0 log CFU/g Psikrofilik bakteri yükü belirlenmiştir. Kefal balığı ile yapılan denemelerde de psikrofil bakteri yükündeki artışta aynı mezofilik aerobik bakteri yükündeki gibidir. Kefal balığında depolama başlangıcında 2.8 log CFU/g olarak tespit edilen psikrofilik bakteri yükü 12 günlük depolama sonunda kontrol grubunda 8.9 log CFU/g, %2 Sodyum laktat uygulanan gruplarda 8.2 log CFU/g, %4 sodyum laktat uygulanan gruplarda 7.2 log CFU/g olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde kolyoz kontrol grubu örneklerde depolamanın 6, kefal örneklerinde ise 3. günü 6 log CFU/g değerine ulaşıldığı, %2 sodyum laktat uygulanan tüm örneklerde bu değere 9. gün, %4 sodyum laktat uygulanan örneklerde (kolyoz ve kefal) ise 12. ve 9. gün ulaşıldığı saptanmıştır.



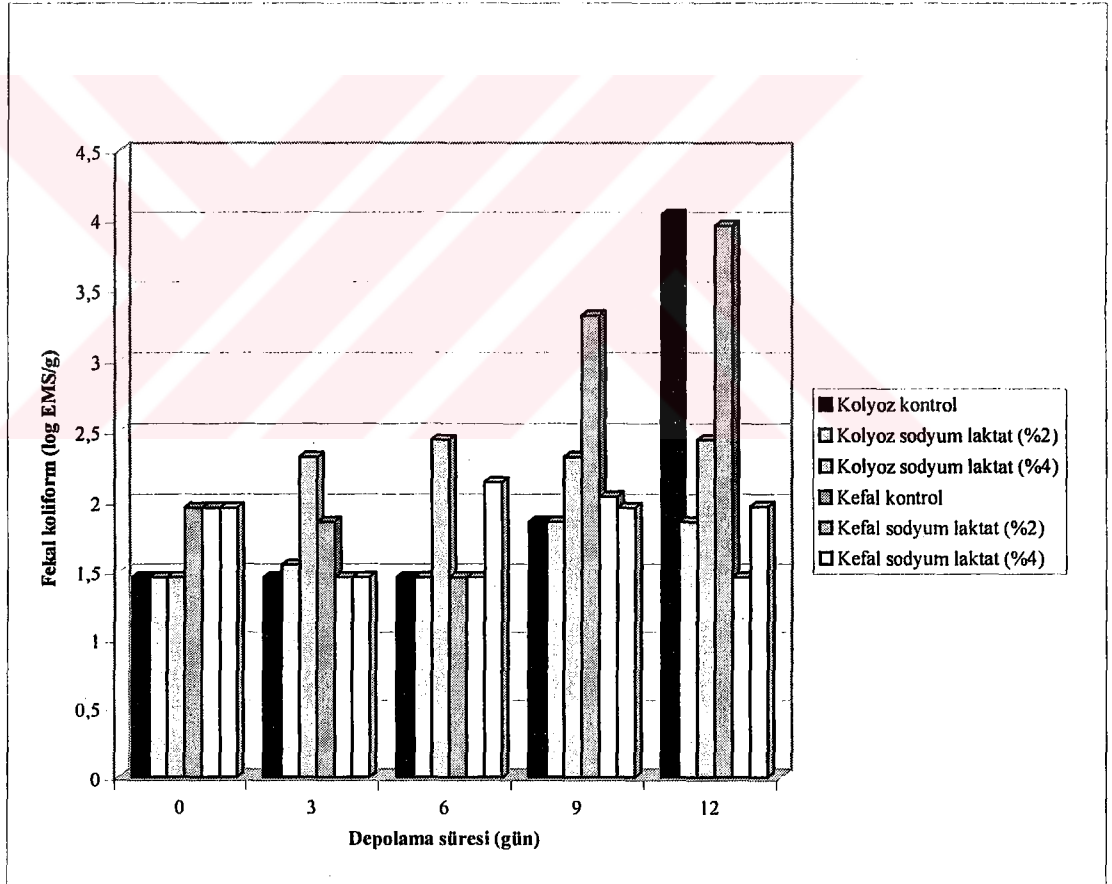
Şekil III.1.8: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda psikrofilik bakteri sonuçları (log CFU/g)

Toplam koliform, kolyoz balığı örneklerinde depolama başlangıcında 2.04 log EMS/g olarak bulunurken depolama sonunda 4.04 log EMS/g olarak bulunmuştur. Sodyum laktat uygulaması yapılan örneklerde bu değer 2.32 ve 2.44 log EMS/g olarak tespit edilmiştir. Kefal balığının başlangıç toplam koliform yükü 1.96 log EMS/g bulunmuştur. Bu değer kontrol grubunda depolamanın sonunda 3.96 log EMS/g olarak tespit edilirken sodyum laktat uygulaması yapılmış kefal balıklarında bu değer <1.47 log EMS/g ve 1.97 log EMS/g olarak belirlenmiştir.



Şekil III.1. 9: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda toplam koliform bakteri sonuçları (log EMS/g)

Fekal koliform gelişimi kolyoz örneklerinde başlangıçta <1.47 log EMS/g olarak görülürken depolama boyunca bu değer kontrol grubu örneklerinde depolamanın 12. günü 4.04 log EMS/g olarak bulunmuştur. %2 sodyum laktat uygulaması yapılan kolyoz örneklerinde de fekal koliform yükü 1.86 log EMS/g aşmazken, %4 sodyum laktat uygulaması yapılan örneklerde depolamanın 12. günü 2.44 log EMS/g olarak tespit edilmiştir. Taze kefal örneklerinde fekal koliform yükü <1.96 log EMS/g olarak tespit edilirken depolama boyunca bu değerlerde bir artış görülmüş depolama sonunda kontrol grubunda 3.96 log EMS/g, %2 sodyum laktat uygulanan kefal örneklerinde <1.47 log EMS/g, %4 sodyum laktat uygulanan örneklerde 1.97 log EMS/g fekal koliform yükü bulunmuştur.

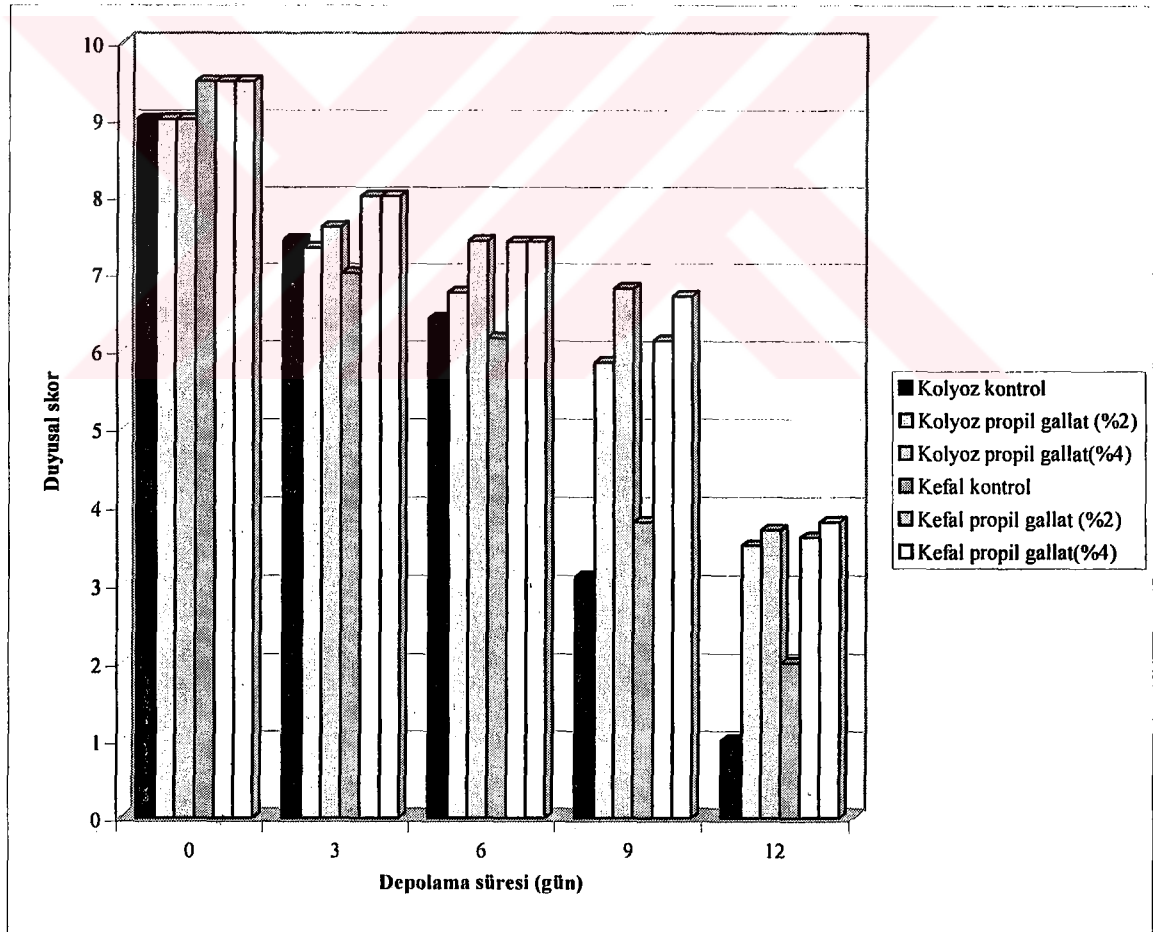


Şekil III.1.10: Sodyum laktat uygulaması yapılan balıklarda fekal koliform bakteri sonuçları (log EMS/g)

Tablo III.2.2: Propil gallat uygulaması yapılmış kefal balığının duyuusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

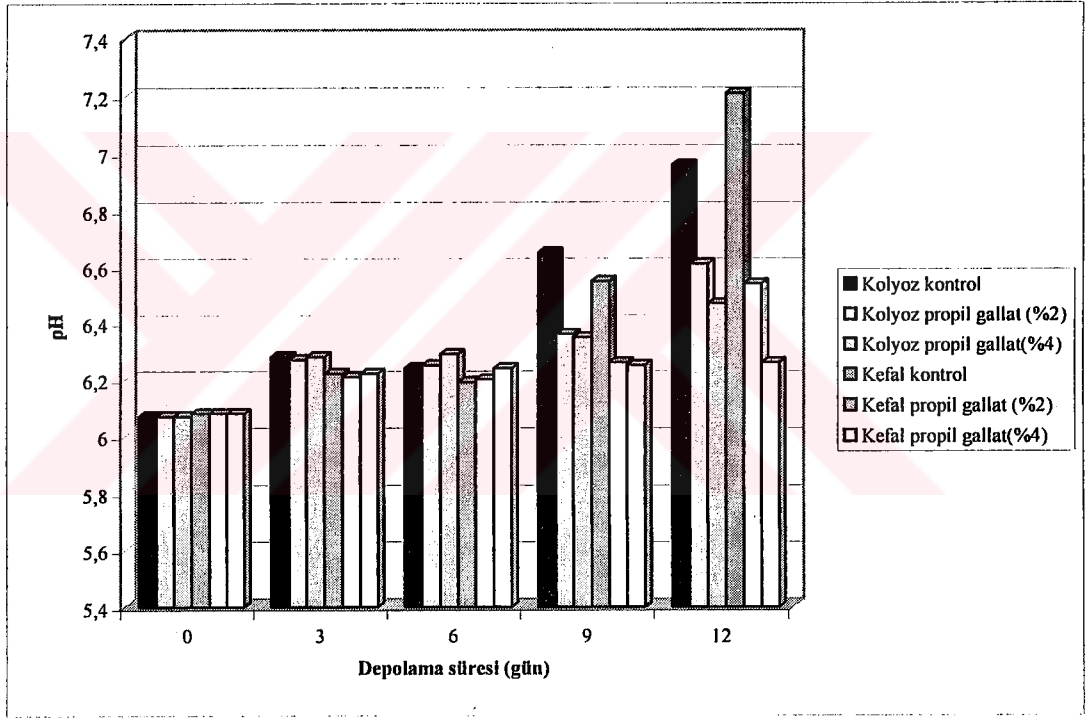
	Kontrol												
	0	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
Depolama süresi (gün)	0	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
Duyusal	9.50	7.00	6.16	3.80	2.00	8.00	7.40	6.13	3.60	8.00	7.40	6.70	3.80
pH	6.08	6.22	6.19	6.55	7.21	6.21	6.20	6.26	6.54	6.22	6.24	6.25	6.26
TVB-N (mg/100 g)	11.22	17.40	17.80	40.46	81.92	12.97	18.51	24.90	23.13	9.62	16.46	23.14	22.11
TMA-N (mg/100 g)	3.64	3.73	4.39	6.36	9.03	3.75	3.89	3.98	4.24	3.68	3.49	3.95	4.23
POZ (milimol O ₂ /kg)	2.85	7.57	12.21	15.36	16.06	5.36	6.05	6.12	3.45	4.67	5.86	3.16	2.40
TBA (mg/kg malonaldehit)	1.75	3.50	6.40	7.20	7.00	2.10	2.60	3.70	3.80	1.90	2.10	2.60	3.50
Mezofilik Aerobik Bakteri (log CFU/g)	1.95	5.68	6.00	6.20	7.10	3.10	4.30	5.40	4.90	<2.00	3.60	3.40	5.10
Psikrofilik Bakteri (log CFU/g)	2.80	6.90	7.20	8.90	8.90	<2.00	5.10	8.00	8.10	<2.00	5.20	6.10	8.10
Toplam koliform (log EMS/g)	1.96	2.17	3.17	3.32	3.96	<1.47	<1.47	<1.47	2.14	1.86	1.78	<1.47	2.14
Fekal koliform (log EMS/g)	1.96	1.86	<1.47	3.32	3.96	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47	1.55	<1.47	<1.47	<1.47

Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre, propil gallat uygulaması yapılan taze kolyoz ve kefal balıklarının depolamanın başlangıcında duyusal kalitesi ekstra kalite olarak belirlenmiştir. Depolamaya bağlı olarak bu değerler giderek düşmüştür. Kontrol grubu kolyoz örneklerinde depolamanın 9. günü bozulmuşluk sınır değeri aşılrken propil gallat uygulamasında bu değer depolamanın 12. günü aşılmıştır. Duyusal analizlere göre kefal balığı ile yapılan denemelerde, depolamanın 9. gününde kontrol grubu örnekler, depolamanın 12. günü %2 ve % 4 propil gallat uygulanan örnekler bozulmuş olarak değerlendirilmiştir. Propil gallat uygulaması kontrol grubu ile kıyaslandığında gerek kolyoz gerekse kefal balıklarının duyusal kalitesi üzerine olumlu sonuçlar getirdiği görülmektedir. Kontrol grubu örneklerin depolamanın 6. gününden itibaren diğer gruplara göre önemli derecede bozulduğu ($p<0.05$), propil gallat uygulanan grupların duyusal özelliklerinin ise her iki balık türünde de depolama süresince birbirlerinden dikkat çekici bir fark göstermediği belirlenmiştir. (NS)



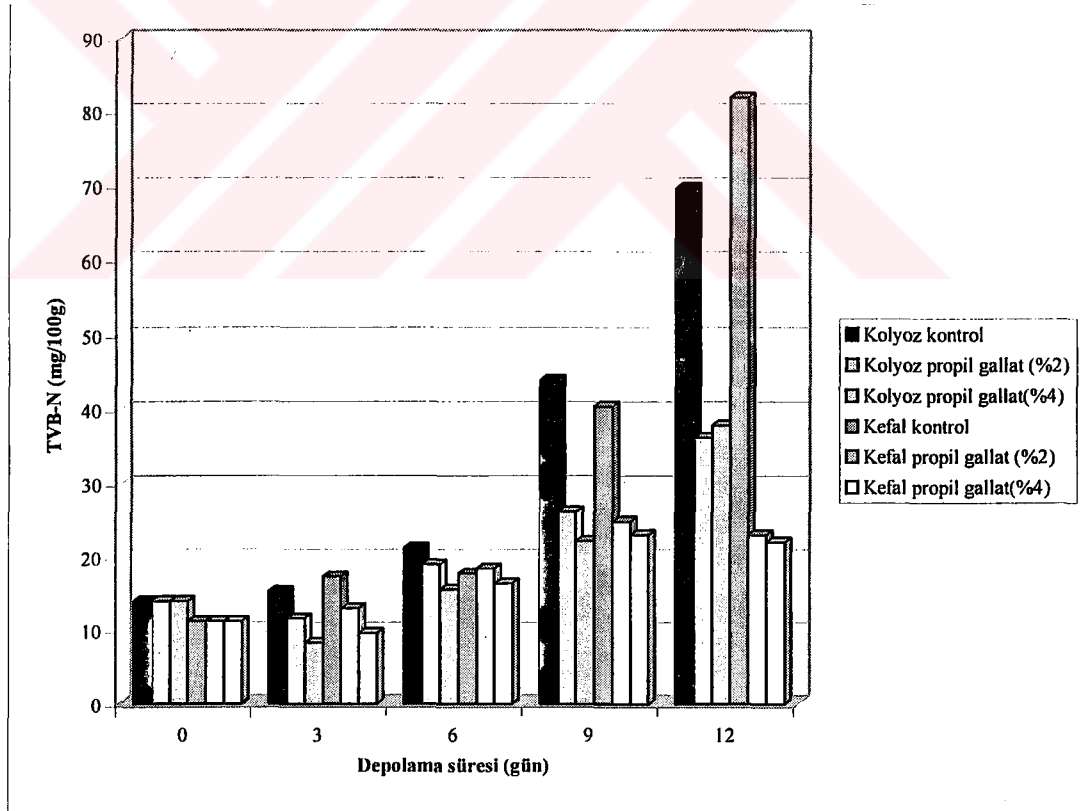
Şekil III.2.1: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda duyusal analiz sonuçları

Propil gallat uygulamasında kullanılan taze kolyoz balıklarının pH'ı 6.07 iken depolamanın 12. günde kontrol grubunda 6.96, %2 propil gallat uygulanan grupta 6.61, %4 propil gallat uygulanan grupta 6.47 olarak belirlenmiştir. Kefal balığının başlangıç pH değeri 6.08 olarak ölçülmüştür. Depolama süresince tüm örneklerde pH değeri yükselme göstermiş, depolama sonunda kontrol, %2 ve %4 propil gallat uygulanan kefal örneklerinde sırasıyla 7.21, 6.54, 6.26 pH değerleri tespit edilmiştir. Tüm grup örneklerde pH değeri depolamaya bağlı olarak artış gösterse de depolamanın son günü olan 12. günü yalnızca kontrol grubu örneklerde bozulmuşluk sınır değeri aşılmıştır.



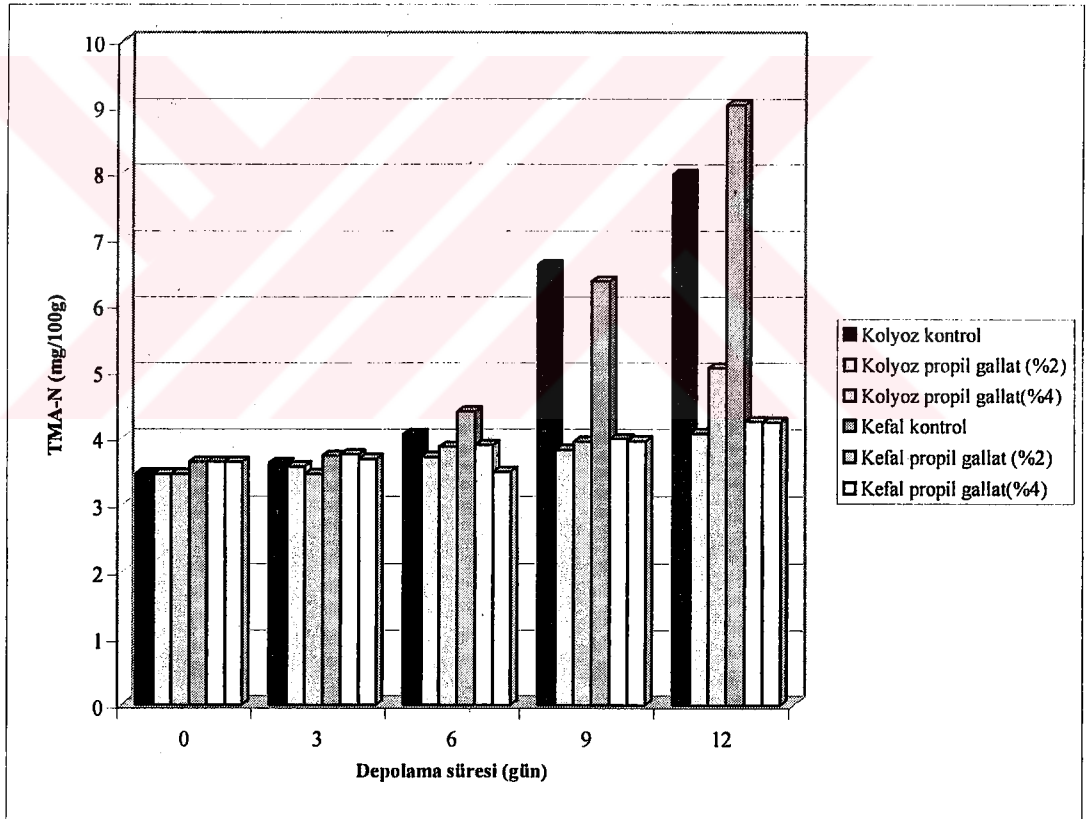
Şekil III.2.2: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda pH analiz sonuçları

Yapılan TVB-N analizlerinde kolyoz balığının başlangıç TVB-N değeri 13.96 mg/100 g olarak bulunurken, bu değerler depolamanın 9.gününde 44.00 mg/100 g değerine ulaşarak kontrol grubu örneklerde limit değerler aşılmıştır. Aynı gün %2 propil gallat uygulanan örneklerin TVB-N değeri 26.23 mg/100 g, %4 propil gallat uygulanan örneklerin TVB-N değeri 22.31 mg/100 g ile tüketilebilirlik sınırları içinde tespit edilmiştir. Propil gallat uygulanmış kolyoz örneklerinde depolamanın 12. günü TVB-N bozulmuşluk değeri aşılmıştır. Kefal balığının başlangıç TVB-N değeri 11.22 mg/100 g olarak saptanmıştır. Kefal balığında da kolyoz balığında olduğu gibi TVB-N değerlerinde depolama boyunca bir artış gözlenmiş depolamanın 9. gününde kontrol grubu örneklerinin TVB-N değeri 40.46 mg/100 g, propil gallat uygulanmış örneklerin TVB-N değeri 24.90 mg/100 g ve 23.14 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Kolyoz örneklerinde de kefal örneklerinde de kontrol grubu örneklerin depolamanın 9. gününde TVB-N sınır değerini aştığı, propil gallat uygulaması yapılan kefal balıklarında depolama boyunca TVB-N sınır değerinin aşılmadığı görülmektedir. Kolyoz ve kefal balığı örneklerinin tüm gruplarında 0. gün ile 12. gün arasındaki TVB-N değerlerindeki değişimler %95 güven aralığında önemli bulunmuştur.



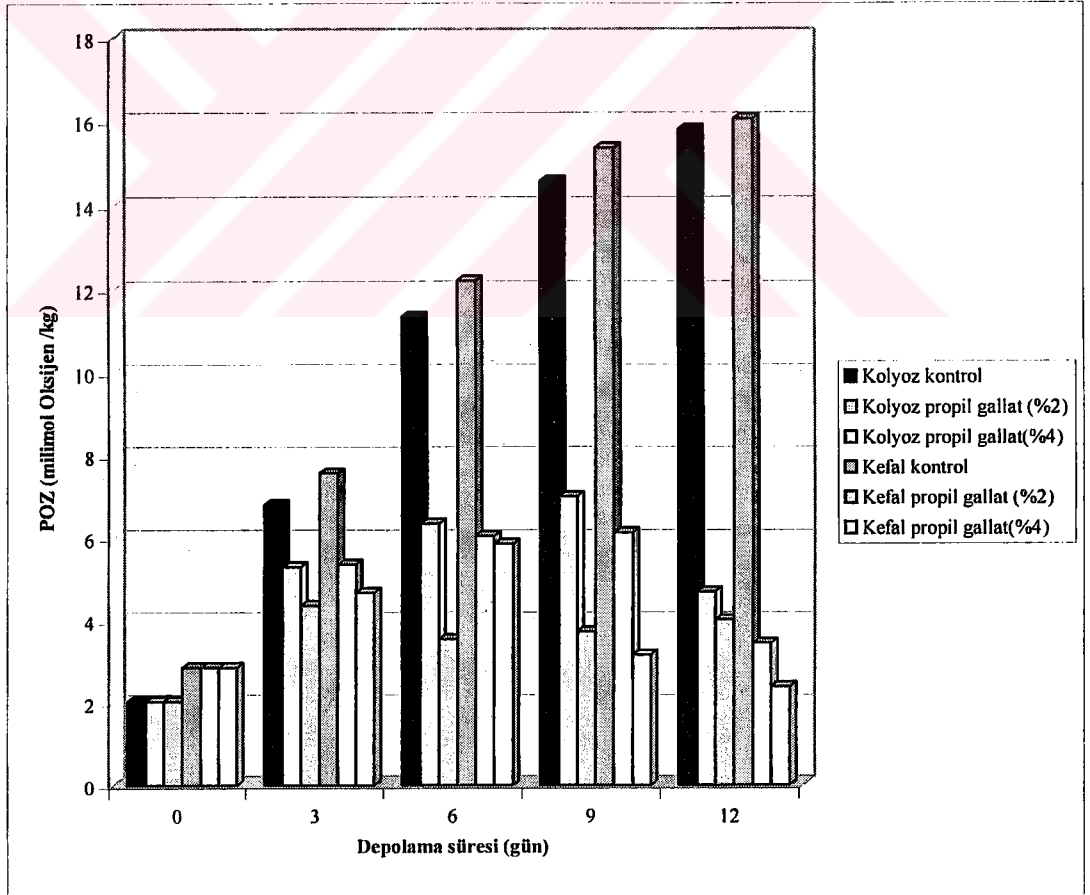
Şekil III.2.3: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analiz sonuçları (mg/100g)

Kolyoz balıkları ile yapılan denemeler sonucunda depolama başlangıcında TMA-N değeri 3.46 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Bu değer, depolama boyunca arttığı görülmüş depolama sonunda kontrol grubu örneklerde TMA-N değeri 7.98 mg/100 g, %2 ve %4 propil gallat uygulanmış örneklerde 4.06 mg/100 g, 5.05 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Kefal balığında ise başlangıç TMA-N değeri 3.64 mg/100 g. olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda ise kontrol grubu örneklerin TMA-N değeri 9.03 mg/100 g, olarak tespit edilirken, %2 propil gallat uygulanmış örneklerin TMA-N değeri 4.24 mg/100 g, %4 propil gallat uygulanmış örneklerin TMA-N değeri 4.23 mg/100 g olarak bulunmuştur. Aynı TVB-N değerlerinde olduğu gibi TMA-N değerlerinde de depolama süresince bir artış görülmüş ancak bu artış her iki balık türünün tüm gruplarında tüketilebilirlik değerini aşmazken kontrol grubu örneklerinde propil gallat uygulaması yapılan örneklere göre TMA-N artışı önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



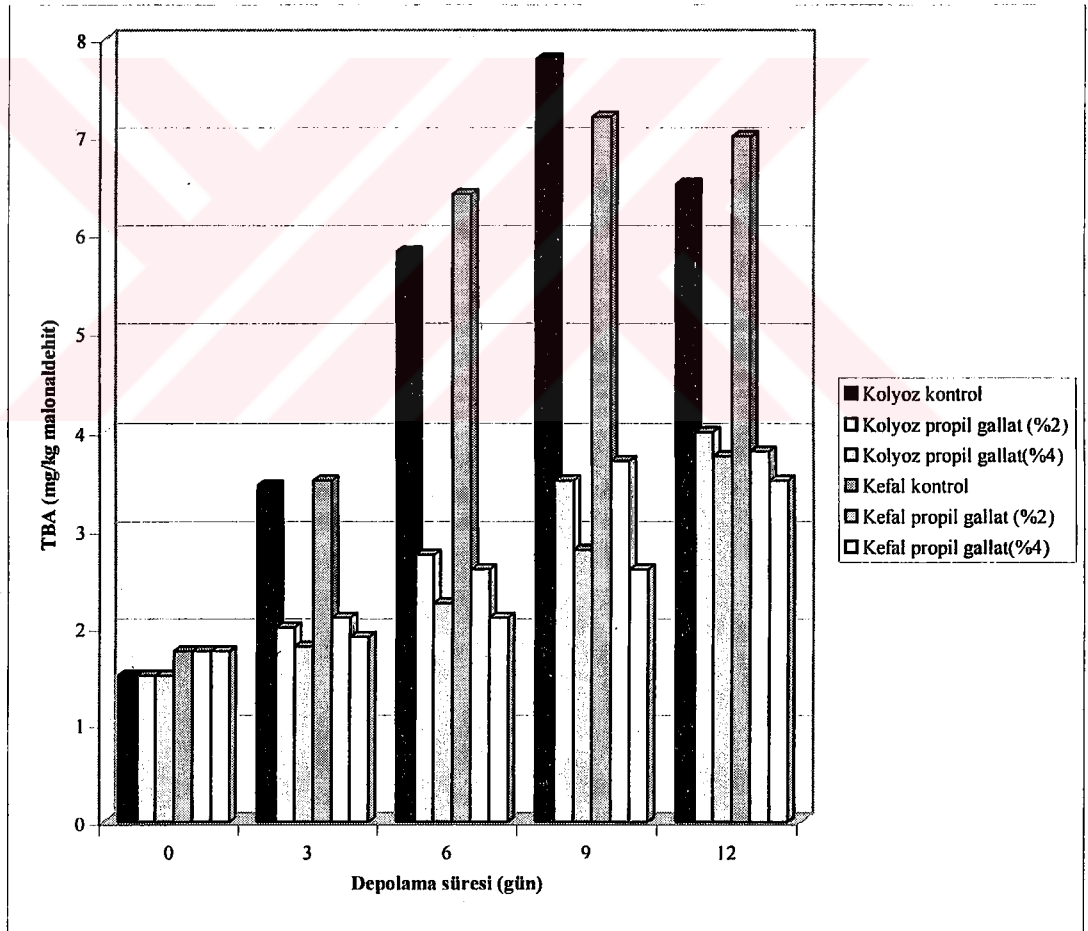
Şekil III.2.4: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda trimetilamin azot (TMA-N) analiz sonuçları (mg/100 g)

Kolyoz balıklarında depolama başlangıcında ölçülen Peroksit değeri 2.04 milimol O₂/kg iken bu değer depolamanın 12. gününde kontrol grubunda 15.80 milimol O₂/kg, %2 propil gallat uygulanan örneklerde 4.70 milimol O₂/kg, %4 propil gallat uygulanan örneklerde 4.03 milimol O₂/kg' dir. Depolama başlangıcında kefal balıklarında peroksit değeri 2.85 milimol O₂/kg olarak ölçülmüş, depolama boyunca bu değer artış göstermiştir. Depolama sonunda kontrol ve propil gallatla işlem görmüş kefal balıklarında tespit edilen peroksit değerleri sırasıyla 16.06 milimol O₂/kg, 3.45 milimol O₂/kg, 2.40 milimol O₂/kg' dir. Bulunan peroksit değerleri incelendiğinde kontrol grubu örneklerde depolamanın 6. günü peroksit değerleri tüketilebilirlik sınırlarını aşmıştır. Ancak propil gallatın antioksidan özelliğinden dolayı propil gallat uygulaması yapılan balık örneklerinin yağlarında oksidasyon söz konusu olmamış ve bulunan peroksit değerleri depolama süresince 10 milimol O₂/kg olan bozulmuşluk sınır değerinin altında kalmıştır.



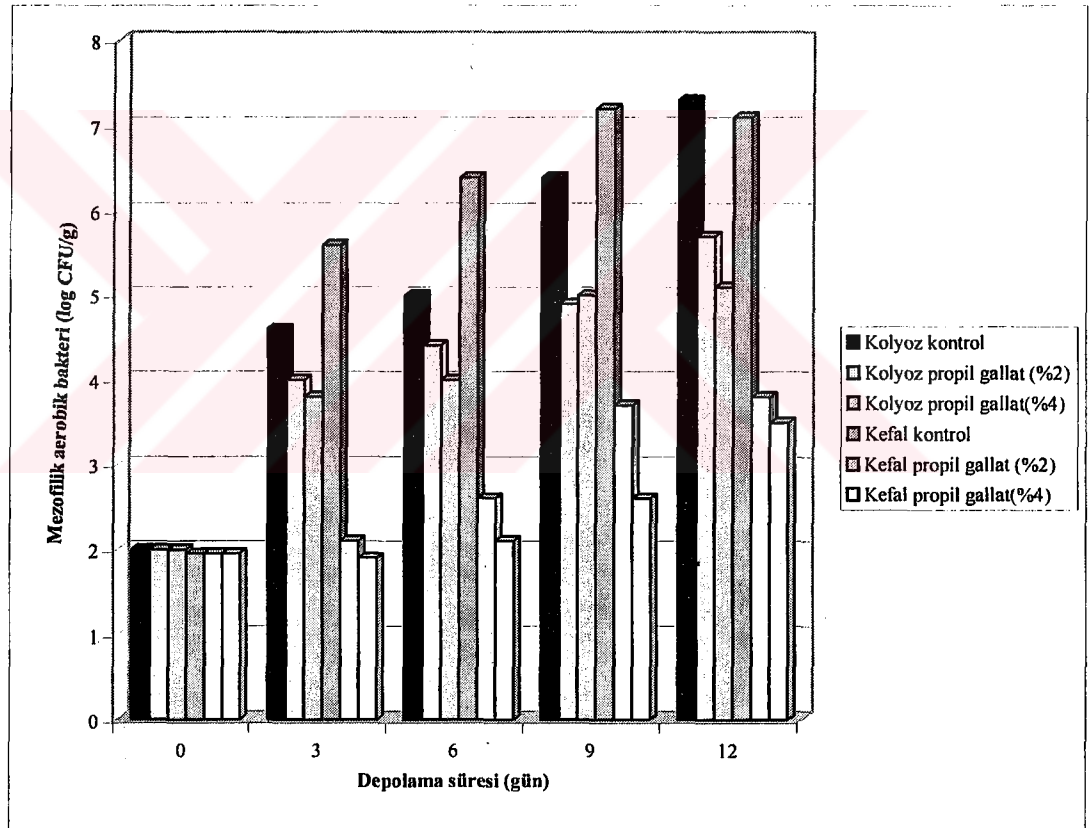
Şekil III.2.5: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda peroksit (POZ) sonuçları (milimol O₂/kg)

TBA değeriindeki değişimler incelendiğinde kolyoz balığında taze materyalde 1.50 mg/kg malonaldehit TBA değeri tespit edilmiştir. Tüm grupların TBA değerinde depolamaya bağlı olarak artış gözlenmiş depolamanın son gününde kontrol grubunda 6.51 mg/kg malonaldehit TBA değeri, propil gallat uygulanmış kolyoz balıklarında 4.0 mg/kg malonaldehit ve 3.75 mg/kg malonaldehit TBA değeri ölçülmüştür. Taze kefal balığının TBA değeri 1.75 mg/kg malonaldehit iken, 12 günlük depolama sonunda TBA değeri kontrol grubunda 7.0 mg/kg malonaldehit, propil gallat muamelesi görmüş örneklerde 3.8 mg/kg malonaldehit ve 3.5 mg/kg malonaldehit TBA değeri tespit edilmiştir. TBA bulguları incelendiğinde peroksit değerlerine benzer bulgular gözlenmiş propil gallatın antioksidan etkisi burada da belirgin şekilde tespit edilmiştir. Propil gallat uygulaması yapılan tüm örneklerin TBA değerleri 8 mg/kg malonaldehit olan bozulmuşluk sınır değerinin altında olduğu görülmüştür.



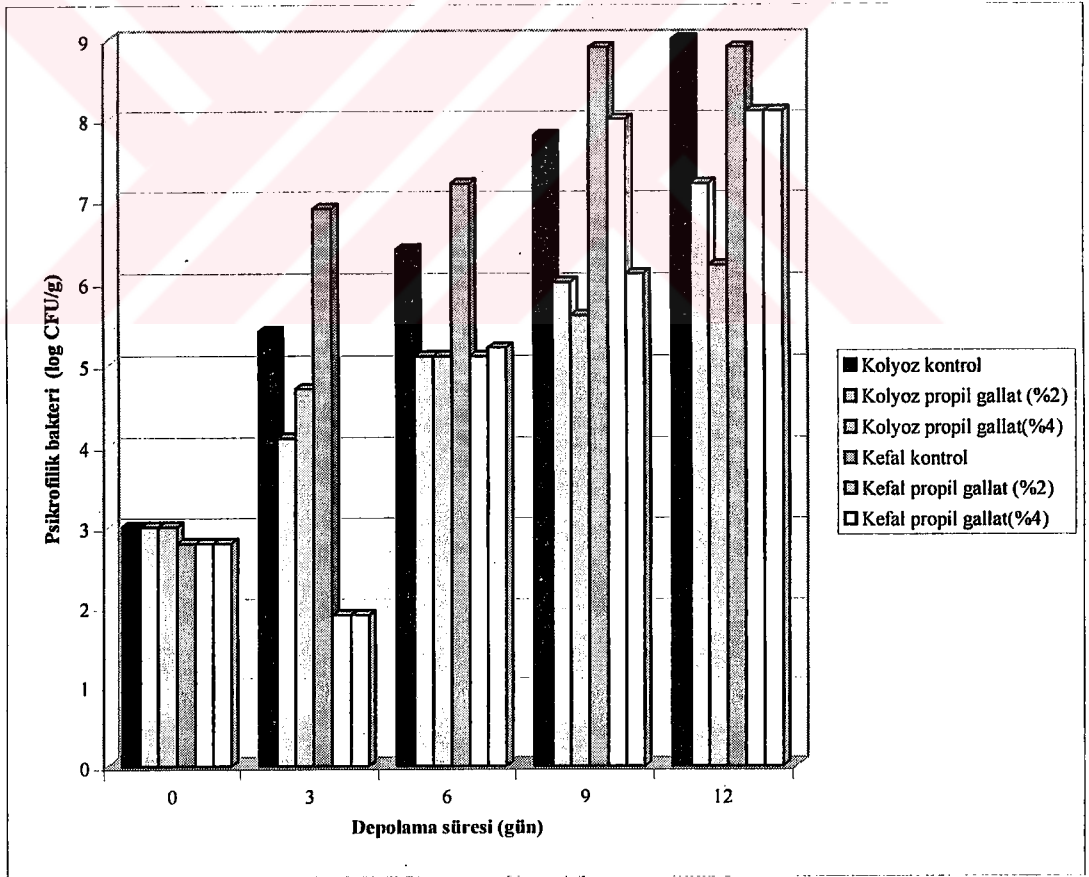
Şekil III.2.6: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda tiobarbitürik asit (TBA) sonuçları (mg/kg malonaldehit)

Taze kolyoz örneklerinin başlangıç mikroflorası 2 log CFU/g olarak tespit edilirken, bu değer depolama sırasında artarak depolamanın son gününde mezofilik aerobik bakteri yükü kontrol grubunda 7.3 log CFU/g, %2 propil gallet uygulanmış örneklerde 5.7 log CFU/g, %4 propil gallet uygulanmış örneklerde 5.1 log CFU/g olarak belirlenmiştir. Özellikle depolamanın 9. gününden itibaren kontrol grubunda diğer gruplara göre daha fazla mikrobiyal yük tespit edilmiştir. Kefal balıkları ile yapılan uygulamalarda da mezofilik aerobik bakteri yükü başlangıçta 1.95 log CFU/g, depolamanın 12. günü kontrol grubu örneklerde 7.1 log CFU/g, propil gallet uygulanan gruplarda sırasıyla 4.9 log CFU/g, 5.10 log CFU/g mezofilik aerobik bakteri yükü tespit edilmiştir. Propil galletin antioksidan özelliği yanında antimikrobiyal etkisi kontrol grubu örnekleriyle kıyaslandığında belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır.



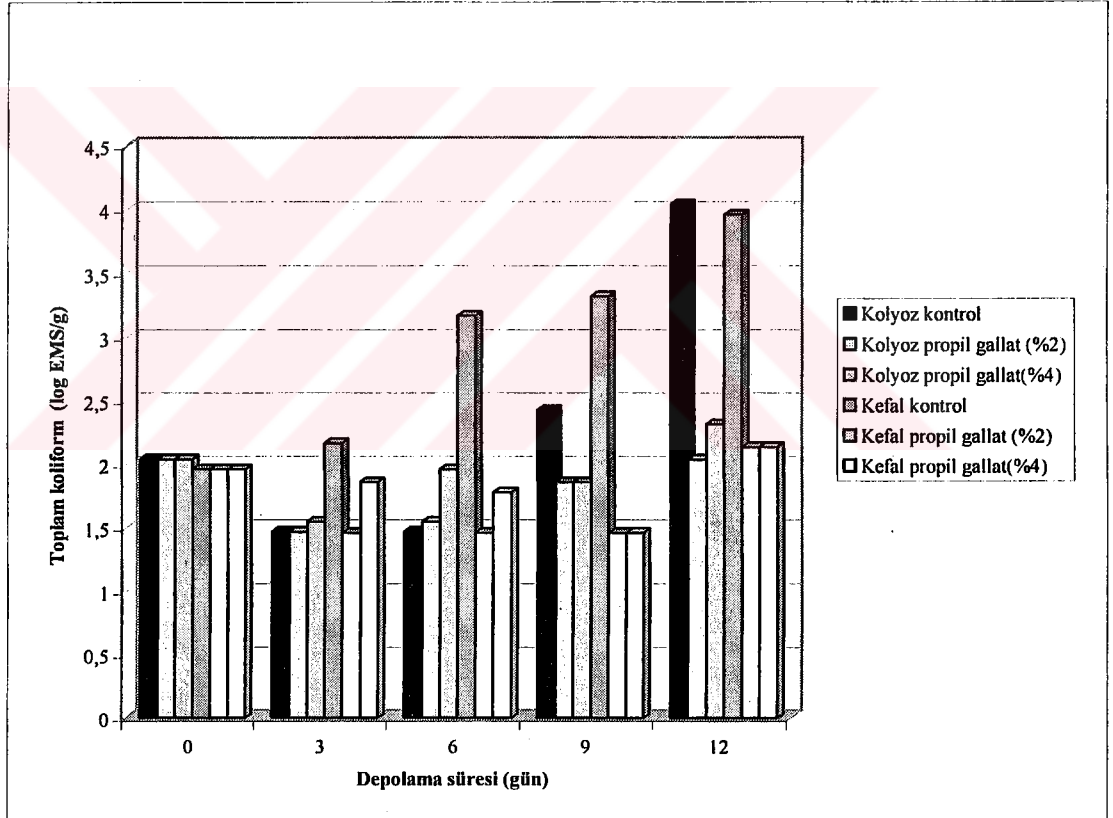
Şekil III.2.7: Propil gallet uygulaması yapılan balıklarda mezofilik aerobik bakteri sonuçları (log CFU/g)

Psikrofilik bakteri yükü de depolama boyunca bir artış göstermiş, depolamanın 12. günü kolyoz balığı denemelerinin kontrol grubunda 9 log CFU/g, %2 propil gallat uygulanmış örneklerde 7.2 log CFU/g, %4 propil gallat uygulanmış örneklerde 6.2 log CFU/g psikrofilik bakteri yükü belirlenmiştir. Kefal balığı ile yapılan denemelerde depolama başlangıcında 2.8 log CFU/g olarak tespit edilen psikrofilik bakteri yükü 12 günlük depolama sonunda kontrol grubunda 8.9 log CFU/g, %2 propil gallat uygulanan gruplarda 8.1 log CFU/g, %4 propil gallat uygulanan gruplarda 8.1 log CFU/g olarak bulunmuştur. Soğukta (+4°C) depolanan sarma ambalaj ile paketlenen kolyoz ve kefal balıklarının tüm grupların depolama boyunca psikrofilik bakteri yükü devamlı artış göstermiş kolyoz balığının kontrol grubunda depolamanın 6. günü, kefal balığının kontrol grubunda depolamanın 3. günü sınır değerlere ulaşmıştır. %2 propil gallat uygulanan kolyoz ve kefal örneklerinde depolamanın 9 günü, %4 propil gallatlı kolyozlarda 12. gün, kefallerde 9. gün psikrofilik bakteri yükü sınır değerlere ulaşmıştır.



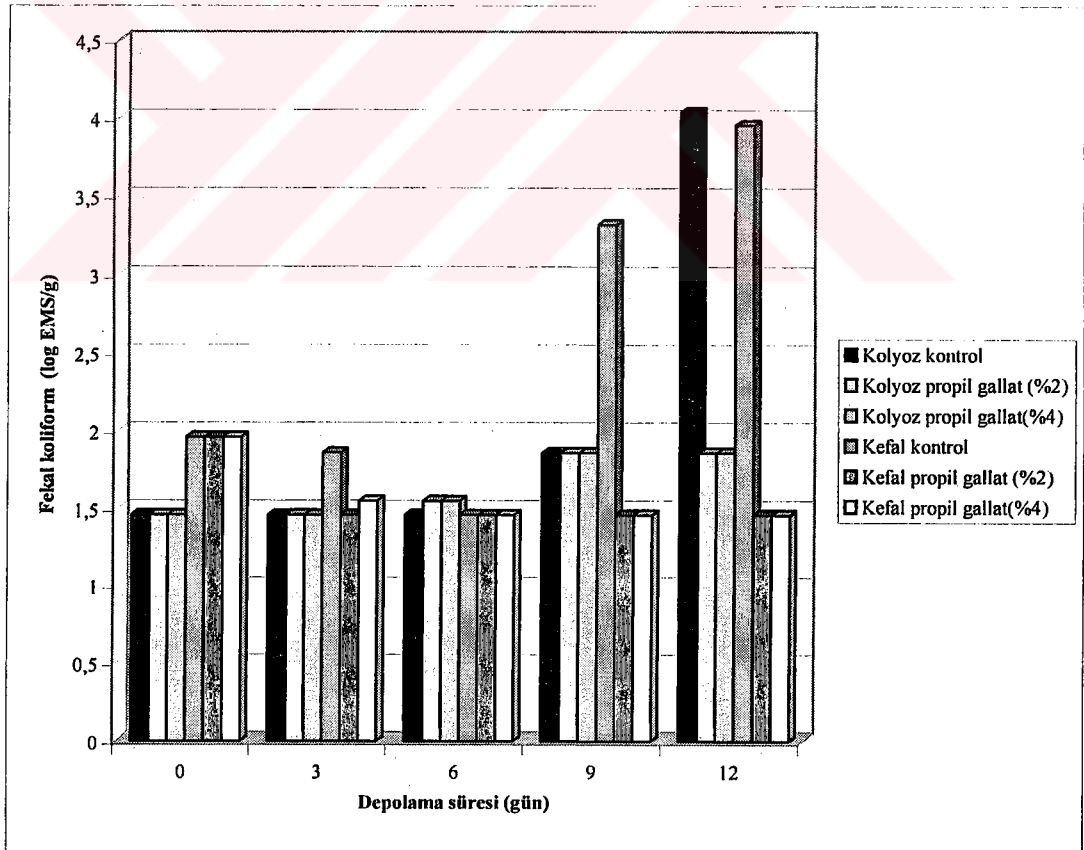
Şekil III.2.8: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda psikrofilik bakteri sonuçları (log CFU/g)

Toplam koliform, depolama başlangıcında kolyoz örneklerinde 2.04 log EMS/g olarak bulunurken depolama sonunda maximum 4.04 log EMS/g olarak bulunmuştur. Propil gallat uygulanan örneklerinde ise 2.04 log EMS/g ve 2.32 log EMS/g koliform yükü belirlenmiştir. Toplam koliform yükü taze kefal balıklarında 1.96 log EMS/g olarak tespit edilirken depolama boyunca bu değerlerde fazla bir artış görülmemiş depolama sonunda kontrol grubunda 3.96 log EMS/g, %2 ve %4 propil gallat uygulanan kefal örneklerinde 2.14 log EMS/g toplam koliform yükü bulunmuştur.



Şekil III.2.9: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda toplam koliform bakteri sonuçları (log EMS/g)

Kolyoz örneklerinde fekal koliform gelişimi başlangıçta <1.47 log EMS/g olarak görülürken depolama sonunda bu değer 4.04 log EMS/g olarak belirlenmiştir. Propil gallat uygulanan kolyoz örneklerinde fekal koliform yükü depolama boyunca 1.86 log EMS/g'ı geçmemiştir. Kefal örneklerinde ise fekal koliform yükü depolama sonunda kontrol grubunda 3.96 log EMS/g, propil gallat uygulanan örneklerde ise <1.47 log EMS/g bakteri yükü tespit edilmiştir. Koliform bakteri sayısı, su ürünlerinde önemli bir güvenlik ve sanitasyon kriteridir. Balığa avlandığı sudan, taşıma ve işleme sırasında bulaşan koliform bakterilerin balık ve balık ürünlerinde bulunması üretimde ve satışta gerekli hijyenik kurallara uyulmadığını gösterir. Fekal koliform varlığı da ürünlerin sağlıklı koşullarda işlendiğini ve dışkı kaynaklı bir bulaşmanın var olabileceğini göstermektedir.



Şekil III.2.10: Propil gallat uygulaması yapılan balıklarda fekal koliform bakteri sonuçları (log EMS/g)

IV.TARTIŞMA ve SONUÇ

IV.1. Duyusal Analiz Bulguları:

Kolyoz ve kefal balığına sodyum laktat (%2-4) ve propil gallat (%2-4) uygulaması yapılarak $+4^{\circ}\text{C}\pm 1$ 'deki depolama süresince yapılan duyusal analizler sonucunda koruyucu katkı maddesi uygulanmayan kontrol grubu örneklerde yenilebilir kalitenin 6. güne kadar korunduğu saptanmıştır. Sodyum laktat (%2-4) ve propil gallat (%2-4) denemelerinde ise her iki balık türünde de kalitenin depolamanın 9. gününe kadar "iyi" olduğu bundan sonra bozulmanın meydana geldiği saptanmıştır. Her iki balık türü ile yapılan denemelerde tüm gruplardaki örneklerin 0. gün ile 12. gün arasındaki duyusal değerindeki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$). %4 sodyum laktat uygulanmış kolyoz balığının duyusal değerleri depolamanın 12. günü %2 sodyum laktat ile işlem görmüş kolyoz ve kontrol grubu kolyoz örneklerine göre önemli derecede iyi bulunmuştur ($p<0.05$). Kefal balığı ile yapılan denemelerde ise depolamanın 12. günü %2 ve %4 sodyum laktat uygulamasının duyusal değerleri üzerine dikkat çekici bir fark göstermediği ancak kontrol grubuna göre önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Propil gallat uygulamasının her iki balık türünde de benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Buzda depolanmış Atlantik uskumrusu ile yapılan bir çalışmada, duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, uskumruların 0-6. gün iyi kalitede, 7-9. gün arasında gözlerin mat ve vücudun zayıf balık kokusuna sahip olduğu görülmüş, 10-11. günlerde fark edilebilir balık kokusu ve etin dokusunda yumuşama tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda ayıklanmış, temizlenmiş Atlantik uskumrusunun buzda 9. güne kadar tazeliğini en iyi şekilde koruduğu saptanmıştır [68]. VARLIK [69] sardalyaları soğukta depoladığı bir çalışmada duyusal analiz sonuçlarına göre 4 günlük bir raf ömrüne sahip olduğunu bulmuştur. Sodyum laktata (%1-%2) daldırıldıktan sonra vakum paketlenerek soğukta depolanan yayın balıklarındaki değişimlerin incelendiği çalışmada, kontrol grubu örneklerde depolamanın 4. günü duyusal açıdan önemli bir değişiklik gözlemlendiği, ancak sodyum laktat uygulanan gruplarda bu derece bir değişimin ancak 7. günde olduğu, sodyum laktat uygulamasının raf ömrünü 3 gün artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada sodyum laktat uygulamasının balıkta ekşimsi tat oluşumunu geciktirdiği görülmüştür [57]. Sodyum laktat uygulamasının et ürünlerinde kullanım alanının bulunduğu ve %1 sodyum laktatın et ürünlerine ilave edilmesiyle su aktivitesinin düştüğü ancak bu durumun pH, renk ve lezzeti etkilemediği belirtilmektedir [51]. Sodyum laktat ve propil gallata daldırıldıktan sonra streç film ile paketlenerek soğukta saklanan kontrol grubu karideslerin duyusal kalitesi depolamanın 8. gününden itibaren bozuk olarak değerlendirilmiştir. Sodyum laktat ve propil gallata daldırılmış örneklerin depolamanın 12. gününe kadar tüketilebilir kalitesini koruduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada yayın balığı da aynı işlemlere tabi tutulmuş kalite ve raf ömrü açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir [44]. Sodyum laktat uygulanan et ürünlerinde %3 sodyum laktat uygulamasının raf ömrünü yaklaşık 12 gün artırdığı saptanmıştır [52].

Lactococcus lactis spp. den oluşan laktik kültürü ve laktik asitle muamele edilerek paketlenen, $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan yayın balığı filetoalarının depolamanın 6. günü kontrol grubundan daha iyi durumda oldukları tespit edilmiştir. Laktik asitle işlem gören filetoaların 9. günde bozulmuş durumda oldukları ifade edilmektedir [43]. Yayın filetoalarının %0.05 sodyum asetat, %0.25 potasyum sorbat ve %2.5 laktik asit

kültüründen oluşan solusyona daldırıldıktan sonra +4°C'de depolanması sonucunda toplam duysal değerlendirme açısından koruyucu katkı uygulanan filetoların depolamanın 6. günü kontrol grubundan daha iyi durumda oldukları tespit edilmiştir [70]. FEY ve REGENSTEIN, [71] %1 potasyum sorbat uygulayarak +1°C'de depoladıkları berlam balıklarında duysal bozulmayı depolamanın 12. günü tespit etmişlerdir. Potasyum sorbat (%1.5) uygulanan ve buzda depolanan karideslerde duysal bozulma 14. günde tespit edilmiştir. Aynı çalışmada kontrol grubu örneklerde bozulma depolamanın 10. gününden sonra görülmüştür [72].

Literatür verilerinde görüldüğü gibi koruyucu katkı maddesi uygulamalarının balık ve balık ürünlerinin raf ömrünü artırdığı ve duysal kaliteyi kontrol grubuna kıyasla iyileştirdiği tespit edilmiştir. Kolyoz ve kefal balıklarıyla yaptığımız çalışmada %2 ve %4 sodyum laktat ve propil gallat uygulamasının balıkların raf ömürlerini 3 gün uzattığı görülmüştür. Elde ettiğimiz bulguların literatür verileriyle uyum içinde olduğu görülmektedir.

IV.2. Kimyasal Analiz Bulguları:

IV.2.1. pH

Farklı konsantrasyonlarda (% 2-4) sodyum laktat ve propil gallat çözeltisine daldırılıp soğukta depolanan balıklarda pH depolama başlangıcında kolyoz balığında 6.07, kefalde 6.08 olarak ölçülürken depolama süresince artış göstermiş kontrol grubu örneklerde depolamanın 12. günü tüketilebilirlik sınır değeri aşılırken, sodyum laktat ve propil gallat uygulaması yapılan balıkların %2 sodyum laktat uygulaması yapılan kolyoz ve kefal grupları hariç diğer grup örneklerin depolamanın 12. günündeki pH değerleri kabul edilebilir düzeylerde kalmıştır. Sodyum laktat (%4) ve propil gallat (%4) uygulamasının kolyoz ve kefal örneklerinin depolamanın 12. günündeki pH değerleri, %2 sodyum laktat, %2 propil gallat ve kontrol grubu örneklerinin pH değerlerine göre önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur.

Balık etinin pH değeri balık türünden türüne, balığın avlanma şekline, avlanmadan önce balığa uygulanan işlemlere göre farklılık göstermektedir. Tazelik ya da kalitenin belirlenmesinde kesin kriter değildir, diğer kalite parametrelerinin destekleyicisi olarak kullanılmaktadır [6, 12]. Taze balık eti için pH değeri 6-6.5 olup bu değerlerin depolama süresine bağlı olarak yükseldiği ve tüketilebilirlik sınırının 6.8-7.0 olduğu belirtilmektedir [9]. Hamsinin buzda depolanması üzerine yapılan bir çalışmada da taze balık için pH değeri 6.2 olarak verilmiştir [73]. Soğuk muhafaza ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$) altında depolanan sardalyaların raf ömrü üzerine yapılan bir araştırmada, taze sardalya balığının pH'sı 6.17 olarak bulunmuş, depolamanın 7. gününde bu değer 7.52 düzeyine yükseldiği bildirilmiştir [74].

ZHUANG ve ark. [44]'nın sodyum laktat ve propil gallata daldırılmış streç film ile paketlenerek +4°C'de depolanmış karidesler üzerine yapmış olduğu çalışmada karideslerin başlangıç pH değeri 7.59 olarak ölçülmüştür. Depolamaya bağlı olarak pH değerinde artış gözlenmiş kontrol grubu örneklerde 12 günlük depolama sonunda 8.14, %2 sodyum laktata daldırılmış örneklerde 8.18 ve %2 propil gallata daldırılmış

karideslerde 8.04 pH değeri belirlenmiştir. Aynı paketleme, depolama şekli ve katkı maddeleri yayın balığına uygulanmış, yayın balığında başlangıçta 6.77 olarak ölçülen pH değeri 12 günlük depolama sonunda kontrol grubunda 6.79, %2 sodyum laktat uygulanan örneklerde 6.94 ve %0.5 propil gallat uygulanan yayın balıklarında 6.86 olarak tespit edilmiştir. WILLIAMS ve ark., [57]'nin yayın balıkları ile yaptıkları bir çalışmada sodyum laktat uygulamasının pH değerlerini değiştirmedığı tespit edilmiştir.

Laktik asit (%2), *Lactococcus lactis* spp. den oluşan laktik kültürü (%2.5) ile muamele gören yayın balığı filetolarında depolama başlangıcında 4.85 ölçülen pH, 9 günlük depolama sonunda 6.05 olarak ölçülmüştür. Laktik asit (%3), *Lactococcus lactis* spp. den oluşan laktik kültürü (%2.5) daldırılıp paketlenmiş yayın filetolarında pH başlangıçta 4.50 iken depolamanın 9. günü 5.70 olarak tespit edilmiştir [43].

Çalışmamızda uyguladığımız katkı maddelerinin pH değerine etkisi değerlendirildiğinde, gerek sodyum laktat gerekse propil gallat uygulamasının kontrol grubuna göre olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

IV.2.2. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N)

Farklı konsantrasyonlarda (%2-4) sodyum laktat ve propil gallatın farklı iki balık türüne uygulanması şeklinde yürütülmüş olan bu çalışmada, depolama süresince TVB-N değerlerinde önemli değişimler gözlenmiştir. Kullanılan her iki balık türünde kontrol gruplarında depolamanın 9. günü TVB-N tüketilebilirlik sınır değeri aşılmıştır. Kolyoz balığına uygulanan %2 ve %4 sodyum laktat işlemi sonrası TVB-N sınır değeri depolamanın 12. günü aşılırken, kefal balığında ise sodyum laktat uygulamaları sonunda TVB-N değeri depolama boyunca tüketilebilirlik değerini korumuştur. Propil gallat uygulamaları sonucunda kolyoz balığında TVB-N değerinin 12. gün aşıldığı tespit edilirken kefal balığında TVB-N değeri depolama boyunca tüketilebilirlik değerlerinde kalmıştır. Kolyoz ve kefal kullanılarak yapılan tüm denemelerde sodyum laktat ve propil gallat uygulamalarının depolama boyunca TVB-N değeri üzerine etkisi kontrol grubuna göre önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Buzda depolanan hamsilerin raf ömrünü belirleme çalışmasında, taze hamsinin TVB-N değeri 11.2 mg/100 g olarak saptanmıştır. Bu çalışmada hamsilerde TVB-N değeri depolamanın 3. günü 20 mg/100 g' a ulaştığında balıklar tüketilmez kalitede değerlendirilmiştir [73]. Soğuk muhafaza ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$) altında depolanan sardalyaların raf ömrü üzerine yapılan bir araştırmada, taze sardalya balığının TVB-N değeri 13.18 mg/100 g olarak bulunmuş, depolamanın 8. gününde bu değer 46.92 mg/100 g düzeyine yükselerek tüketilebilirlik değerini aştığı bildirilmiştir [74]. PEREZ-VILLERIAL ve POZZA [75] taze ton balıkları içerisinde *Thunnus alalunga*'da TVB-N değerini 29.3 mg/100g, olarak bulmuş ve bunu diğer balık türleri ile karşılaştırıldığında yüksek bir değer olduğunu bildirmişlerdir.

Taze balıkta TVB-N değeri çok düşük olmakla beraber depolama sırasında artış gösterir. TVB-N değeri balığın cinsi, avlanma mevsimi, avlama bölgesi, balığın beslenme durumu, olgunluk derecesi, cinsiyeti, ve yaşı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklikler gösterebilmektedir [12, 76]. KIETZMANN ve ark. [1], balıklarda 35

mg/100 g TVB-N değerini pazarlanabilir, 40 mg/100 g TVB-N değerini ise bozulmuş olarak değerlendirmektedir. Genel olarak 25 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “çok iyi” 30mg/100 g TVB-N içerenler “iyi”, 35 mg/100 g TVB-N içerenler “pazarlanabilir” ve 35 mg/100 g olan fazla TVB-N içerenler ise “bozulmuş” olarak nitelendirilmektedir [6,8,9].

Çalışmamızda sodyum laktat ve propil gallat uygulamalarının balıkta TVB-N oluşumu üzerine engelleyici etkisi olduğundan bahsedilebilir.

IV.2.3. Trimetilamin azot (TMA-N)

Balık bozulmasında önemli bir kalite parametresi olan TMA-N değeri taze kolyoz balığında 3.46 mg/100 g ve kefal balığında 3.64 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolamaya bağlı olarak tüm grupların TMA-N değerlerinde artış gözlenmiş, en önemli artış kontrol grubu örneklerde gözlenmiştir. Sodyum laktat uygulaması propil gallat ile kıyaslandığında propil gallat uygulaması yapılan kolyoz ve kefal örneklerinde TMA-N artışı diğer gruplara göre daha az olmuştur. Bu gruplardaki TMA-N artışı kontrol grubuna göre $p < 0.05$ aralığında önemli bulunmuştur. Ayrıca kefal balığı ile yapılan denemelerde sodyum laktat uygulamalarının TMA-N değeri üzerine etkisi kontrol grubuna göre depolamanın 12. gününde önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Trimetilamin (TMA-N), ileri derecede balık bozulmasında duyuşsal olarak hissedilen hoş olmayan kokudan sorumlu balıkların kaslarında bulunan ve osmoregülatör görevi yapan Trimetilaminoksit (TMAO) ten bileşikten köken alan bir maddedir. TMA-N TMAO ‘in bakteriyel ve enzimatik faaliyetler sonucunda Trimetilamine dönüşmesiyle ortaya çıkar. Balıktaki TMA-N miktarı bozulmaya paralel olarak artmakta, özellikle bazı balık türlerinde bakteriyel bozulmayı belirlemede bir indikatör görevi yapmaktadır [19]. Balık ve balık ürünlerindeki kimyasal bozulma parametrelerinden TMA-N için limit değerleri LUDORFF ve MEYER [9]’e göre şu şekilde verilmiştir. Buna göre 4 mg/100 g TMA-N “iyi”, 10 mg/100 g TMA-N “pazarlanabilir” ve 12 mg/100 g TMA-N’ den fazla “bozulmuş” olarak değerlendirilmektedir. KARNOP ve ark. [76] TMA-N bakımından sınır değerini 15 mg/100 g olarak bildirmiştir. STOCKEMER ve NIEPER [77] TMA-N tüketilebilir sınır değerini 12 mg/100 g olarak vermişlerdir. SIKORSKI ve ark. [5] tarafından yağlı balıklar için TMA-N sınır değeri 5 mg/100 g olarak bildirilmiştir. KIETZMANN ve ark. [1] tarafından yağlı balıklar için TMA-N tüketilebilirlik değeri 8-10 mg/100 g olarak değerlendirilmiştir.

EL MARRAKCHI ve ark. [78] tarafından buzda depolanan sardalya balıklarında 0.16 mg/100 g olan başlangıç TMA-N değerinin depolama sonunda 10.78 mg/100 g ulaştığını gözlemlemişler ve TMA-N’in balıkların kalitesini değerlendirmede önemli bir kriter olduğu belirtmişlerdir. Buzda depolanan Atlantik uskumrularında TMA-N değeri depolamanın 11. günü 6 mg/100 g değerine ulaşmıştır [79]. REHBEIN ve ark. [80], buzda depolanan levrek balıklarında depolamanın 12. günü TMA-N değerini 16 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Soğuk muhafaza ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$) altında depolanan sardalyaların raf ömrü üzerine yapılan bir araştırmada, depolamanın 8. gününde TMA-N değeri 9.75 mg/100 g olarak bildirilmiştir [76].

Bulgularımızın sonuçları literatür verileriyle karşılaştırıldığında her iki grup balık örneğinin tüm gruplarında TMA-N tüketilebilirlik sınır değerinin depolama boyunca aşılmadığı görülmüştür.

IV.2.4. Peroksit (POZ)

Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda oluşan ilk ürünler peroksitlerdir. Bu bakımdan çalışmanın başlangıç safhalarında oluşan peroksitlerin saptanması çoğu zaman kalite göstergesi olarak kullanılmaktadır [81]. Yağlarda oksidasyonun bir göstergesi olan peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının bir ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin milimol olarak miktarıdır. Balık yağları PUFA'lar (Çok doymamış yağ asitleri) bakımından zengin olduklarından kolayca okside olabilirler. Oksidasyon şekli doymamış yağ asitlerinin reaktivasyonu ile olmaktadır. Ancak oksidasyon mekanizması oksijen varlığı, sıcaklık, metaller, enzimler gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak ta değişmektedir [82]. Yağların oksidasyonunu önemli derecede etkileyen diğer faktörler ise trigliserit yapıda olmayan bileşikler ve yağ asitleri kompozisyonudur [83].

Taze kolyoz balıklarında 2.04 milimol O₂/kg taze kefal balıklarında 2.85 milimol O₂/kg peroksit değeri tespit edilmiştir. Bu değerler kontrol grubu ve katkı maddesi uygulanan gruplarda depolama boyunca artış göstermiş her iki balık türünün kontrol grubu ve sodyum laktat uygulanmış örneklerinde depolamanın 6. günü tüketilebilirlik değerini aşmıştır. Propil gallat uygulanan kolyoz ve kefal örneklerindeki peroksit değeri artışı sodyum laktat uygulanan kolyoz ve kefal örneklerine göre daha az olmuştur. Burada propil gallatın oksidasyonu önleyici etkisi belirgin bir şekilde görülmektedir. Propil gallat uygulaması yapılan tüm gruplarda peroksit değerleri depolama boyunca sınır değerleri geçmemiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçları her iki balık türünde de propil gallat uygulamasının kontrol grubu örneklerin ve sodyum laktat uygulanan örneklerin POZ değerlerine göre daha etkili sonuçlar (p<0.05) verdiğini göstermektedir.

SCHORMULLER [8] peroksit değerinin yağın kalitesini belirlemede önemli bir parametre olduğunu bildirmiş ve kullanılacak değerlendirme sistemini aşağıdaki gibi açıklamıştır.

2 den az Çok iyi, 2-5 İyi, 5-10 Tüketilebilir, 10 > Bozuk.

ÖZDEN ve GÖKOĞLU [81] yapmış oldukları bir çalışmada balık bozulması sırasında balık yağında meydana gelen değişimleri incelemişler, peroksit bozulmuşluk değerini 7.80 milimol O₂/kg olarak bildirmişlerdir. VARLIK ve ark., [6] peroksit değerinin balık yağlarında 8-10 milimol O₂/kg değerinden fazla olmaması gerektiğini belirtmektedirler. VERNA ve ark., [84]'ın yapmış olduğu bir çalışmada ise sardalya balıklarının yağlarında peroksit değeri 9.32 milimol O₂/kg değerine eriştiğinde bozulmuş olduklarını ortaya koymuşlar ve bunu diğer kimyasal deneylerle desteklemişlerdir. NUNES ve ark., [85] sardalya balıklarının sensorik ve kimyasal parametrelerle birlikte peroksit değerlerini değerlendirmiş ve balıkların 8 milimol O₂/kg üzerindeki değerlerde bozulmuş olduklarını tespit etmişlerdir. KOLOKOWSKA ve

DEUTRY [86] peroksit sınır değerinin balıktan balığa ve diğer duyuşal, kimyasal ve fiziksel değerlere bağlı olarak deęiőebileceęini belirtmişlerdir.

Yaptığımız bu çalışma sonunda özellikle yağlı balıklarda önemli bir kalite kaybı olarak değerlendirilen yağ acılaőmasını önlemede propil gallat uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir.

IV.2.5.Tiobarbitürik asit (TBA)

Bir yağın kalitesinin belirlenmesinde yararlanılan verilerden biri de TBA değeridir. NAIR ve ark. [87] doymamış yağ asitlerinin oksidasyon ürünlerinden birinin malonaldehit olduğunu belirtmiőtlerdir. Bu maddenin hızlı bir Şekilde alfa aminoasitler ile karőılıklı birebir Şekilde (1:1) bağ oluőturdugu ve oluşan bileőięin oksidasyonu arttırarak peroksit ve tiobarbitürik asit değerinin yükselmesine neden olduğunu saptamıőlardır.

Tiobarbitürik asit (TBA) deneyi; yağ ve yağ içeren gıda maddelerinin oksidasyon derecesinin kantitatif olarak saptanmasında kullanılır. Deney doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malonaldehitin, TBA reaktifi ile ısıtılması sonucu kırmızı rengin meydana gelmesi prensibine dayanır.

Sodyum laktat uygulaması (%2 ve %4) yapılan kolyoz ve kefal balığı rneklerinin TBA değerlerindeki değişimler benzerlik göstermekte, kolyoz balığı kontrol grubu örneklerinde depolama sonunda 6.51 mg/kg malonaldehit, sodyum laktat uygulaması yapılan kolyoz örneklerinde 6.20 mg/kg malonaldehit ve 6.18 mg/kg malonaldehit TBA değeri tespit edilmiştir. Kefal balıklarına sodyum laktat uygulaması yapıldıktan sonra depolamanın 12. gününde bu örneklerde 7.10 ve 6.95 mg/kg malonaldehit TBA değeri belirlenmiştir. Propil gallat uygulamasının tüm örneklerde, TBA oluőtumunu engelleyici etkisi olduğu tespit edilmiştir. Propil gallat uygulaması yapılan kolyoz örneklerinde depolama başlangıcında 1.50 mg/kg malonaldehit TBA değeri bulunurken, bu değer 12 günlük depolama sonunda kontrol grubunda 6.51 mg/kg malonaldehit, %2 propil gallata daldırılan örneklerde 4 mg/kg malonaldehit, %4 propil gallata daldırılan örneklerde 3.75 mg/kg malonaldehit TBA değeri olarak bulunmuştur. Propil gallat uygulaması yapılan kefal balığında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Propil gallat uygulamalarının hem kolyoz hem de kefal balığında depolama boyunca TBA değerindeki artış üzerine kontrol ve sodyum laktat uygulamaları ile kıyaslandığında daha etkili olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

SCHORMULLER [8] TBA değerinin yağın kalitesini belirlemede kullanılabilecek değerlendirme sistemini aşağıdaki gibi bildirmiştir;

3 mg/kg malonaldehit'ten az çok İyi, 3-5 İyi, 5-8 Tketebilir, 8 den yukarıőı Bozuk.

ANDERSEN ve ark. [88] doğal salmon balıklarının yağlarında 12.5 mg/kg malonaldehit değerinin balık yağının bozulmuőtluęunu gösterdiğini belirtmektedirler BELTRAN ve MORAL [21] ise bu değeri yağlı sardalya balıkları için 8.39 mg/kg malonaldehit olarak vermiőtlerdir. KUNDAKÇI [89], has kefal ve sazanlar üzerine

yapmış olduğu çalışmada TBA değerinin 3 mg/kg malonaldehit'e ulaşmasının balık etinin yağ bakımından zayıf kaliteli olarak nitelenmesi için yeterli görüldüğünü belirtmiştir. KUNDAKÇI [90] diğer bir çalışmada tüketilebilirlik düzeyinin üst sınırını 4 mg/kg malonaldehit olarak belirtmiştir. ÖZDEN[91] sardalya balık etinin yağ kalitesi bakımından 5.28 mg/kg malonaldehit değeri ile tüketilebilirlik değerini aştığını tespit etmiştir. BAKICI [20] yapmış olduğu çalışmada duysal olarak çok taze olduklarını saptadığı örneklerin yağlarının TBA sayılarının 0.87 mg/kg malonaldehit, taze örneklerinin TBA sayılarının 2.96 mg/kg malonaldehit, ticari kalitedeki örneklerin TBA sayılarının 4.30 mg/kg malonaldehitden daha yüksek değer göstermediklerini ve bayat durumdaki örneklerin TBA sayılarının ise 5 mg/kg malonaldehitden fazla olduklarını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise taze sardalya balığı örneklerinde TBA değerinin 1.39 mg/kg malonaldehit olarak belirlenmiş, TBA değeri 6.44 mg/kg malonaldehit olduğunda balıkların tüketilemez seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir [91]. NUNES ve ark. [85], sardalya balıklarının sensorik ve kimyasal parametrelerle birlikte TBA değerlerini değerlendirmiş ve balıklar 7 mg/kg malonaldehitin üzerindeki değerlerde bozulmuş olduklarını tespit etmişlerdir. MENDELHALL [92] değişik tür balıkların 8.1-13.5 mg/kg malonaldehit TBA değerleri arasında farklı sürelerde bozulduklarını görmüştür. Diğer bir çalışmada ise balığın beyaz etlerindeki yağlarının 6.4 mg/kg malonaldehit ve siyah etlerindeki yağların ise 8.9 mg/kg Malonaldehit TBA değeriyle kalitelerinin bozulduğu bildirilmiştir [93]. Literatürlerde genellikle 8 mg/kg malonaldehit değerini yağın bozulduğunun belirtisi olduğu, bu değer üzerinde değerlerdeki yağların kalitesiz yani acılaştığı nitelikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Sodyum laktat (%1 ve %2) uygulanan yayın balıklarında %2 sodyum laktat uygulanan örneklerin TBA değeri diğer sodyum laktat uygulanan örneklere ve kontrol grubu örneklerine göre daha düşük bulunmuştur [57]

TBA değerleri literatür verileriyle birlikte değerlendirildiğinde sodyum laktat ve propil gallat uygulamalarının kolyoz ve kefal gibi yağlı balıklarda acılaşmayı önleyici yönde etkisi olduğu belirlenmiştir. Tiobarbitürik asit değerleri peroksit değerleriyle kıyaslandığında acılaşmayı önleyici etkinin yalnızca propil gallattan kaynaklanmasının sebebi peroksit değerlerinin tiobarbitürik asit değerlerine göre daha stabil olmayışından kaynaklanmaktadır. Yağ acılaşmasının değerlendirilmesinde tiobarbitürik asit değerleri peroksit değerlerine göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

IV.3. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Laktatlar genelde et ve su ürünlerinin lezzetini korumak ve raf ömrünü artırmak, mikrobiyal bozulmayı geciktirmek amacıyla kullanılmaktadır [44, 51, 53].

Sodyum laktata daldırılıp paketlenen kolyoz ve kefal balıklarında toplam bakteri yükü depolama süresince düzenli olarak artmış, depolamanın 12. gününde kolyoz örneklerinde sırasıyla 6.6 log CFU/g ve 4.3 log CFU/g mezofilik aerobik bakteri yükü belirlenmiştir. Depolama boyunca bu değerlerde meydana gelen değişim önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kolyoz ve kefal balıklarının %4 sodyum laktat ile işlem görmesi sonucu örneklerin mezofilik aerobik bakteri yükü depolamanın 12. günü kontrol grubu ve %2 sodyum laktat uygulanmış örneklere göre önemli derecede düşük bulunmuştur

($p < 0.05$). Propil gallat uygulamasının istatistiki sonuçları değerlendirildiğinde %2 ve %4 propil gallat uygulamasının kolyoz ve kefal balıklarının mezofilik aerobik bakteri yükü üzerine birbirlerinden dikkat çekici bir fark göstermediği ancak her iki konsantrasyonunda her iki balığın kontrol grubu örneklerine göre önemli derecede ($p < 0.05$) etkili olduğu tespit edilmiştir. Propil gallat uygulamalarının her iki balık türünde de kontrol grubuna kıyasla mikroorganizma gelişimini yavaşlattığı görülmüştür.

Psikrofilik bakteri yükündeki artış her iki balık türünde ve her iki katkı uygulamasında depolama başlangıcına göre önemli olmuştur. Psikrofilik bakteri yükündeki depolama boyunca meydana gelen artış gruplar arasında değerlendirildiğinde %4 sodyum laktat uygulanmış kolyoz ve kefal örneklerinin psikrofilik bakteri yükü depolamanın 12. günü %2 sodyum laktat uygulanmış örneklerle göre önemsiz kontrol grubuna göre önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur, %4 propil gallatla işlem görmüş kolyoz balıklarında psikrofilik bakteri yükü depolamanın 12. günü %2 propil gallat uygulanmış örneklerle göre önemsiz ($p > 0.05$) kontrol grubuna göre önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Propil gallat ile işlem görmüş kefal balıklarında psikrofilik bakteri yükü değeri depolamanın son gününde tüm gruplarda önemsiz olarak bulunmuştur.

Toplam koliform yükü kolyoz örneklerinde başlangıçta 2.04 log EMS/g iken %2 ve %4 sodyum laktatla işlem görmüş örneklerde 12 günlük depolama sonunda 2.32 ve 2.44 log EMS/g değerine ulaşmıştır. Sodyum laktat uygulaması yapılan kefal örneklerinde ise başlangıçta 1.96 log EMS/g olan toplam koliform yükü depolama sonunda < 1.47 ve 1.97 log EMS/g olarak belirlenmiştir. Propil gallat uygulanan (%2-4) kolyoz örneklerinde 12 günlük depolama sonunda 2.04 ve 2.32 log EMS/g toplam koliform belirlenirken, kefal örneklerinde depolama sonunda 2.14 log EMS/g toplam koliform yükü belirlenmiştir.

Fekal koliform depolama başlangıcında kolyoz balıklarında < 1.47 log EMS/g düzeyinde kefal balıklarında 1.96 log EMS/g iken sodyum laktat uygulaması (%2-%4) yapılan kolyoz örneklerinde depolama sonunda 1.86, 2.44 log EMS/g, kefal örneklerinde < 1.47 ve 1.97 log EMS/g fekal koliform yükü tespit edilmiştir. Propil gallat uygulaması yapılan kolyoz örneklerinde depolama sonunda 1.86 log EMS/g, kefal örneklerinde ise < 1.47 log EMS/g fekal koliform bakteri yükü belirlenmiştir. Kolyoz ve kefal balığında başlangıçta ve depolama sırasında yukarıda belirtilen değerlerde toplam koliform ve fekal koliform yükü belirlenmesinin nedeni balıkların avlandığı sudan kontamine olabileceğini göstermektedir.

Kolyoz ve kefal balıklarının duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin depolamanın 9. gününde tüketilemez kaliteye ulaştıkları tespit edilirken, %4 sodyum laktat uygulamasının %2 sodyum laktat uygulaması ve kontrol grubu örneklerine göre çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Propil gallat uygulamasının da tüm kalite parametreleri açısından olumlu sonuçlar gösterdiği, %4 propil gallat uygulamasının raf ömrü ve kalite açısından tüm gruplara göre en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Ürün güvenliği için bir indikatör olan toplam ve fekal koliform değerleri kontrol grubu örneklerde güvenlik sınırının üstüne çıkarken sodyum laktat ve propil gallat uygulaması yapılan tüm örneklerde bu sonuçlar limit değerler içerisinde kalmıştır. ANON, [94]'e göre taze ve soğutulmuş su ürünleri için kabul edilebilirlik limit değeri mezofilik aerobik bakteri yükü için 10^6 - 10^7 CFU/g,

koliform bakteri yükü için 160-210 EMS/g, (2.20-2.32 log EMS/g) *E.coli* için 9-12 EMS/g olarak kabul edilmiştir. Duyusal bozulma bakımından, su ürünlerindeki mezofilik aerobik mikroorganizma yükü 10^7 - 10^8 CFU/g' dır. Bununla beraber, standartlar ve tüzükler genellikle daha düşük değerlerin kabulünü önermektedir [95]. Yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları bu literatür verileriyle uyum göstermektedir.

Sodyum laktata (%1 ve %2) daldırıldıktan sonra vakum ambalaj ile paketlenerek soğukta depolanan yayın balıklarının başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü 5.5 log CFU/g iken 8 günlük depolama sonunda bu yük kontrol grubunda 7 log CFU/g 'in üzerinde %1 ve 2 sodyum laktat ile işlem görmüş filetolarda 6 log CFU/g değerinin üzerinde bulunmuştur. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde %2 sodyum laktat ile işlem görmüş filetoların toplam bakteri sayısı depolamanın 8. günü kontrol grubuna göre önemli derecede düşük bulunmuş, %1 sodyum laktat uygulanmış örneklerinde benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Aynı çalışmada başlangıç psikrotrof bakteri yükü sodyum laktatla işlem görmüş yayın balıklarında kontrol grubu örneklerine göre önemli derecede düşük bulunurken Kontrol grubu 7 log CFU/g'in üzerinde, Sodyum laktat uygulaması yapılan örneklerde (5 log CFU/g düzeyinde) depolamanın 8. gününde tüm gruplarda benzer psikrotrof bakteri yükü belirlenmiştir. Depolamanın 8. gününde toplam koliform yükü %2 sodyum laktat ile işlem görmüş yayın balığı filetolarında kontrol ve %1 sodyum laktat uygulanmış örneklere göre önemli derecede düşük bulunurken fekal koliform yükü ise depolama sonunda benzer değerler vermiştir [57]. ZHUANG ve ark., [44] sarma ambalaj ile paketlenen karides ve yayın balıklarına sodyum laktat ve propil gallat uygulaması yapmışlar, %2 propil gallata daldırılan karides örneklerinde depolamanın 4. günü Sodyum laktat ve kontrol grubu örneklerine göre psikrotrof mikroorganizma yükünü önemli derecede düşük bulmuşlardır. Kontrol grubu karides örneklerinde 10^7 - 10^8 CFU/g olan bakteri sınır değeri depolamanın 8. günü aşılmıştır. Başlangıç psikrotrof bakteri yükü 4 log CFU/g düzeyinde olan yayın balığı örneklerinde ise sodyum laktat (%2) ve propil gallat (%0.5) uygulamasının kontrol grubu örneklerine göre depolamanın 6, 9 ve 12. günlerinde mikroorganizma yükünde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür. Depolamanın 12. günü kontrol, sodyum laktat ve propil gallat uygulaması yapılan yayın balıklarında 8 log CFU/g in üzerinde psikrotrof mikroorganizma tespit etmişlerdir.

METİN ve ark. [96]'in yapmış olduğu çalışmada $+4^{\circ}$ C'de depolanan %2 ve %4 laktik asite daldırılmış kolyoz balıklarında depolamanın 12. gününde toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 4.73 log CFU/g 4.09 log CFU/g olarak bulunmuştur. FERNANDES ve ark. [97]'in yaptığı çalışmada %2 laktik asit uygulamasının yayın balığı filetolarında toplam bakteri yükünü kontrol grubuna göre 10 kat azalttığı tespit edilmiştir. Laktik asit (%2) uygulanan yayın balığında başlangıç aerobik bakteri yükü 3 log CFU/g iken soğukta $+4^{\circ}$ C'de 8 günlük depolama sonunda 6 log CFU/g' a ulaştığı saptanmıştır [98]. Potasyum sorbat uygulanarak depolanmış hamsi balıklarında başlangıçtaki toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 4.3 log CFU/g iken 6 günlük depolama sonunda 3.45 log CFU/g olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada psikrofilik bakteri miktarı depolama sonunda 5 log CFU/g, koliform bakteri miktarı 1.59 log CFU/g şeklinde tespit edilmiştir [99]. Soğukta $+1^{\circ}$ C' de depolanan ve %1 potasyum sorbat uygulanan berlam balıklarında başlangıçta 5.2 log CFU/g, %3 potasyum sorbat uygulananlarda 4.9 log CFU/g psikrotrof bakteri yükü tespit edilirken 12 günlük depolama sonunda bu değer 8.5 log CFU/g olarak tespit edilmiştir [70]. FEY ve REGENSTEIN [71]'in yapmış olduğu çalışmada %1.5 potasyum sorbat uygulanan ve buzda depolanan karideslerdeki

başlangıçtaki psikrotrof bakteri yükü 5 log CFU/g iken 9 günlük depolama sonunda bu yük 8 log CFU/g olarak bulunmuştur.

Koruyucu katkı maddelerine daldırma işleminin balıkların kalitesi ve raf ömrüne etkisini incelediğimiz bu çalışmada sodyum laktat ve propil gallata daldırma işleminin balıkların mikrobiyal yükünü önemli derecede düşürdüğü belirlenmiştir.

IV.4. Sonuç:

Taze olarak tüketilen işlenmemiş su ürünlerinin en önemli sorunlarından biri çok kısa olan raf ömürlerinin uzatılmasıdır. Üreticinin ürünü satış koşullarında daha uzun süre taze olarak tutması hem üretici, hem de tüketici yönünden olumlu sonuçlar getirmektedir. Üretici sattığı ürünün uygun satış koşullarında uzun süre dayanmasını, tüketici ise aldığı ürünün uzun süre güvenle tüketilebilmesini istemektedir. Tüketilecek ürün balık gibi bozulmaya çok hassas bir gıda maddesi olunca su ürünlerinin uygun koşullarda daha uzun süre depolanabilmesi üzerine yapılan çalışmalar daha da önem kazanmaktadır. Antimikrobiyal koruyucu katkı maddelerine daldırarak su ürünlerinin taze olarak saklanması üzerine çalışmalar son yıllarda önem kazanmıştır. Sodyum laktat ve propil gallat çözeltilerine (%0-2-4) daldırarak sarma ambalaj içinde depolanan kolyoz ve kefal balıklarının raf ömrü ve kalitesinin belirlendiği bu çalışmada önemli sonuçlar elde edilmiştir. Katkı maddesine daldırılmadan depolanan kontrol grubu örneklerinde (her iki balık türünde de) duyuusal bozulma depolamanın 9. gününde tespit edilirken katkı maddesi uygulanan örneklerde 12. gün belirlenmiştir. Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin diğer gruplara oranla daha yüksek değerler gösterdiği görülmüştür.

TVB-N bulgularına göre kullanılan her iki balık türünde kontrol gruplarında depolamanın 9. günü TVB-N tüketilebilirlik sınır değeri aşılmıştır. Kolyoz balığına uygulanan %2 ve %4 sodyum laktat işlemi sonrası TVB-N sınır değeri depolamanın 12. günü aşılırken, kefal balığında ise sodyum laktat uygulamaları sonunda TVB-N değeri depolama boyunca tüketilebilirlik değerini korumuştur. Propil gallat uygulaması yapılan kolyoz balıklarında TVB-N değerinin 12. gün aşıldığı tespit edilirken kefal balığında TVB-N değeri depolama boyunca tüketilebilirlik değerlerinde kalmıştır. Her iki balık türü içinde sodyum laktat ve propil gallat uygulamalarının depolama boyunca TVB-N değeri üzerine etkisi kontrol grubuna göre önemli bulunmuştur.

Balıkların yağlarında meydana gelen bozulmayı belirlemek için yaptığımız peroksit ve tiobarbitürik asit değerlerindeki değişim incelendiğinde bu değerlerdeki depolama boyunca meydana gelen artış kontrol gruplarında diğer gruplara göre daha fazla olmuştur. Propil gallat uygulanan kolyoz ve kefal örneklerindeki peroksit değeri artışı sodyum laktat uygulanan kolyoz ve kefal örneklerine göre daha az olmuştur. Burada propil gallatın oksidasyonu önleyici etkisi belirgin bir şekilde görülmektedir. Propil gallat uygulamalarının hem kolyoz hem de kefal balığında depolama boyunca TBA değerindeki artış üzerine kontrol ve sodyum laktat uygulamaları ile kıyaslandığında daha etkili olduğu bulunmuştur.

Mikroorganizma yükü üzerine de uyguladığımız katkı maddelerinin oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Literatür verilerine göre taze ve soğutulmuş su ürünleri için kabul edilebilirlik limit değeri toplam mezofilik aerobik bakteri yükü için 10^6 - 10^7 CFU/g, koliform bakteri yükü için 160-210 EMS /g *E.coli* için 9-12 EMS/g olarak kabul edilmektedir. Bu verilere göre her iki balık türü ile yaptığımız denemelerde kontrol grubu örnekler depolamanın 9. gününde mikrobiyal güvence sınırına ulaştığı, %2 sodyum laktat uygulaması yapılan örneklerde 12. gününde ulaşılırken, %4 sodyum laktat uygulamasında ise bu değere depolama boyunca ulaşmadığı belirlenmiştir. Propil gallat uygulaması sonuçları her iki balık türünde de duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan kontrol ve sodyum laktat uygulamalarının sonuçları ile kıyaslandığında balıkların raf ömrü ve kalitesi açısından daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Kullanılan bu katkı maddelerinin uygulanan farklı konsantrasyonlarının soğukta depolanan balıkların depolanmasında balıkların raf ömürlerinde yaklaşık %30 oranında artış sağladığı görülmektedir. Aynı zamanda bu katkı maddelerinden propil gallatın sodyum laktata göre kaliteyi olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.



V. KAYNAKLAR

- [1] KIETZMANN, U.; PRIEBE, K.; RAKOU, D.; REICHSTEIN, K. (1969): Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag Hamburg- Berlin. s: 63-79, 99-100
- [2] VARLIK, C.; YOLCULAR, H. (1987): Dondurulmuş Lüfer ve Hamsinin Depolanması. Gıda Sanayii Dergisi, (2): 39-42.
- [3] FENNEMA, O. R. (1975): Food Science. Marcel Dekker Vol. 4. Part II. p. 1-166. New York and Basel.
- [4] LISTON, J.; MATCHES, J. R. (1976): Fish, Crustacean and Precooked Seafoods Compendium of Methods of the Microbiological Examination of Foods. p:507-519.
- [5] SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; BURT, J. R. (1989): Postharvest Biochemical and Microbiological Changes. Seafood: Resources Nutritional Composition and Preservation. Edt. Sikorski, p: 56-72. CRC Press. Inc. Boca Raton Florida.
- [6] VARLIK, C.; UĞUR, M.; GÖKOĞLU, N.; GÜN, H. (1993): Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No, 17. İstanbul.
- [7] BRAMSNAES, F. (1965): Handling of Fresh Fish, Fish as Food, Department of Food Science Michigan State University. Vol. IV, Processing Part 2, Book, Chapter 1.
- [8] SCHORMULLER, J. (1968): Handbuch der Lebensmittel Chemie, Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. s:1341-1397. Springer- Verlag. Berlin-Heidelberg- New York.
- [9] LUDORFF, W.; MEYER, V. (1973): Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag. Hamburg. Berlin. s: 95-111, 176-269.
- [10] BOTTA, J. R.; LAUDER, J. T.; JEWER, M. A. (1984): Effect of Methodology on Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) Determination as an Index of Quality of Fresh Atlantic Cod (*Gadus morhua*). Journal of Food Science 49: 734-736,750.
- [11] VYNCKE, W.; LUTEN, J.; BRAUNNER, K.; MOERMANS, R. (1987): Determination of Total Volatile Bases in Fish: a Collaborative Study by the West European Fish Technologists Association (WEFTA). Zeitschrift Lebensmittel Untersuchung Forschung 184: 110-114.
- [12] OEHLENSCHLÄGER, J. (1989): Die Gehalte an Flüchtigen Amininen und Trimethylaminoxid in Fangfrischen Rotbarchen aus Verschiedenen Fanggebieten des Nordatlantiks. Archiv für Lebensmittelhygiene 40: 55-58.

- [13]LANG, K. (1979): Der Flüchtige Basentichstoff (TVB-N) bei im Binnenland in der Verkehr gebrachten frischen Seefischen. Archiv für Lebensmittelhygiene 30:215-217.
- [14]LANG, K. (1983): Der Flüchtige Basentichstoff (TVB-N) bei im Binnenland in der Verkehr gebrachten frischen Seefischen. Archiv für Lebensmittelhygiene 34: 7-10.
- [15]REHBEIN, H.; OEHLENSCHLÄGER, J. (1982): Zur Zusammensetzung der TVB-N Fraktion (Flüchtige- Basen) in sauren extrakten und alkalischen destillaten von seefischfillet. Archiv für Lebensmittelhygiene 33: 44-48.
- [16]TESKEREDZIC, Z.; PFEIFER, K. (1987): Determining the Degree of Freshness of Rainbow Trout (*Salmo gairdnerii*) Cultured in Brackish Water. Journal of Food Science 52(4): 1101-1103.
- [17]PYKE, M. (1970): Food Science and Technology. p: 83-88. John Murray. 50 Albemarle Street London.
- [18]SHEWAN, I. M.; GIBSON, D. M.; MURRAY, C. K. (1971): The Estimation of Trimethylamine in Fische Muscule. Fish Inspection and Quality Control. Fishing News (Book) Ltd.
- [19]MALLE, P.; POUMEYROL, M. (1989): A New Chemical Criterion for the Quality Control of Fish: Trimethylamine / Total Volatile Basic Nitrogen (%). Journal of Food Protection 52(6): 419-423.
- [20]BAKICI, İ. (1981): İstavritlerde Soğuk Muhafaza Süresince Meydana Gelen Sensorik Değişiklikler ve Peroksit ve TBA Bulgularının Değerlendirilmesi Üzerinde Çalışmalar. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Kontrolü ve Teknolojisi Bilim Dalı Uzmanlık Tezi.
- [21]BELTRAN, A.; MORAL, A. (1990): Gas Chromatographic Estimation of Oxidative Deterioration in Sardine During Frozen Storage. Lebens.- Wiss. U.- Technol (23): 499-504.
- [22]BİNGÖL, Ş. (1980): Su Ürünlerinin Soğuk Hava Depolarında Muhafaza Koşulları. Türkiye'de Soğuk Hava Deposu Varlığı ve Soğuk Teknolojisi Konusunda Bilgiler. Ege ve Marmara Bölgelerindeki İşletmelere İlişkin Araştırma Bulguları MPM Yayınları 232 ANKARA s:107.
- [23]CONNEL, J. J. (1980): Control of Fish Quality. Methods of Assesing and Selecting for Quality, Fishing News Ltd. p: 116-139.
- [24]ÜNLÜTÜRK, A.; TURANTAŞ, F. (1998): Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi. Edt. Ünlütürk, A.; Turantaş, F. s:263-271, Mengi Tan Basımevi/ İzmir

- [25]LUCK, E. (1988): Geschichte der Verwendung von Lebensmittel Zusatzstoffen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau. 84(9): 277-281.
- [26]ANON (1998): Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. İstanbul Ticaret Odası. Yayın No:1998-2
- [27]ANON (2000): Türk Gıda Mevzuatı, Yönetmelikler Kodeksler. Globus Dünya Basım evi. ISBN No: 975 304 046 6, s:209.
- [28] TULSNER, M. (1994): Fischverarbeitung. Bd.1 –Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's Verlag,Hamburg. s:224.
- [29] TULSNER, M.(1996): Fischverarbeitung. Bd.2- Fischerzeugnisse und ihre Herstellung. Behr's Verlags Hamburg. s:73-78.
- [30] KIVANÇ, M. (1989): Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik asit ve Tuzları: Genel Özellikleri. Gıda 14(5): 315-320.
- [31] KIVANÇ, M. (1990): Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik Asit ve Tuzları: Küf ve Mayalara Etkisi. Gıda 15(4): 245-250.
- [32] YENTÜR, G.; BAYHAN, A. (1990): Bazı Gıda Maddelerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarlarının araştırılması. Gıda 15(2): 79-82.
- [33]NİZAMLIOĞLU, M.; GÜRBÜZ, Ü.; DOĞRUER, Y. (1996): Potasyum Sorbatın Kaşar Peynirinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. Veteriner Bilimleri Dergisi 12(2): 23-29.
- [34]DOĞRUER, Y.; GÜRBÜZ, Ü.; NİZAMLIOĞLU, M. (1996): Potasyum Sorbatın Beyaz Peynirin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. Veteriner Bilimleri Dergisi 12(1): 109-116.
- [35]EL-SHENAWY, M.; MARTH, E. H. (1991): Organic acids Enhance the Antilisterial Activity of Potassium Sorbate. Journal of Food Protection 54 (8): 593-597.
- [36]SOFOS, J. N.; BUSTO, F. F. (1981): Antimicrobial Activity of Sorbates. Journal of Food Protection 44: 614-622.
- [37]LIEWEN, B. M.; MARTH, E. H. (1985): Growth and Inhibition Microorganisms in the Presence of Sorbic Acid. Journal of Food Protection 48: 364-375.
- [38]BREMNER, H. A.; STATHAM, J. A. (1983): Effect of Potassium Sorbate on Refrigerate Storage of Vacuum Packaged Scallops. Journal of Food Science 48: 1042-1047.

[39]TAYLOR, S. L. ; SPECKHARD, M. W. (1984): Inhibition of Bacterial Histamine Production by Sorbate and other Antimicrobial Agents. *Journal of Food Protection* 47: 508-511.

[40]YETİM, H. (1996): Sorbik Asit ve Taze Balık Muhafazasında Kullanım İmkanları. *Gıda* 21(3): 205-213.

[41]ÜNLÜTÜRK, A. (1998): Mikrobiyal Gelişmenin İnhibisyonu. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Edt. Ünlütürk, A.;Turantaş, F., s:173-195, Mengi Tan Basımevi/ İzmir.

[42]MENDONCA, A. F.; MOLINS, R. A.; KRAFT, A. A.; WALKER, H.W. (1989): Effects of Potassium Sorbate, Sodium Acetate, Phosphates and Sodium Chloride Alone or in Combination on Shelf Life of Vacuum Packaged Pork Chops. *Journal of Food Science* 54 (2): 302-306.

[43]KIM, C. R.; HEARNSBERGER, J. O.; EUN, J. B. (1995): Gram Negative Bacteria In Refrigerated Catfish Fillets Treated with Lactic Culture and Lactic Acid. *Journal of Food Science* 58(6): 639-643.

[44]ZHUANG, R.; HUANG, Y.; BEUCHAT, L. (1996): Quality Changes During Refrigerated Storage of Packaged Shrimp and Catfish Fillets Treated with Sodium Acetate, Sodium Lactate or Propyl Gallate. *Journal of Food Science* 61(1): 241-244.

[45] BORCAKLI, M. (1999): Gıda Üretiminde Antimikrobiyal Maddelerin Kullanımı ve Mikrobiyolojik Güvencenin Sağlanması. *Dünya Gıda Dergisi*. Ekim, 43-53.

[46]DZIEZAK, J.D. (1990): Phosphatas Improve Many Foods. *Food Technolgie* 44(4): 80-92.

[47]ÇAKMAKÇI, S. (1994): Gıda Katkı Maddesi Olarak Fosfatlar. *Gıda*, 19 (1)63-71.

[48]SCHUBRING, R. (1997): Die Verwendung von Zusatzstoffen bei Krebstieren unter besonderer Berücksichtigung von Phosphaten. *Inf. Fischwirtschaft*. 44(2): 80-85.

[49]UYGUN, A.; ACAR, J. (1996): Gıdaların Muhafazasında Enzimlerin Kullanımı. *Gıda Teknolojisi* 1(7): 41-46.

[50]TOPAL, Ş. (1996): Gıda Koruma Teknikleri ve Ürün Güvenliği. *Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri*. s:109, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Gebze/Kocaeli. ISBN 975-94975-0-6

[51] PAPADOPOULOS, L., S.; MILLER, R. K.; ACUFF, G. R.; VANDERZANT, C.; CROSS, H. R. (1991): Effect of Sodium Lactate on Microbial and Chemical Composition of Cooked Beef During Storage. *Journal of Food Science* 56(2): 341-347.

[52] O'CONNOR, P.; BREWER, S.; MCKEITH, F. ; NOVAKOFSKI, J.; CARR, T. (1993): Sodium Lactate/Sodium Chloride Effects on Sensory Characteristics and Shelf-Life of Fresh Ground Pork. *Journal of Food Science* 58(5): 978-980.

[53] BREWER, M.; MCKEITH, F.; MARTIN, S.; DALLMIER, A.; MEYER, J. (1991): Sodium Lactate Effects on Shelf-Life, Sensory, and Physical Characteristics of Fresh Pork Sausage. *Journal of Food Science* 56(5): 1176-1178.

[54] FALBE, J. ; REGITZ, M. (1991): RÖMPP CHEMIE LEXIKON. Band 4-5. s: 1475, 2930. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

[55] Internet: <http://www.Zusatzstoffe-online.de>

[56] CLASSEN, H.G. ; ELIAS, P.S.; HAMMES, W. P.; SCHMIDT, H.F. (1987): Toxikologisch-hygienische Beurteilung von Lebensmittel-inhalts- und -zusatzstoffen sowie bedenklicher Verunreinigungen. Verlag Paaul Parey. Berlin und Hamburg. s: 131-133.

[57] WILLIAMS, S. K.; RODRICK, G. E.; WEST, R. L. (1995): Sodium Lactate Affects Shelf Life and Consumer Acceptance of Fresh Catfish Fillets Under Simulated Retail Conditions. *Journal of Food Science* 60(3): 636-639.

[58] ANGERSBACH, H. (1971): Systematic Microbiological and Technological Investigations into Improving the Quality of Foods of Animal Origin. III. Influencing the Growth of three Bacillus Types by Means of Sodium Chloride, Sodium Acetate, Sodium Diacetate, Sodium Citrate, Sodium Lactate and Sodium Tartrate. *Fleischwirtschaft* 51(2): 205.

[59] AKŞIRAY, F. (1987): Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı. İ.Ü. Rektörlüğü yayınları No: 3490, s: 466-467, 552-554

[60] ANON (1997): T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Su Ürünleri İstatistikleri, ISSN: 1013-6177, ISBN: 975-19-2042-6, Yayın no: 2154.

[61] Standart Test Method for Water Vapor Transmission of Flexible Heat-Sealed Packages for Dry Products.

[62] PAULUS, K.; GUTSCHMIDT, J.; FRICKER, A. (1969): Karlsruher Bewertungsschema Entwicklung, Anwendung, Modifikation. *Lebensm. Wiss. Technolog.*, 2: 132-139.

[63] MANTHEY, M.; KARNOP, G.; REHBEIN, H. (1988): Quality changes of European Catfish (*Silurus glanis*) from Warm-Water Aquaculture During Storage Ice. *International Journal of Food Science and Technology* 23: 1-9.

- [64]FDA (1984): Bacteriological Analytical Manual, (6 ed.), Ch.4 and 5. AOAC, Arlington, VA.
- [65]SAWAYA, W.N.; ELNAWAWY, A.S.; AL-ZENKI, S.; AL-OTAIBI, J.; AL-OMIRAH, H.; AL-AMIRI, H. (1995): Storage Stability of Chicken as Affected by Map and Lactic Acid Treatment. *Journal of Food Science*, 60(3): 611-614.
- [66]BAUMGART, J. (1986): Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmittel. Behr's Verlag.B. Behr's GmbH&Co., Averhoffstrasse 10, 2000 Hamburg 76.
- [67]RENNER, E. (1970): Mathematisch-Statistische Methoden in der Praktischen Anwendung. Paul Parey Verlag, Berlin-Hamburg.
- [68]JHAVERI, S. N.; LEU, S. S.; CONSTANTINIDES, S. M. (1982): Atlantic Mackerel (*scomber scombrus*, L.): Shelf Life in Ice. *Journal of Food Science* 47: 1808-1810.
- [69]VARLIK, C. (1994): Soğukta Depolanan Sardalyalarda Histamin Değerinin Belirlenmesi. *Gıda Dergisi* 19(2): 119-124.
- [70]KIM, C. R.; HEARNSBERGER, J. O. (1994): Gram Negative Bacteria Inhibition by Lactic Acid Culture and Food Preservatives on Catfish Fillets during Refrigerated Storage. *Journal of Food Science* 59(3): 513-516.
- [71]FEY, M.S.; REGENSTEIN, J. M. (1982): Extending Shelf-Life of Fresh Wet Red Hake and Salmon Using CO₂-O₂ Modified Atmosphere and Potassium Sorbate Ice at 1 °C. *Journal of Food Science* 49: 1048-1054.
- [72]AL-DAGAL, M.; BAZARAA, W. (1999): Exxtension of Shelf Life of Whole and Peeled Shrimp with Organic Acid Salts and Bifidobacteria. *Journal of Food Protection*, 62(1): 51-56.
- [73]VARLIK, C.; HEPERKAN, D. (1990): Hamsinin Buzda Muhafazası. *İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 4(1): 53-58.
- [74]ÖZDEN, Ö.; GÖKOĞLU, N. (1996): Soğukta Saklanan Sardalya Balığının *Sardina pilchardus* (W. 1792) Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Gıda Teknolojisi Dergisi* 1(6): 42-45.
- [75]PEREZ-VILLERREAL; POZO, R. (1990): Chemical composition and ice spoilage of Albacore (*Thunnus alalunga*). *Journal of Food Science*, 55(3): 678-682.
- [76]KARNOP, G.; MÜNZER, R.; ANTONACOPOULUS, N. (1978): Ein Fluss der Bestrahlung an Bord auf die Haltbarkeit von Rotbarsch. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 29: 49-53.

[77]STOCKEMER, J.; NIEPER, L. (1984): Parameter zur Beurteilung des Verderbs von Nordsee Krabben (*Crangon crangon*). Archiv für Lebensmittelhygiene 35: 5-7.

[78]ELMARRAKCHI, A.; BENNOUR, M.; BOVCHRITT, N.; HAMAMA, A.; TAGAFAIT, H. (1990): Sensory, Chemical and Microbiological Assesments of Moroccan Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. Journal of Food Protection 53(7): 600-605.

[79]SUDIP, N. J.; LEU, S.; CONSTANTINIDES, S. M. (1982): Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*, L.): Shel Life in Ice. Journal of Food Science 47: 1808-1810.

[80]REHBEIN, H.; MARTINSDDOTTIR, E.; BLOMSTERBERG, F.; VALDIMARSSON, G.; OEHLENSCHLÄGER, J. (1994): Shelf Life of Ice- Stored Redfish, *Sebastes marinus* and *S. Mentella*. Internatinal Journal of Food Science and Technology 29:303-313.

[81]ÖZDEN, Ö.; GÖKOĞLU, N. (1997): Sardalya Balığının *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi. Gıda Dergisi 22(4): 309-313.

[82]YAPAR, A.; ERDÖL, M. (1998): Buzdolabında Muhafaza Edilen Tirsi (*Alosa ontica* EICHW., 1838) Yağının Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler. III. Su Ürünleri Sempozyumu 10-12 Haziran 1998 Erzurum-Türkiye, s: 237-242.

[83]NEFF, W. E.; MOUNTS, T. L.; RINSCH, W.; KONISHI, H. ve EL-AGIMY, M. A. (1994): Oxidative Stability of Prified Conola Oil Triacyglycerols With Altered Fatty Acid Compositons as Affected by Triacyglycerol Composition and Structure. Journal of the American Oil Chemists Society, 71(10): 1101-1109.

[84]VERNA, K. J.; SRIKAR, N. L.; SUDHAKARA, S. N.; SARMA, J. (1995): Effects of Frozen Storage on Lipid Freshness Parameters and Some Funktional Properties of Oil Sardine (*Sardinella longiceps*) Mince. Food Reasarch International 28(1): 87-90.

[85]NUNES, L. M.; BATISTA, I.; CAMPOS, M. R. (1992): Physical, Chemical and Sensory Analysis of Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice. Journal Science Food Agric. 59: 37-43.

[86]KOLOKOWSKA, A.; DEUTRY, J. (1983): Some Comments on the Usefulness of 2-Tiobarbituric Acid (TBA) Test for the Evaluation of Rancidity in Frozen Fish. Nahrung 27(5): 513-518.

[87]NAIR, V.; COOPER, C. S.; VIETTI, D. E.; TURNER, G. A. (1986): The Chemistry of Lipid. Peroxidation Metabolites: Crosslink Reaction of Malondialdehyde. Lipids 21: 6-10.

[88]ANDERSEN, J. H.; BERTELSEN, G.; CHRISTOPHERSEN, G. A.; OHLEN, A; SKIBSTED, H. L. (1990): Develepment of Rancidity in Salmonoid Steaks During Retail Display. *Lebensmittel Unters. Forsch.* 191: 119-122.

[89]KUNDAKÇI, A. (1982): Haskefal (*Mugil cephalus* L.) ve Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Balıkların Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerindeki Değişimler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(3): 231-249.

[90]KUNDAKÇI, A. (1983): Dondurularak Saklanan Sazanlarda Oksidatif Bozulma Üzerine İşleme ve Ambalajlamanın Etkisi . III. Gıda ve Beslenme Sempozyumu Tebliğ Özetleri, s: 10-14, Ekim 1983 İstanbul.

[91]ÖZDEN, Ö. (1995): Sardalya Balığının, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Bozulmaların Belirlenmesi. T.C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

[92]MENDELHALL, V. T. (1972): Oxidative Rancidity in Raw Fish Fillets Harvested From the Gulf of Mexico. *Journal of Food Science* 58(2): 270-273.

[93]AJUYAH, O. A.; FENTON, W. T.; HARDIN, T. R.; SIM, S. J. (1993): Measuring Lipid Oxidation Volatiles in Meats. *Journal of Food Science* 58(2): 270-273.

[94]ANON (1991): Resmi Gazete.28 Mayıs1992-sayı:20884, s:5

[95]JOLAFSDOTTIR, G.; MARTINDOTTIR, E.; OEHLENSCHLAGER, J.; DALGAARD, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, I. M. ; HENEGAN, G.; NIELSEN, J.; NILSEN, H.(1997): Methods to Evaluate Fish Freshness in Research and Industry. *Trends in Food Science and Technology* 81: 258-265.

[96] METİN, S. ERKAN, N., VARLIK, C., ARAN., N.(2001): Extension of shelf-life of chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn 1780) treated with lactic acid. *European Food Research and Technology*, 213(3):174-177.

[97] FERNANDES, C. F.; FLICK, G. J.; COHEN, J.; THOMAS, T. B. (1998): Role of Organic Acids During Processing to Improve Quality of Channel Catfish Fillets. *Journal of Food Protection* 61: 495-498.

[98] BALA'A, M.; MARSHALL, D. (1998): Organic Acid Dipping of Catfish Fillets: Effect on Color, Microbial Load, and *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection* 61(11):1470-1474.

[99] YETİM, H.; YAPAR, A.; OCKERMAN, H.W. (1999):The Effects of Potassium Sorbate on the Spoilage of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) under Retail Conditions. 45th International Congress of Meat Science and Technology (ICOMST) August 1-6, 1999. Yokohama, Japan.

VI.ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında İstanbul'da doğdum. 1983 yılında İstanbul Hekimoğlu Ali Paşa İlkokulunu, 1989 yılında İstanbul Davutpaşa Lisesini bitirerek ilk ve orta öğrenimimi tamamladım. 1990 yılında İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesine girdim. 1994 yılında iyi derece ile mezun oldum. Aynı yıl İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı İşleme Teknolojisi Programında yüksek lisansa başladım. 1996 yılında bu programdan mezun olarak aynı programda doktora öğrenimime başladım. Yine aynı yıl İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım. 1 Ekim - 30 Kasım 1998 tarihleri arasında Almanya-Cuxhaven Balık ve Balık Ürünleri Veteriner Araştırma Enstitüsünde Biyogen amin ve Biyotoksinlerin tayin ve belirleme metotları, 5 Temmuz - 5 Ekim 2000 tarihleri arasında yine aynı birimde Organoklor Pestisitler ve Poliklorizebifenillerin tayin metotları üzerine çalışmalarda bulundum. Halen fakülteadaki görevime devam etmekteyim. Yabancı dilim Almancadır.



**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**