

T.C.  
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SORBİK ASİT ve SİTRİK ASİTİN TAZE SARDALYA  
BALIĞININ (*Sardina pilchardus*) RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

**Aytaç ALTIN**

**Danışman**

**Doç. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU**

**Ağustos, 2006  
ÇANAKKALE**

**SORBİK ASİT ve SİTRİK ASİTİN TAZE SARDALYA  
(*Sardina pilchardus*) BALIĞININ RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı**

---

**Aytaç ALTIN**

**Danışman**

**Doç. Dr Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU**

**Ağustos, 2006**

**ÇANAKKALE**



## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Aytaç ALTIN, tarafından Doç. Dr. Fatma Arık ÇOLAKOĞLU yönetiminde hazırlanan “Sorbik Asit ve Sitrik Asitin Taze Sardalya Balığının (*Sardina pilchardus*) Raf Ömrüne Etkisi ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU

Yönetici

Doç. Dr. Başaran DÜLGER

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Nermin BERİK

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Uğur ÖZEKİNCİ

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mehmet EMİN ÖZEL

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında bana sınırsız destek veren değerli hocam Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU'na, fikir aŐamasında ve uygulamada benden desteğini esirgemeyen Mustafa ve Burcu KÖSEOĞLU çiftine, laboratuvar çalıŐmalarımnda ve tez yazımımnda sürekli yanımda olan sevgili arkadaşım Ar. Gör. Hasan Basri ORMANCI'ya, yine laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan arkadaşlarım Murat SOYUTÜRK'e ve Hakan ÖZDEN'e, benden maddi manevi desteğini hiç çekmeyen aileme ve son olarak sonsuz desteğinden ötürü Sema YILDIZ'a teŐekkürü bir borç bilirim.

Aytaç ALTIN

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Ent	:	<i>Enterobacteriaceae</i>
g	:	Gram
GSP	:	Glutamate Starch Phenol Red
mg	:	Miligram
ort	:	Ortalama
PCA	:	Plate Count Agar
Ps	:	<i>Pseudomonas</i>
TAB	:	Toplam Aerobik Bakteri
VRBA	:	Violet Red Bile Agar
Kob	:	Koloni Oluşturan Birim
FAO	:	Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	:	Dünya Sağlık Örgütü
Min	:	Minimum
Maks.	:	Maksimum

## ÖZET

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

Koruyucu katkı maddeleri uygulanarak balıkların raf ömrünün uzatılmasının amaçlandığı bu çalışmada, Çanakkale İlinde yoğun olarak avcılığı yapılan sardalya (*Sardina pilchardus*) balığı kullanılmıştır. Numunelerden 3 farklı grup oluşturulmuş, 1. grup kontrol grubu olarak, 2. grup sorbik asit (%0,06) grubu, 3. grup ise sorbik (%0,06) ve sitrik (%0,3) asit grubu olarak belirlenmiştir. Soğuk ortamda (+7<sup>0</sup>C) muhafaza edilen balıkların kalitelerinde meydana gelen değişimler, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik incelemelerle tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda 1. grubun 7. günde, 2. grubun 13. günde ve 3. grubun 15. günde bozulduğu tespit edilmiştir. Balıklara uygulanan katkı maddelerinin, bakteri üremesini inhibe ettiği ve enzimatik faaliyetleri azalttığı, bu şekilde balıkların kontrol grubuna nazaran uzun süre tazeliklerini muhafaza etmelerini sağladıkları tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Sorbik asit, sitrik asit, raf ömrü, Sardalya (*Sardina pilchardus*)

## **ABSTRACT**

In Turkey, where people prefer to consume fresh sea products, the use of technologies is of great importance in terms of the public health as it can prolong the shelf life and can preserve the quality of the products which spoil rapidly.

This study aims to prolong the shelf life of the fish by employing preservative additional substances and for this; Sardine (*Sardina pilchardus*) has been used, which is heavily hunted in Çanakkale. From the samples three different groups has been arranged. The first group is the control group, and the second one is sorbic acid group (% 0,06) and the final one is sorbic acid group (% 0,06) and citric (% 0,3). The changes that occur in the quality of the fish preserved in the cold setting (+7°C) have been identified by physical, chemical and microbiological studies. The finding is that the first group, the second group and the third group spoiled at seventeenth, thirteenth, and fifteenth day respectively. It was also determined that the additional substances treated to fish inhibited the bacteria growth and reduced the enzymatic activities and in this way the fish subject to additional substances sustained their freshness longer than the control group did.

**Key words:** Sorbic acid, citric acid, shelf life and *Sardina pilchardus*



# İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	IV
ÖZET .....	V
ABSTRACT .....	VI
1 – GİRİŞ .....	1
1.1. Balıklarda Ölüm Sonrası Meydana Gelen Değişimler .....	3
1.1.1. Kimyasal Değişimler.....	3
1.1.2. Mikrobiyal Değişimler .....	4
1.2. Gıda Katkı Maddeleri.....	5
1.2.1. Antimikrobiyal Katkı Maddeleri.....	7
1.2.1.1. Antimikrobiyal Etkili Maddelerin Etki Mekanizması.....	7
1.2.2. Sorbik Asit.....	8
1.2.3. Sitrik Asit.....	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	11
3. MATERYAL ve METOD.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Sardalya.....	13
3.1.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizlerde Kullanılan Alet, Malzeme ve Kimyasal Maddeler.....	14
3.1.3. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Alet, Malzeme ve Besiyerleri....	14
3.2. Metot.....	14
3.2.1. Deneme Materyalinin Hazırlanması.....	14
3.2.2. Duyusal Analizler.....	15
3.2.3. Fiziksel Analizler.....	17
3.2.3.1. PH Ölçümleri.....	17

	Sayfa
3.2.4. Kimyasal Analizler.....	17
3.2.4.1. Protein Tayini.....	17
3.2.4.2.. Ham Yağ Tayini.....	18
3.2.4.3. Ham Kül Tayini.....	18
3.2.4.4. Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N analizi).....	19
3.2.5. Mikrobiyolojik Analizler.....	19
3.2.6. İstatistik Analizler.....	20
4. BULGULAR.....	21
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	30
6. KAYNAKÇA.....	35
ÇİZELGELER.....	39
ŞEKİLLER.....	40
YAŞAM ÖYKÜSÜ.....	41

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde balık tüketimi, elde edilen ürünün %70'i oranında taze olarak ve daha çok deniz kıyısı olan bölgelerimizde gerçekleşmektedir. Taze balık, düşük sıcaklık ve kimyasal koruyucu madde uygulanmadığında son derece hızlı bozulan bir üründür (Gram ve Dalgaard, 2002). Bu bakımdan balıkların taze tüketimi belli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşmek zorundadır. Aksi halde balığın kalitesi bozulmakta, taze tüketime sunulmamakta ve çoğu zaman da balık unu haline getirilerek yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Krüger, 1982).

Balıkların birçok iç ve dış faktörlerin etkisiyle bozulmaya başlaması, tüketici açısından kaliteyi, satıcı açısından ürünün karlılık veya satılabilirliğini etkileyen en önemli unsurdur (Yetim, 1996). Su ürünleri etlerinin yapısı, enzim, mikrobiyal faaliyetler ve enzimatik olmayan kimyasal olaylar sonucu bozulmaktadır (Tülsner, 1994). Özellikle enzimler, düşük sıcaklıklarda bile aktivitelerini sürdürebildiklerinden, balığın kolayca bozularak kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bununla beraber balığın sahip olduğu mikrofloranın da kalite kaybında oynadığı rol oldukça önem arz etmektedir (Banks ve diğ., 1980; Yetim, 1996).

Balık etinde enzim ve mikroorganizma faaliyetlerini kontrol altında tutarak kaliteyi muhafaza etmek mümkün olmaktadır. Bu konuda çeşitli uygulamalar söz konusudur (Yetim, 1996). Su ürünleri endüstrisinde bu uygulamalardan en çok tercih edileni soğutma teknolojisidir. Ancak işletmeciler bu teknolojinin kullanımındaki zorluklar ve maliyetinin yüksek olması nedeni ile alternatif muhafaza yöntemleri arayışına gitmektedirler. Günümüzde taze üründe soğutmaya alternatif olarak katkı maddeleri uygulamaları önem kazanmıştır. Ürün hazırlığında kullanılan bu katkı maddeleri, gerek bakteri üremesini ve enzim aktivitesini engelleyerek raf ömrünün uzamasını sağlayan, gerekse albeniyi artırarak ürünün piyasa değerini arttıran özelliğe sahip niteliktedir (Saldamlı, 1985).

Yapılan bu çalışmada ülkemizde yoğun olarak avcılığı yapılan sardalya balığının muhafaza yöntemlerine, bir alternatif ve destek aranmıştır. Çanakkale

bölgesinden avlanan sardalya balıklarının raf ömür sürelerini arttırmak ve kalitesini korumak için balıklara sitrik asit ve sorbik asit uygulaması yapılarak, buzdolabı koşullarında ( $7^{\circ}\text{C}\pm 1$ ) muhafaza edilmiş, bu sırada ette meydana gelen değişimler duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan tespit edilmeye çalışılmıştır.

## 1.1. Balıklarda Ölüm Sonrası Meydana Gelen Değişimler

### 1.1.1. Kimyasal değişimler

Balık eti başlıca kas hücrelerinden, fibrositlerden, kan damarlarından, lenf yollarından, sinir liflerinden ve konnektif dokudan oluşmaktadır (Fredrick ve Thomas, 1990). Bağ dokusunun azlığından dolayı kolay bozulabilir bir yapıya sahip olan balık eti, avlandığı andan tüketimine kadar geçen sürede enzimler ve mikroorganizmaların etkisi ile bir dizi kimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklere uğrar. Balığın kasında meydana gelen bu değişimler memeli hayvanların kasında olduğu gibi gerçekleşmektedir (Liston, 1980).

Yaşayan bir balığın kasında pH değeri nötral değer (pH 7,2) olmaktadır. Ölümden sonra ette meydana gelen biyokimyasal yıkım ile glikojenden süt asidi oluşur ve pH 6,0-6,6 civarına düşer (Tülsner, 1994). Meydana gelen bu düşüşün düzeyi vücutta depo edilen glikojen ve enerji (ATP) miktarı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Bunun yanında pH değeri; balığın türü, vücut büyüklüğü, avlanma zamanı, avlanma yeri ve yakalama sırasındaki kas aktivitesi gibi bir çok faktörün de etkisi altında değişiklik gösterebilmektedir (Love, 1988).

Balığın bozulması otoliz ile başlamaktadır. Otolizde vücudun kendi enzimleri moleküllerin parçalanmasını sağlamaktadır. Bu parçalanma, balık etinin büyük ölçüde proteinlerden oluştuğu düşünülürse, önem arz etmektedir. Bu yıkım sırasında protein molekülleri peptid ve amino asitlere, glikojen monosakkaritlere, yağlar ise, yağ asidi ve gliserine dönüştürülürler. Otolizin meydana gelmesiyle ölüm katılığı çözülmekte ve meydana gelen küçük yapıli bileşikler sayesinde pH değerinde artış olmaktadır. Hücrelerin yapısında ve membranlarında da meydana gelen tahribat sonucu hücrelerde su kaybı ile ette bariz bir yumuşama görülür. Balık etinde bağlı su oranının oldukça az oluşundan dolayı su kaybıyla birlikte ette bir matlaşma kendini göstermektedir (Dokuzlu, 2003). Balık etinin beyaz rengi parlak krem renginden griye doğru döner. Pigmentlerin enzimatik oksidasyonu sonucu kırmızı kaslar kahverengiye dönüşür (Küçüköner ve Küçüköner, 1990).

Otoliz meydana gelen bu oluşumlarla, bakteriyel faaliyetlerin artmasına ve normalde steril olan kas içine, bakterilerin giriş yapmasına neden olur. Bu sayede de ortamda bulunan mikroorganizma enzimleri sayesinde protein parçalanması devam eder. Bu mikrobiyal aktivite sonucu büyük çaplı yıkımlar olur ve türe bağlı olarak metabolik ürünler meydana gelir buda ette değişik renk, koku ve tat oluşumlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Malle ve Poumeyrol,1989; Oehlenschlager, 1989; Berik, 1996).

Proteinlerde ve glikojende meydana gelen bu değişikliklerin yanı sıra, balık yağında da bazı değişimler olmaktadır. Balık etinde yağların parçalanması da balık bozulmasında önemli rol oynamaktadır. Acılaşma şeklinde görülen bu değişiklikler özellikle yağlı balıklarda görülür. Acılaşma, yağların lipolitik ve lipoksidatif enzimlerle ve hava ile temas sonucu oluşan oksidasyonla gerçekleşir. Peroksitlerinde oksitlenerek aldehit ve ketonlara katılması ile balıkta hoş gitmeyen bir koku ve acılaşma söz konusu olur. Oksidasyon reaksiyonunun hızı değişik faktörlere bağlıdır. Bu faktörler; sıcaklık, ışık, oksijen miktarı, nem ve yağların doymamışlık oranıdır. Balıklardaki yağ oranı oksidasyon hızını birebir etkilemektedir (Sinell, 1985; Bingöl, 1980).

### **1.1.2. Mikrobiyal Değişimler**

Bütün diğer canlılar gibi balık da mikroorganizmalarla çevrili bir dünyada yaşamaktadır. Balığın sahip olduğu normal mikroflorası yaşadığı çevreye ve balığın beslenme şekline bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Ludorff ve Meyer, 1973; Perk, 1995 ).

Balığın üzerinde mikroorganizmalar deri, solungaçlar ve sindirim sisteminde belli oranlarda bulunabilirler (Shewan, 1977). Ölümün ardından bu bölgelerdeki mikroorganizmalar kas içine doğru hareket ederek bütün balıkta faaliyet gösterirler (Göktaş, 1990; Gram ve diğ., 1990). Yapılan araştırmalar taze balıkta genellikle *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Clostridium*, *Escherichia*,

*Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Photobacterium* ve *Serratia* cinsine ait bakteriler ile bazı mayaların bulunduğunu ortaya koymuştur. Balığın bağırsak sisteminde *Achromobacter*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Bacillus* ve *Flavobacterium* gibi mikroorganizma grupları, balığın dış yüzeyini kaplayan mukus tabakasında ise çoğunlukla *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Flavobakterium*, *Corynebacterium*, *Sarcina* ve *Serratia* cinsi bakterilerin bulunduğu bildirilmektedir (Alperden, 1993; Gennari ve diğ., 1999; Gram ve Dalgaard, 2002).

Balığın bozulmasında etkili bakteriler ise balığın muhafaza edildiği sıcaklığa ve katkı maddesi ilave edilip edilmemesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Daughtry ve diğ., 1997; Çaklı ve Kışla, 2003). Genellikle düşük sıcaklıklarda bozulmaya *Pseudomonas* türleri ve bunun yanında *Alteromonas* ve *Flavobacterium* türleri neden olurken (Gram ve Dalgaard, 2002), daha yüksek sıcaklıklarda ise *Micrococcus* ve *Bacillus* türleri ile *Escherichia*, *Proteus*, *Serratia*, *Sarcina* ve *Clostridium* türleri ortamada dominant olarak görülebilmektedir. *Pseudomonas* ve *Proteus* türlerinin balıkta artması, balık etinde pürüt ve amonyak benzeri koku oluşmasına neden olmaktadır. Ette mikrobiyal gelişme sonucu bunun yanısıra, daha birçok biyokimyasal değişiklik meydana gelmekte ve bozulmayı karakterize eden peroksitler, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, indol, kadaverin ve putresin gibi bileşikler açığa çıkabilmektedir. Kadaverin lizinin, putresin ornitinin veya argininin dekarboksilasyonuyolu ile oluşmakta, putresin özellikle *Pseudomonas* türleri, kadaverin ise *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakteriler tarafından oluşturulmaktadır (Joan ve diğ., 1995). Bu bileşikler balık etinde lezzet bozukluğunun yanı sıra etin doğal renginin bozulmasına ve grinin tonlarına dönüşmesine neden olmaktadır (Adria, 1968).

## **1.2. Gıda Katkı Maddeleri**

Katkı maddeleri, gıda sektöründe yasaların öngördüğü oranlarda uzun zamanlardan beri bilinçli olarak kullanılmaktadır (Marcus ve diğ., 1980). Gıdalara istenen özelliklerin verilebilmesi, sağlık açısından oluşabilecek risklerin ortadan

kaldırılması ve ürüne albeni katmasından dolayı gıda katkı maddesi kullanımını artık bir zorunluluk halini almıştır (Saldamlı, 1985).

Gıda katkı maddesi “tek başına gıda olarak tüketilemeyen veya gıda ham yada 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, gıda maddesinin üretim, tasnif, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma ve depolanması sırasında tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak, ürünün görünüş ve yapısını düzeltmek yada raf ömrünü arttırmak üzere sınırlı miktarda ilave edilen maddelerdir” şeklinde tanımlanmaktadır (Saldamlı, 1985). FAO ve WHO tarafından ise katkı maddesi “tek başına besin değeri taşımayan gıda ürününe doğrudan veya dolaylı katılan, maddelerdir” şeklinde tanımlanmaktadır (Gültekin, 2003).

Gıda katkı maddeleri için Avrupa Birliği’nde bir kodlama sistemi oluşturulmuştur. Buna göre her bir katkı maddesi Europa (Avrupa) kelimesinin ilk harfi olan E harfi ve bir rakam grubu ile birlikte sembolize edilmektedir (Karaali, 2000).

Gıda katkı maddesi endüstrisi gün geçtikçe gelişmekte ve sürekli olarak kendini yenilemektedir. Tanım ve sınıflandırmaların zaman içinde değişikliğe uğradığı ve sürekli gelişmiş olduğu görülmektedir. Bunun en büyük nedeni gelişen teknolojiye paralel olarak bulunan yeni madde gruplarıdır. Bu sınıflandırmalardan en önemlisi FAO ve WHO’nun yapmış olduğu ve Avrupa’da kabul gören sınıflandırmadır (Gültekin, 2003).



• FAO ve WHO 'na göre gıda endüstrisinde önem taşıyan gıda katkı maddeleri;

- A. Renk Maddeleri
- B. Tat Ve Koku Maddeleri
- C. Antimikrobiyal Katkı Maddeleri
- D. Antioksidantlar
- E. Kelatlar
- F. Asitler
- G. Fosfatlar
- H. Tatlandırıcı Maddeler
- I. Kalorisiz Tatlandırıcılar
- İ. Emülgatör ve Stabilizörler

### **1.2.1. Antimikrobiyal Katkı Maddeleri**

Çok eski yıllardan beri gıda muhafazasında mikroorganizmalara karşı kullanılan asitler, tuzlar, şeker ve odun islerinin yerini bugün antimikrobiyal maddeler almıştır (Marcus ve diğ., 1980). Bu maddelerin görevi; gıdalarda istenmeyen ancak herhangi bir nedenle bulunma olasılığı olan küf, maya, patojen veya patojen olmayan her türlü mikroorganizmayı ortamdan yok etmek veya onların çoğalma ve çalışmalarını önlemektir. Bu maddelerin kendilerine düşen görevi yapabilmeleri ise ortamın pH'ı, bileşimi ve kullanım miktarına bağlıdır. Ayrıca, belli bir saflıkta olmaları ve bileşimlerinde selen, arsenik, kurşun gibi maddelerin bulunmaması da önemli bir noktadır. Günümüzde en çok kullanılan antimikrobiyal katkı maddeleri benzoik asit ve esterleri, sorbik asit ve tuzları, propiyonik asit ve tuzları, sodyum metabisülfid, kükürt dioksit ve nitrat ve nitritlerdir (Saldamlı, 1985).

### 1.2.1.1. Antimikrobiyal Etkili Maddelerin Etki Mekanizması

Antimikrobiyal katkı maddelerine karşı en dirençli mikroorganizma sporlardır. Özellikle küf sporları vegetatif hücrelere kıyasla daha dirençlidir. Ortamdaki mikroorganizmanın inhibe etmek ve öldürmek için yeteri miktarda koruyucu madde ilavesi yapılmış olmalıdır. Antimikrobiyal katkı maddelerinin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi genellikle genetik mekanizma, hücre çeperi veya sitoplazmik membran üzerindeki değişiklikler, protein denatürasyonu, enzim inhibasyonu ve hücre çeperi sentezinin bloke edilmesi yolları ile olur (Brul ve Coote, 1999).

Antimikrobiyallerin bakteriler üzerene etkisi bakterinin cinsine göre de büyük değişiklik göstermektedir. Her bakterinin antimikrobiyale olan tepkisi yani savunma mekanizması farklılık göstermekle beraber genelde bakterinin yapısına bağlıdır (Brul ve Coote, 1999).

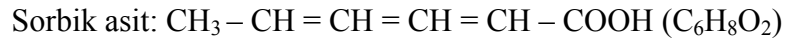
Gram-pozitif bakteriler dış membrana sahip olmadıkları için antimikrobiyal kolayca hücre duvarından geçer ve bakterinin direnişini azaltır. Gram-negatif bakteriler ise iç ve dış membrana sahip oldukları için gram-pozitif bakterilere nazaran direniş mekanizmaları daha komplikedir. Dış membran gerek antimikrobiyallerin gerekse diğer küçük moleküllerin hücreye girişinde önemli rol oynar. Bu bakımdan bu lipopolisakkarit katman kritik bir öneme sahiptir (Hobbs ve Hodgkiss, 1982). Bunun yanında bazı durumlarda mikroorganizmalar spesifik enzimler yaparak antimikrobiyallerin hücreye girişini yavaşlatır (Brul ve Coote, 1999).

### 1.2.2. Sorbik Asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>)

Sorbik asit olgunlaşmamış dağ çiçeklerinden elde edilen destile yağın hidrolizi ile 1859'da keşfedilmiştir (Ova, 2006). Sorbik asit ve tuzları antimikrobiyal özelliğe sahip olup, bakteriyel filizlenmeyi ve bakteri sporlarının çimlenmesini engelleyen ve yoğun olarak kullanılan katı maddeleridir. Önceleri yalnızca küf ve mayalara karşı etkili olduğu düşünülürken daha sonra yapılan çalışmalar bakteriler üzerine etkisi

olduğunu göstermiştir (Sofos, 1989; Praphailong ve diğ., 1997). Sorbatların etki alanını pH, sıcaklık, su aktivitesi, konsantrasyon, gıdanın mikrobiyal yükü ve kullanım şekli gibi faktörler etkiler. pH düştükçe sorbatların aktivitesi artar (Robah ve Sofos, 1982). Düşük pH'ta sorbatlar molekül içerisine rahatça nüfus ederek sitoplazmik membranını geçer ve hücre içine girer. Hücre içine giren sorbatlar yüksek pH ile karşılaşır. Molekül içerisindeki anyon ve protonları çözümlenmiş duruma getirir ve hücre içine yayılmaya başlarlar. Bu yayılma pH dengelenene kadar devam eder. pH'ın dengelenmesi ile hücre tamamen aktivitesini kaybeder (Brul ve Coote, 1999).

Beyaz toz halinde olan sorbik asitin, hafifçe ısırtıcı kokusu vardır. Suda çözünmez, alkolde çözünür. Sorbik asit doymamış yağ asidi olup, kimyasal formülü şu şekildedir (Ünlüsayın ve Gülyavuz, 1999).



Maya ve küflerin dışında patojen bakteriler üzerinde de inhibe özelliğine sahiptirler. Özellikle *Staphylococcus aureus*, *salmonella*, *E. coli*, *Yersina enterocolitica*, *lactobacillus*, *pseudomonas* ve diğer birçok bakteri üzerinde de etkisi vardır (Robah ve Sofos, 1982; Sofos, 1989; Yapar ve Yetim, 2000; Çolakoğlu ve Köseoğlu, 2006). Fakat Laktik asit bakterileri ve *clostridiumlar* üzerinde etkileri daha düşük seviyededir. Diğer katkı maddeleri gibi gıdanın primer hacmi artacağından mikroflorası ne kadar düşükse etkisi o kadar artar. Gıdada su aktivitesini azaltıcı katkı maddeleri ile birlikte kullanılırsa etkisi artmaktadır. Ortamdaki suyun azalması ile hücrelerin hacmi artacağından katkı maddesinin hücreye nüfusu daha kolay olur ve dolayısı ile hücre katkı maddesine karşı daha çok hassaslaşır (Hinton ve Ingram, 2003). Bununla beraber balık etinde yıkımı geciktirerek TMA oluşumunu yavaşlatır, histamin oluşumunu engeller ve balığın duyu özelliklerini korumasına da yardımcı olur (Saldamlı, 1985). Ayrıca sorbik asit ilave edildiği gıdalarda bulunan bazı kimyasal maddeler ile etkileşime girip bozulma reaksiyonu gösterebilir. Bu yüzden ilave edildiği gıdanın içeriğinin bilinmesi gıda kalitesi açısından önemlidir (Ova, 2006).

### 1.2.3. Sitrik Asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>)

Sitrik asit diğerk hidroksi asitlerin aksine tribazik bir asittir. Gıda endüstrisinde uzun yıllardan bu yana yoğun olarak kullanılmaktadır. Özellikle Amerika'da 100 yılı aşkın süredir kullanıldığı bilinmektedir (Saldamlı, 1985). Suda yüksek çözünürlüğe sahip olması en önemli avantajlarından. Pek çok üründe mevcut aromayı geliştirici ve kuvvetlendirici olarak kullanılmasının yanında koruyucu maddeler ile sinerjistik etki yapmasından dolayı antimikrobiyal ve antioksidant olarak da kullanılır. Sitrik asit zayıf bir asit olduğundan bakterilere etki mekanizması diğerk zayıf asitlerde olduğu gibidir. Fakat diğerkleri kadar etkili olmamakla birlikte kombinasyon şeklinde kullanıldığında sinerjistik etkisinden dolayı koruyuculuğu arttırmaktadır. Örneğin; Sitrik asit ile jelatin, tuz, askorbik asit, glukoz ve karragenanın hepsi etlerde koruyucu madde olarak kullanılmaktadır (Marcus ve diğ., 1980).

Karboksi-3 hidroksi-3 pentandioik asidin yaygın adı olan sitrik asit, limon tuzu olarak da bilinir.

Formülü; (HOCO - CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>C(OH) - COOH (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) şeklindedir.

Limon gibi çeşitli taze meyvelerin taşıdığı karakteristik tadını veren, içende ihtiva ettiği sitrat iyonlarıdır. Sitrik asit ve potasyum, sodyum tuzları genel amaçlı olarak kullanılan gıda katkıları olarak bilinir. Örneğin; Sodyum sitrat dondurmacılıkta ve meyve şerbetlerinde zorunlu indirgeyen olarak bilinir. Balık konservelerinde renk ve aroma kaybını önlemektedir. Bunun yanında bazı gıdalarda asitlendirici ve pH düşürücü olarak da kullanılmaktadır. Et ürünlerinde soğuk ete ilave edildiğinde NaCl ile aynı etkiyi gösterir. Proteinin şişmesine ve kolay işlenmesine yardım eder (Saldamlı, 1985).

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Courtal (1970) yapmış olduğu çalışmada sorbik asit antimikrobiyal olarak kullanılmış ve raf ömrüne olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmacı sorbik asit ve tuzlarını birlikte kullanmış ve örneklerin raf ömrünü bariz bir şekilde uzattığını rapor etmiştir.

Osthold ve Leistner (1982) çalışmalarında taze yakalanmış morina balıklarına sitrik asit, sorbik asit ve tuz ilave etmiş, oda sıcaklığındaki raf ömürlerini incelemişlerdir. Muhafaza süresini 20 saat olarak belirledikleri için muhafaza etkisini ayrıntılı olarak saptayamadıklarını bildirmişlerdir.

Fey ve Regenstein (1982) yapmış oldukları çalışmada, berlam balıklarına %1 potasyum sorbat, karideslere ise %1,5 potasyum sorbat uygulayarak +1<sup>0</sup>C'de muhafaza etmiş ve muhafaza esnasındaki duyuşal ve mikrobiyolojik değişimlerini incelemişlerdir. Yapılan duyuşal analizlerde berlam balıklarını 12. günde, karideslerin ise 14. günde bozulduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde ise depolama esnasında bakterilerin düzgün bir artış göstererek depolama sonunda sınır değerleri aştığı rapor etmişlerdir.

Özden ve Gökoğlu (1996) yapmış olduğu çalışmada + 4<sup>0</sup>C'de depolanan sardalya balıklarının raf ömrü tespit edilmeye çalışılmıştır. Depolama başlangıcında sardalya balığının TVB-N değeri 13,18 mg/100 g, pH değeri ise 6,17 olarak bulunmuş, depolamanın 8. gününde ise bu değerler yükseliş göstererek TVB-N 46,92 mg/100 g değerine, pH ise 7,52 değerine ulaşmıştır. Yapılan bu çalışmada + 4<sup>0</sup>C de muhafaza edilen sardalya balığının raf ömrü 8 gün olarak bulunmuştur.

Yapar ve Yetim (2000) yapmış oldukları çalışmada taze hamsi balıklarına %3'lük potasyum sorbat ve buz çözeltisi ile muamele etmiş ve 6 gün depoladıktan sonra bazı kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişimlerini incelemişlerdir. Taze hamsilerin başlangıçtaki TVB-N değerini 7,10 mg/100 g iken depolama süresince artış göstererek kontrol grubunda 6. günde 37,50 mg/100 g 'a ulaştığı, sorbatlı gruplarda ise çok daha düşük olduğu görülmüştür. Toplam aerobik bakteri sayısı

başlangıçta 4,039 Log N kob/g iken depolama süresince nispi olarak bir azalma görülmüştür. Maya ve küf ise başlangıçta 2,607 Log N kob/g iken depola süresince gelişi göstermediğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak potasyum sorbat uygulamasının taze hamsilerin depolaması sırasında ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini daha uzun süre koruyabilmesini sağladığını rapor etmişlerdir.

Erkan (2002) yapmış olduğu çalışmada ise kolyoz ve kefal balıkları fletto edilerek farklı konsantrasyonlarda hazırlanan sodyum laktat ve propil galat solüsyonlarına daldırılmış ve streç film ile sarılarak +4<sup>0</sup>C'de bozulana kadar depolanmıştır. Depolama boyunca kalitedeki değişim incelenmiş ve bu katkı maddelerinin raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak ise taze balığın depolanmasında antimikrobiyal madde kullanımının raf ömürlerinde yaklaşık % 30 oranında artış sağladığını bildirmiştir.

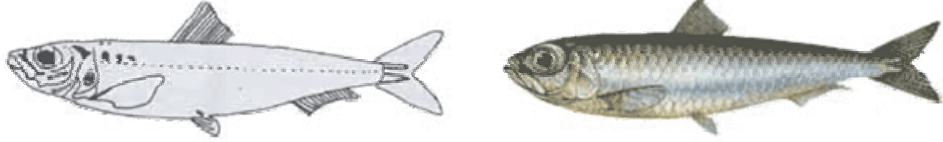
Çolakoğlu ve Köseoğlu (2006) yapmış oldukları çalışmada ise; model tuz karmaları oluşturularak balıklar 2 gruba ayrılmış ve gruplara belirli oranlarda sitrik ve sorbik asit ilave edilmiştir. 15 saat süre ile oda sıcaklığında muhafaza edilen balıklarda meydana gelen duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişim incelenmiştir. Başlangıçta kontrol grubunda 14,2 mg/100 g olarak ölçülen TVB-N değeri depolama sonunda 31,61 mg/100 g değerine ulaşmıştır. Sorbik ve sitrik asitli grupta bu değer 17,45 mg/100 g'a, diğer grupta ise 25,85 mg/100 g'a ulaşmıştır. Bakteri sayılarında ise bariz bir artış görülmüş ve kontrol grubunda depolama sonunda sınır değerlerin aşılmasına rağmen diğer iki grupta bakteri aktivitesinin inhibe edildiği saptanmıştır. Muhafaza sonunda elde edilen verilere göre kontrol grubu balıkların bozulduğu, diğer iki grubun ise tüketilebilirlik sınırları içerisinde kaldığı rapor edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

Bu araştırmada, Haziran 2005 tarihlerinde Çanakkale b3lgesinden uzatma ağları ile avlanan 475 adet sardalya balığı (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) kullanılmıştır.

##### 3.1.1. Sardalya (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792)



**şekil 1.** Sardalya Balığı (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792)

*Clupeidae* familyasının *Sardina* genusuna ait olan bu t3r, pelajik bir balık olup, b3y3k s3r3ler oluştururlar. Yaşamlarını soğuk olmayan ılıman b3lgelerde s3rd3r3rl3r. 3lkemizde Ege ve Marmara denizlerinde yayılım g3sterirler. Maksimum boyları 20 cm'dir. Littoral t3rlerden olan sardalya balığı, yumurtlamak amacı ile açık denizlere, kıyıya yakın kesimlere g3 etmektedir. 3reme bir yaşında başlar ve genellikle Eyl3l-Mayıs ayları arasında gerçekleşir. Yaşam s3releri maksimum beş yıldır. Planktonik krustaseler, balık yavruları, kopepodlar, nauplii ve diatomlar sardalya balığının besin grubunu oluştururlar (Mater ve diğ., 1989).

Avcılığı yoğun olarak gırgır ve galsama ağları ile yapılmaktadır (Kara ve 3zekinci, 2002). Mayıs-eyl3l ayları arasında etleri yağlanan sardalya balığının eti oldukça lezzetlidir. Bu mevsimde t3k3timi daha yoğun olmaktadır. 3lkemizde çoğunlukla taze t3k3timi yapılmakla birlikte donmuş, marine ve konserve olarak hem yurt dışına hem de yurt içine t3k3time sunulmaktadır. Bununla beraber

tüketilemeyecek kadar çok avlandığında balık unu fabrikalarına gönderilerek değerlendirilmektedirler (Yıldırım, 2006).

### **3.1.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizlerde Kullanılan Alet, Malzeme ve Kimyasal Maddeler**

Analizlerde alet ve malzeme olarak pH metre (HI 8314 model Hanna instruments membrane), soksalet ekstrasyon cihazı (Şimşek Loborteknik, PI 400), kül fırını (Nüve, MF120), desikatör; kimyasal madde olarak ise; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (borik asit) (Merck), HClO<sub>4</sub> (perklorik asit) (Merck), NaOH (sodyum hidroksit) (Merck), HCL (hidroklorik asit) (Merck), fenol ftalein, metil oranj, etanol, metilen kırmızısı (Merck), metilen mavisi, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sülfürik asit) (Merck), kjeldahl tableti (Merck) ve petrol eteri (Merck) kullanılmıştır.

### **3.1.3. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Alet, Malzeme ve Besiyerleri**

Analizler sırasında kullanılan alet ve malzemeler; otoklav (Nüve OT 032), inkübatör (Nüve EN 500), hassas terazi (And HM 200), manyetik karıştırıcı (İsolab) ve ultra turrax'dır.

Bakteriyolojik analizler için ticari-selektif besiyerleri; plate count agar (Merck), violet red bile agar (Merck) ve glutamate starch phenol red agar (Merck) kullanılmıştır.

## **3.2. Metot**

### **3.2.1. Çalışma Materyalinin Hazırlanması**

Yöre balıkçılarından temin edilen sardalya balıkları bir saat içinde soğuk ortamda muhafaza edilerek Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Kafa ve iç organlardan ayrılıp temizlenen örnekler, üç gruba ayrılmıştır. 1. grup balıklarına herhangi bir



katkı maddesi ilave edilmeden kontrol grubu olarak, 2. Grup balıkları %0,06 oranında sorbik asit ve %1 tuz ilavesiyle hazırlanan karmayla muamele edilmiş ve 3. Grup balıkları ise % 0,06 oranında sorbik asit, % 0,3 oranında sitrik asit ve %1 tuz ile hazırlanan karmayla muamele edilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler ağzı kapaklı plastik kaplara konularak 7 °C ±1’de muhafaza edilmek üzere buzdolabına konulmuştur.

**Çizelge 1.** Kullanılan katkı maddesi oranları

<u>1. Grup</u>	<u>2. Grup</u>	<u>3. Grup</u>
Kontrol grubu	% 0,06 sorbik asit %1 tuz	%0,06 sorbik asit % 0,3 sitrik asit %1 tuz

### **3.2.2. Duyusal Analizler**

Gıdaların hijyenik analizleri için en etkili analiz duyusal analizlerdir. Bu durum balıklar için de geçerli olup, bu çalışmada örnekler duyusal analiz kapsamında ürün, renk, koku ve pişirme denemeleri yapılarak, muhafazanın her günü 5 panelist ile değerlendirilmiştir. Duyusal analizler için numuneler ağzı kapaklı cam kaplara konularak 10 dk süresince 90°C’de su banyosunda baharat ve tuz ilavesi olmadan pişirilmiştir. Pişirilen numuneler renk, koku ve tat bakımından duyusal analizlere tabii tutulmuştur. Analizler için kullanılan değerlendirme şeması Çizelge 2’de verilmiştir (Arık, 1999).

**Çizelge 2.** Pişirme denemesi değerlendirme şeması (Arık, 1999).

Pişirme Denemesi Değerlendirme Şeması			
Değerlendirme Skalası		Tarih:	
		Numune No:	
<b>Renk</b>			
Etin rengi beyazımsı, soluk beyaz yada çok hafif bir renklenme	3	3	3
Değişik (hafif) tonlarda grimsi	2	2	2
Kuvvetli renklenme	1	1	1
<b>Koku</b>			
Hoş, spesifik	4	4	4
Yavan, tatsız, bayat	3	3	3
Balıksı, ağır	2	2	2
Kötü koku	1	1	1
Keskin kötü koku, amonyağımsı	0	0	0
<b>Tat</b>			
Çok iyi, spesifik-aromatik	6	6	6
İyi	5	5	5
Orta	4	4	4
Balıksı, nahoş, hafif acı	3	3	3
Kuvvetli balığımsı, acı	2	2	2
Çok kötü, iğrenç	1	1	1
Toplam			

### 3.2.3. Fiziksel Analizler

#### 3.2.3.1. PH Ölçümleri

İncelemelerde muhafazası yapılan balıklarla pH ölçümleri ilk günden tüketimin gerçekleşmeyeceği son güne kadar yapılmıştır. Ölçüm işlemi için 10 g balık örneği tartılmış ve 1:1 sulandırılarak, 1 dk süre ile homojenize edilmiştir. Ölçümler pH metre'nin probunun bu çözeltiliye daldırılması sureti ile yapılmıştır (Manthey ve diğ., 1988). Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak hesaplama yapılmıştır.

### 3.2.4. Kimyasal Analizler

#### 3.2.4.1. Protein Tayini

Protein tayini Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Daha önce homojenize edilerek hazırlanan numuneden 0,5 gr örnek tartılarak distilasyon tüpleri içine konulmuştur. Örneğin üzerine 15 ml sülfürik asit ve 1 adet Kjeldahl tableti ilave edilmiştir. Tüpler yağ yakma ünitesine yerleştirilmiş ve yakma yapılmıştır.

Bu şekilde hazırlanan distilasyon tüpü üniteye yerleştirilmiş ve destilasyona başlanmıştır. Destilasyon ürünü, içine 25 ml doymuş borik asit çözeltisi ve 3-4 damla indikatör damlatılarak hazırlanan erlenmayer içine toplanmıştır. Kjeldahl distilasyon cihazında yaklaşık 5 dakika boyunca distilasyon yapılmış ve 100 ml destilat elde edilmiştir. Elde edilen destilat 0,1 N 'lik HCl ile titre edilmiştir. Titrasyon işlemi, örneğin rengi pembeye dönüştüğü zaman bırakılmıştır (AOAC, 2000). Hesaplama;

$$\text{Ham Protein(g/100g)} = \frac{(T_t - T_b) \times 0,1 \times 14,007 \times 6,25}{m} \times 100$$

T<sub>t</sub>: Titrasyonda harcanan miktar

T<sub>b</sub>: Kör örneğin titrasyonunda harcanan miktar

m: Örnek ağırlığı

### 3.2.4.2. Ham Yağ Tayini

Yağ tayini Soxhelet ekstrasyon cihazı ve çözücü olarak petrol eteri kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilen 10 g örnek kartuş içerisine konulduktan sonra üzeri pamukla kapatılarak ve ekstraktöre yerleştirilmiş ve üzerine 150 ml petrol eteri konularak Soxhelet ünitesi çalıştırılmıştır. Ekstraksiyon yaklaşık 4 saat sürmüştür. Balon üniteden çıkarılarak içindeki çözücünün tamamen uçması amacıyla 103°C'deki etüvde çözücü uçana değin bekletilmiştir. Bu süre sonunda desikatörde soğutulan balon 0,1 mg hassasiyetli terazide tartılmış ve sonuçlar aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (AOAC, 2000). Hesaplama;

$$\text{Toplam Yağ Miktarı(g/100g)} = \frac{(T_1 - T_0)}{m} \times 100$$

T<sub>1</sub>: Son tartım

T<sub>0</sub>: İlk tartım

m: Numunenin ağırlığı

### 3.2.4.3. Ham Kül Tayini

Analizden önce porselen krezeller 550 °C 'de 1 saat süre ile bekletildikten sonra desikatörde soğutulmuş ve 0,1 mg hassasiyetli terazide daraları alınmıştır. Homojenize edilen balık örneğinden 5 gr tartılarak kül fırınında 525 °C'de yaklaşık 8 saat (sigara külü rengine dönüşmesine kadar) yakılmıştır. Desikatörde soğutulduktan sonra tekrar tartım yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\text{Kül Miktarı (g/100g)} = \frac{(T_1 - T_0)}{m} \times 100$$

T<sub>1</sub>: Son tartım

T<sub>0</sub>: İlk tartım

m: Numunenin ağırlığı

#### 3.2.4.4. Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N analizi)

10 g balık eti, 90 ml 0,1 N perklorikasit ilavesiyle ultra turrax'ta 2 dk süre ile homojenize edilmiş ve filtre kağıtından geçirilmiştir. Bu şekilde elde edilen 50 ml ekstrakt içine 3 damla fenolftalein çözeltisi ilave edilerek destilasyon tüpüne konmuştur. Destilasyon çıkış borusu, içinde 100 ml borik asit bulunan erlene daldırılmış ve borik asit çözeltisine 3 damla taşıro indikatörü damlatılmıştır. Kapalı sisteme 6,5 ml sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek destilasyona başlanmış ve 100 ml destilat toplanıncaya kadar destilasyona devam edilmiştir. Daha sonra elde edilen destilat yeşilden mavi renge kadar hidroklorik asit çözeltisi ile titre edilmiş ve sonuçlar formülle hesaplanarak bulunmuştur (E.C., 1995). Hesaplamalarda aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$\text{TVB-N ( mg/100 g olarak ifade edilir )} = \frac{(V_1 - V_0) \times 0,14 \times 2 \times 100}{m}$$

$V_1$  = Örnek için sarf edilen 0,01 N HCL hacmi (ml)

$V_0$  = Kör örnek için sarf edilen 0,01 N HCL hacmi (ml)

$m$  = Örnek ağırlığı (g)

#### 3.2.5. Mikrobiyolojik analizler

Numunelerin hazırlanmasında ve ekimlerde kullanılan mikrobiyolojik yöntemler gıda mikrobiyolojisinde kullanılan standart, damla ve plak yöntemleridir (Baumgart, 1993). Ekim için numuneler, örneklerden steril şartlar altında alınan 10 g balık etinin peptonlu su ile ultra turrax kullanılarak 1 dk süre ile homojenize edilmesiyle hazırlanmıştır. Hazırlanan homejenizattan tüplere  $10^{-6}$  ye kadar desimal seyreltmeler yapılarak, önceden kurutulan ve bölmelere ayrılan petri kaplarına damla ve plak metodu ile paralelli ekimler yapılmıştır. Damla metodunda her seyreltmeden 0,05 ml alınarak, ekimler gerçekleştirilmiştir (Baumgart, 1993). İnkübasyon şartları ise firmaların talimatlarına göre belirlenmiştir. Ekimlerin yapıldığı plate count agar

besiyeri 30 °C'de 48 saat, GSP agar 25<sup>0</sup>C'de 3 gün, violet red bile agar (VRBA) agar ise 30<sup>0</sup>C'de 24 saat süre ile inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon sonucunda, üremenin olduğu, birbirini takip eden son iki bölmedeki koloniler göz ile sayılarak değerlendirilmeleri yapılmış, elde edilen bakteri sayıları koloni oluşturan birim (kob/g) cinsinden ifade edilmiştir. Değerlendirmede kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

$$C = \frac{\Sigma C}{n_1 \times 1 + n_2 \times 0,1} \times d$$

C = koloni sayılarının aritmetik ortalaması

$\Sigma C$  = petri kaplarında sayılan bölmelerdeki koloni sayısı

$n_1$  = petri kaplarındaki sayılan düşük seyreltim bölmesi

$n_2$  = petri kaplarındaki sayılan yüksek seyreltim bölmesi

d = düşük seyreltim bölmesi değeri

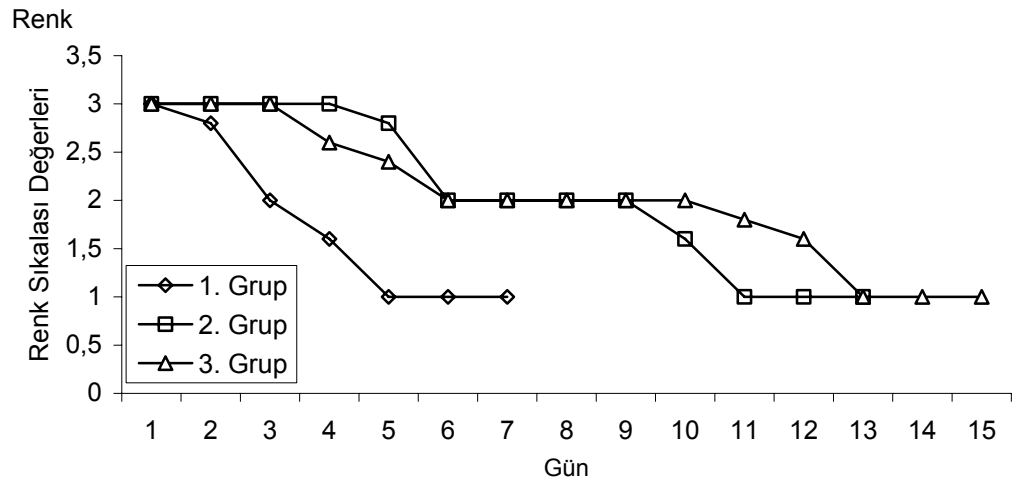
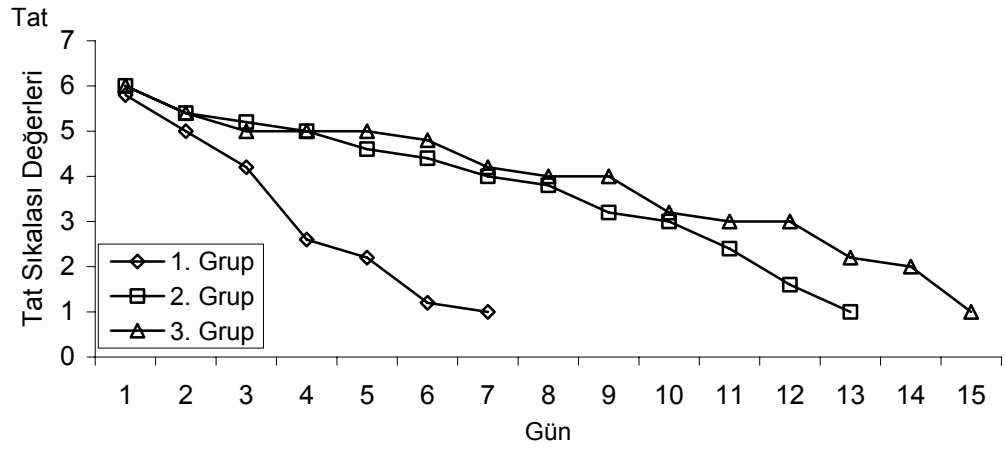
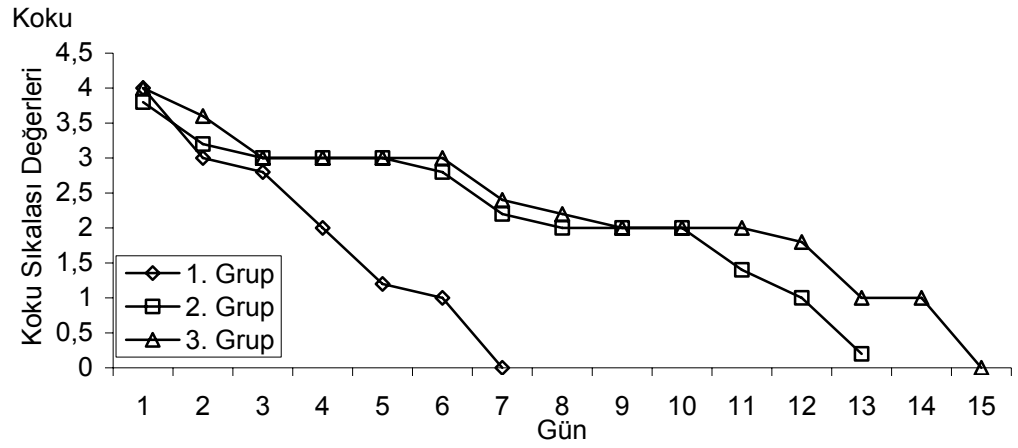
### 3.2.6. İstatistik Analizler

İstatistik analizler Statgraphics plus for Windows programında yapılmıştır. Programda LSD (en küçük kareler toplamı) testi uygulanmıştır. Güven aralığı % 95'tir.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, farklı katkı maddeleri ile muamele edilerek +7 °C 'de muhafaza edilen sardalya balıklarının kalitelerinde meydana gelen değişim araştırılmış ve bu değişime ait duyusal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik bulgular Şekil 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8'de özetlenmiştir.

Yapılan duyusal analizler sonucunda muhafaza sırasında balıkların kalitelerinde bariz değişimlerin olduğu, kalitenin azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Çalışma sonunda grupların 7. günden itibaren bozulmaya başladığı ve balıkların amonyak kokusu yaydığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu balıklarda 2. günden itibaren koku kaybı tespit edilmiş, spesifik kokunun yerini zamanla güçlü amonyak kokusunun aldığı görülmüştür. İkinci ve üçüncü gruplarda ise, sorbik ve sitrik asit ilavesi nedeniyle balıkların spesifik kokularını kaybettikleri, bunun yerine limon aromalı asit kokusuna sahip oldukları tespit edilmiştir. Buna ilaveten bütün gruplarda balıkların derilerinde canlı rengi kaybettiği, özellikle de ikinci ve üçüncü grup balıklarında bu kaybın 2. günden itibaren başladığı görülmüştür (Şekil 2).

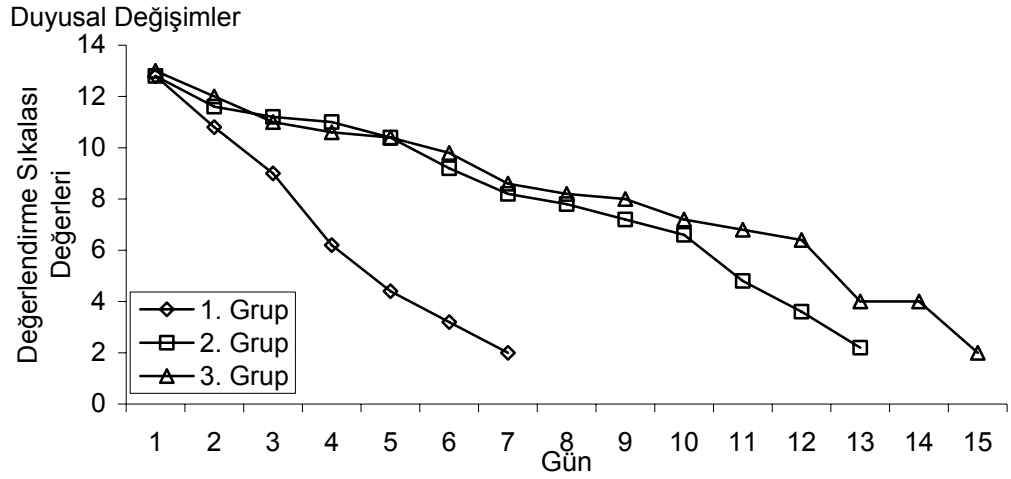


\*1. Grup: Kontrol, 2. Grup: 1 % Tuz, 0,06 % Sorbik Asit, 3. Grup: 1 % Tuz, 0,06 % Sorbik Asit, 0,3 % Sitrik Asit

**Şekil 2.** Kontrol grubu balıklar ile sorbik asit ve Sorbik-sitrik asit ile muamele edilen balıkların +7<sup>0</sup> C’de muhafazası sırasında koku, tat ve renk değişimleri

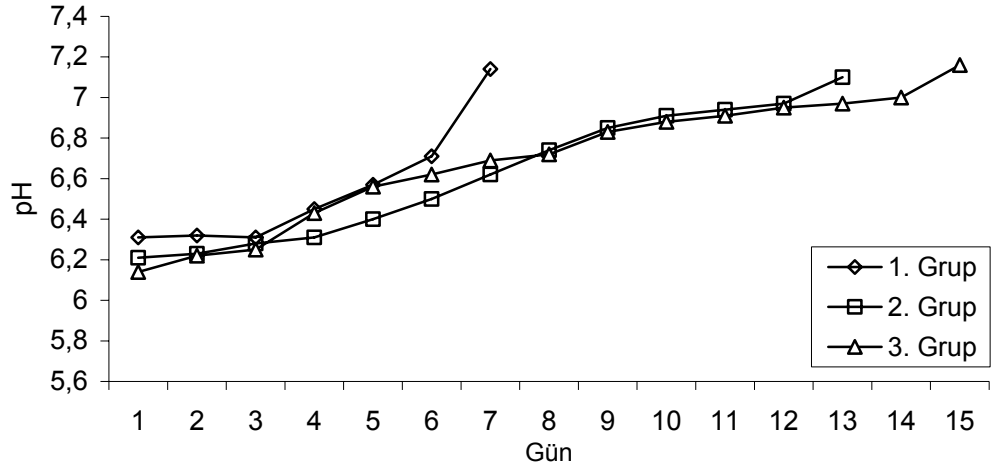


Her üç gruptaki balıklar raf ömürleri açısından değerlendirildiğinde, yapılan pişirme denemeleri sonucunda kontrol (1. grup) grubunun 7. günde, sorbik asitle (2. grup) muamele edilen gruptaki balıkların 13. günde, sorbik ve sitrik asit ilaveli (3. grup) balıkların ise 15. günde tüketim ömürlerini tamamladıkları tespit edilmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7<sup>0</sup>C’de muhafazası sırasında pişirme denemelerindeki duyuşal değişimler

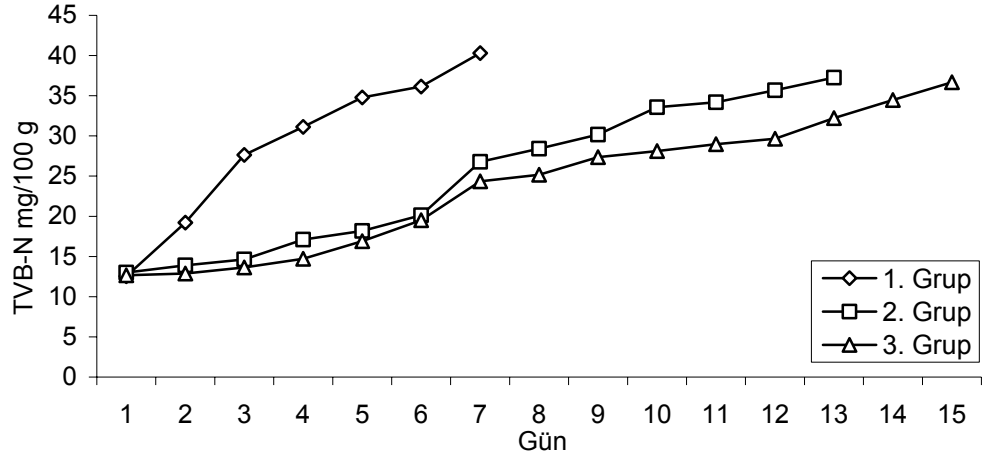
Muhafaza sırasında balıkların pH değerleri, denemenin ilk üç gününde çok bariz bir değişim göstermemiştir. Başlangıç itibariyle sardalya balıklarının pH değerinin 6,3 civarında olduğu ölçülmüş, üçüncü günde özellikle kontrol grubunda bir yükseliş tespit edilmiş ve 6,4 olarak ölçülmüştür. Sorbik asit muamelesi yapılan balıklarda aynı değerdeki bu artış 2. grupta 5. günde, 3. grupta ise 4. günde saptanmıştır. Muhafaza sonunda ise pH değerinin, kontrol grubunda 7,1; 2. grupta 7,1 ve 3. grupta ise 7,1 değerine ulaştığı saptanmıştır ( Şekil 4).



**Şekil 4.** Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7<sup>0</sup> C’de muhafazası sırasındaki pH değişimleri

Protein, yağ ve kül analizleri balıklar temin edildiğinde bir kereye mahsus olmak üzere balıkların besin kompozisyonlarının tespiti açısından yapılmıştır. Çalışmada kullanılan balıkların besin kompozisyonları analizleri sonucunda protein oranı % 16,76, yağ oranı % 13,01 ve kül oranı ise % 1,52 olarak tespit edilmiştir.

Muhafaza sırasında bariz bir değişim gösteren TVB-N miktarında gruplar arasında da farklılıklar tespit edilmiştir. Kontrol grubunda deneme başlangıcında 12,55 mg/100 g olarak bulunan TVB-N miktarı, üçüncü gün 27,64 mg/100 g, tüketim ömrünün duyusal olarak tamamlandığı yedinci günde ise 40,31 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Sorbik asitli grupta yapılan analizlerde TVB-N miktarı, 1. gün 13,01 mg/100 g olarak bulunmuş ve oldukça yavaş bir yükseliş göstererek 7. günde 26,79 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Tüketimi ömrünün sona erdiği 13. günde ise 37,25 mg/100 g ‘a ulaşmıştır. Diğer grupta da sonuç değişmemiş ve 1. günde 12,67 mg/100 g tespit edilen TVB-N, 7. günde 24,35 mg/100 g olarak, 15. günde ise 36,68 mg/100 g olarak bulunmuştur (Şekil 5).



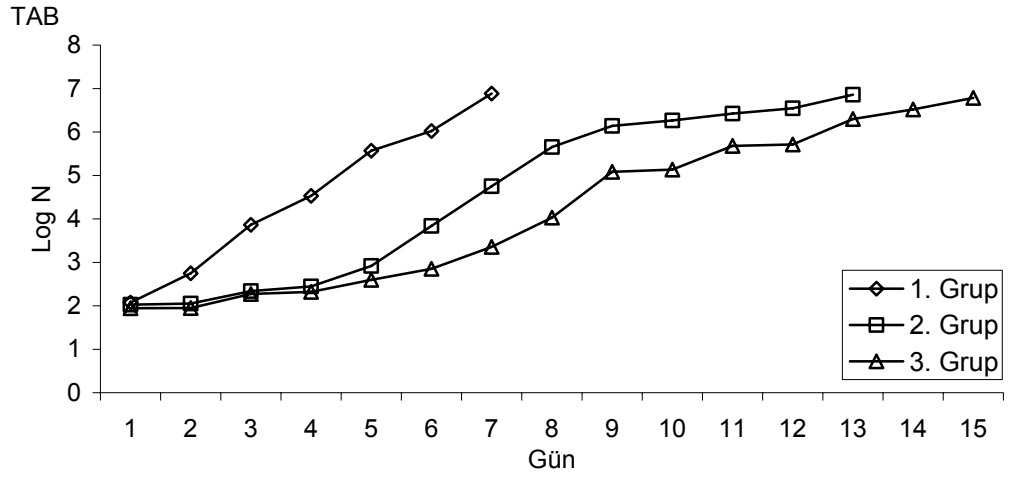
**Şekil 5.** Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların  $+7^0$  C’de muhafazası sırasındaki TVB-N değişimleri

Balıkların muhafazası sırasında elde edilen mikrobiyolojik değerlerde, toplam aerobik bakteri, *enterobacteriaceae* ve *pseudomonas* sayıları paralel bir değişim göstermiştir.

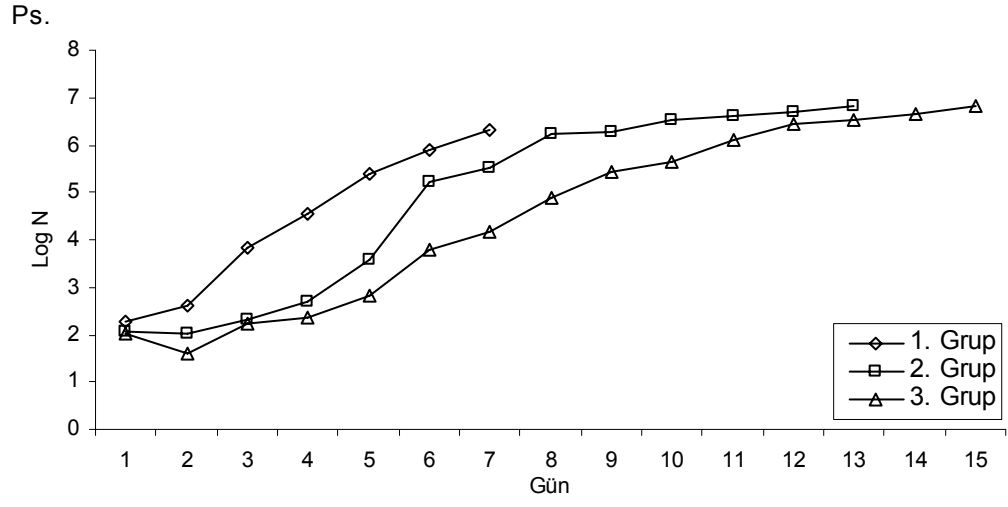
Taze sardalya örneklerinden kontrol grubunun başlangıç mikroflorasında toplam aerobik bakteri sayısı 2,0726 log N kob/g olarak tespit edilmiş, bu değer depolama sırasında artarak depolamanın son gününde 6,8839 log N kob/g olarak belirlenmiştir. İkinci grup olarak belirlenen sorbik asitli grupta başlangıç değeri 2,0269 log N kob/g iken, 6. günden itibaren diğer katkı maddeli gruptan daha fazla üreme göstermeye başlamıştır. Depolamanın son gününde ise 6,8286 log N kob/g olarak belirlenmiştir. Sorbik ve sitrik asitli grupta doğrusal bir artış görülmüş ve başlangıç değeri 1,9434 log N kob/g, 15.günde ise 6,7839 log N kob/g olarak belirlenmiştir.

*Pseudomonas* sayıları her üç grupta birbirine çok yakın değerlerde değişim göstermiş depolamanın ilk gününde 1. ve 2. grupta 2,2552 log N kob/g iken; üçüncü grup olan sorbik asit ve sitrik asit uygulamalı grup balıklarında 2,0644 log N kob/g olarak belirlenmiştir. Duyusal anlamda tüketilebilirlik sınırına ulaşan her üç grupta da *pseudomonas* sayıları 6,8 log N kob/g civarında tespit edilmiştir.

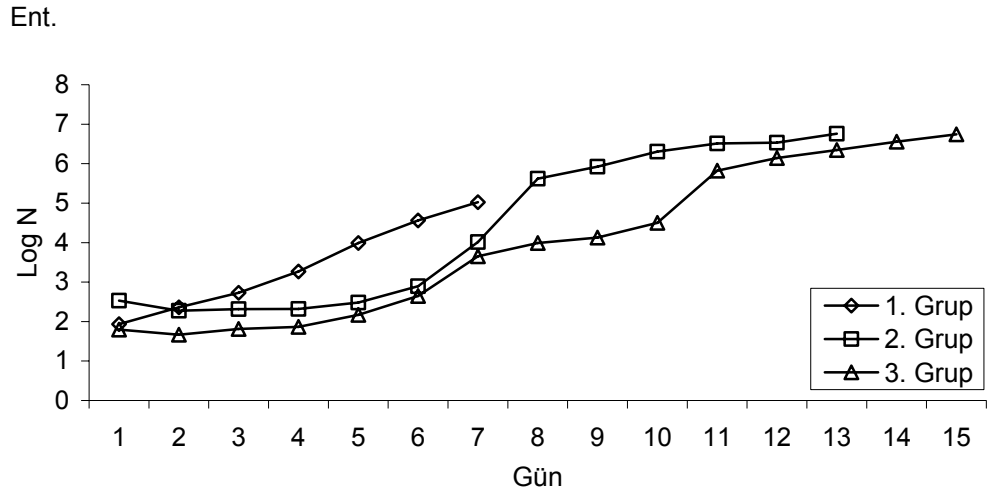
*Enterobacteriaceae*'de ise bakteri sayısının muhafaza süresi boyunca, toplam aerobik bakteri sayısı ve *pseudomonas* sayısına nazaran daha az miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. Denemenin ilk gününde *enterobacteriaceae* sayısı kontrol grubunda 1,9325 log N kob/g olarak tespit edilmiş, diğer 2. ve 3. grup balıklarında ise bakteri sayısı 2,5289, 1,7951 log N kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresinin sonunda, kontrol grubu balıklarında *enterobacteriaceae* sayısı 5,0248 log N kob/g'a ulaşmıştır. Sorbik asitli grup balıklarında sonuç değeri 6,7589 log N kob/g, sorbik ve sitrik asit ilave edilen 3. grup balıklarında ise 6,7435 log N kob/g olarak tespit edilmiştir (Şekil 6, 7, 8).



Şekil 6. Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 °C'de muhafazası sırasındaki toplam aerobik bakteri içerikleri



**Şekil 7.** Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların  $+7^0$  C’de muhafazası sırasındaki *pseudomonas* içerikleri



**Şekil 8.** Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların  $+7^0$  C’de muhafazası sırasındaki *enterobacteriaceae* içerikleri

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Çanakkale İlinde yoğun olarak avcılığı yapılan ve sevilerek tüketilen Sardalya balığına sorbik asit ve sitrik asit uygulaması yapılarak  $+7^{\circ}\text{C}\pm 1$ 'deki muhafazası sırasında kalitesinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Bu sebeple, 1.grup: Kontrol grubu, 2.grup: Sorbik asit uygulamalı grup, 3.grup: Sorbik ve sitrik asit uygulamalı grup olmak üzere 3 grup oluşturulmuştur. Bu gruplardan 1. gruba hiçbir katkı maddesi ilave edilmezken, diğer iki gruba belirtilen oranlarda sorbik ve sitrik asit uygulaması yapılmıştır. Uygulamaların ardından her gün periyodik olarak analizler yapılmış, sorbik ve sitrik asit'in balıkların raf ömrüne olan etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Sorbik asit ve türevleri 1945 yılında katkı maddeleri arasında, antimikrobiyal madde olarak ilk patent alan maddedir (Robah ve Sofos, 1982). Sitrik asit ise uzun yıllardan beri katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Creps çemberi'nin ara ürünü olan sitrik asit, isminden dolayı uzun süre kanser yapıcı olarak bilinmiştir. Creps kanser anlamına gelmektedir. Fakat yanlış anlama, yalnızca döngüyü bulan Alman bilim adamının adının Creps olmasından kaynaklanmaktadır (Gültekin, 2003). Sitrik asit sağlığa zararı olmayan ve gıda endüstrisinde yoğun olarak kullanılan bir katkı maddesidir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada, sardalya balıklarının hiç bir muameleye maruz kalmadan 3. güne kadar tazeliklerini tam anlamıyla muhafaza ettiği, fakat bundan sonra hızlı bir şekilde kalitesinin düştüğü ve 7. günde tüketilebilirlik sınırlarını tamamen aştığı tespit edilmiştir. Buna benzer bir çalışmada Varlık (1994) soğukta depoladığı sardalyaların 4 gün tazeliklerini hala muhafaza ettiklerini belirtmiştir. Bu çalışmanın sonucunun daha düşük sıcaklıktaki muhafaza koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sorbik asit ve sitrik asit uygulanan sardalya balıklarında tazeliğin muhafaza edildiği gün sınırı 6. gün olarak belirlenmiştir. Ancak kontrol grubuna göre bu grup balıkların dış görünüşlerinde daha fazla bir kalite kaybı tespit edilmiş, özellikle

renkte daha hızlı bir kayıp gözlenmiştir (Şekil 2). Bunun nedeninin kullanılan katkı maddelerinin asidik özelliğinden ve balık derisinde çoğalan bakterilerin balığın deri rengine etki etmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür (Varlık ve diğ., 1993). Pişirme denemesi ile de test edilen her üç grup balıkların depolama süresince, kontrol grubunda hızlı bir şekilde diğer grupların ise yavaş bir şekilde kalitelerini ve tüketilebilirlik özelliklerini kayb ettikleri görülmüştür. Başka balıklarla çalışan diğer araştırmacılar tarafından, katkı maddeleri uygulamaları sonucu balıkların daha geç bozulduğu rapor edilmiştir. Courtal (1970) tarafından yapılan bir araştırmada sorbik asit ve tuz birlikte kullanılmış ve balığın raf ömrünü uzattığı görülmüştür. Yine Fey ve Regenstein (1982) % 1 potasyum sorbat uygulayarak muhafaza ettikleri berlam balıklarının kontrol grubundan daha geç olan bir tarihte, 12. günde duyusal olarak bozulduğunu, % 1,5 potasyum sorbat ilave edilen buzda depolanmış taze karideslerin ise 14. günde bozulduğunu tespit etmişlerdir. Erkan (2002) ise yaptığı çalışmada kolyoz ve kefal balıklarına potasyum laktat ve sodyum gallat ilave ederek 12. güne değin balıkların duyusal anlamda tüketilebilir olduğunu belirtmiştir. Çolakoğlu ve Köseoğlu'nun (2006) sorbik asit ve sitrik asitle sardalya balıklarında yapmış oldukları çalışmada balıkların oda sıcaklığında kontrol grubuna nazaran daha geç bozulduklarını bulmuşlardır. Bu çalışmalardan da görüldüğü üzere katkı maddesi ilavesinin duyusal kaliteyi kontrol grubuna nazaran koruyarak raf ömrünü arttırdığı görülmektedir.

Kontrol grubunda depolamanın ilk gününde 6,31 olarak ölçülen pH değeri balığın muhafaza süresine paralel olarak artış göstermiş ve 7. günde 7,14'e ulaşmıştır. Gıdaların bozulmasında pH değeri tek başına bozulmayı göstermese de diğer verilerinde desteği ile değerlendirilmeye alınmaktadır. Yapar ve Yetim (2000) pH'ında azotlu maddelerin yıkımı ile oluşan TVB-N miktarına paralel bir şekilde artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Balık etinde tüketilebilirlik sınır değeri araştırmacılar tarafından 7 değeri olarak verilmektedir (Varlık ve diğ., 1993). Bu çalışmada kontrol grubu 7. günde 2 ve 3. gruplar ise 13 ve 15. günde bu sınırı aşmışlardır (Çizelge 3). Özden ve Gököğlu'nun (1996) yapmış olduğu çalışmada ise, taze sardalya balığının pH'sını 6,17 olarak bulmuş ve depolamanın 7. gününde 7,52 düzeyine yükseldiğini

bildirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile bulgular örtüşmekte, bu bakımdan sitrik ve sorbik asitin pH üzerinde olumlu yönde bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.** Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7<sup>0</sup>C’de muhafazası sırasındaki bakteri, TVB-N miktarları ve pH değerleri

	Başlangıç Değerleri					Sonuç Değerleri				
	Bakteri (Log N)			TVB-N (mg/100g)	pH	Bakteri (Log N)			TVB-N (mg/100g)	pH
	TAB*	Ps.	Ent.			TAB	Ps.	Ent.		
1. Grup*	2,0726	2,2552	1,9325	12,55	6,31	6,8839	6,3275	5,0248	40,31	7,14
2. Grup*	2,0269	2,0644	2,5289	13,01	6,21	6,8597	6,8286	6,7589	37,25	7,1
3. Grup*	1,9434	2,003	1,7951	12,67	6,14	6,7839	6,835	6,7435	36,68	7,16

\*:TAB: Toplam Aerobik Bakteri, Ps: *Pseudomonas*, Ent: *Enterobacteriaceae*, 1. Grup: Kontrol, 2. Grup: 1 % Tuz, 0,06 Sorbik Asit, 3. Grup: 1 % Tuz, 0,06 % Sorbik Asit, 0,3 % Sitrik Asit

Balık etinin kalitesin belirlenmesinde en çok kullanılan kriterlerden biri olan TVB-N içeriği, geçerliliği uluslararası kabul görmüş bir kimyasal yöntemdir. En taze balıkta dahi TVB-N içeriği bir miktar bulunmaktadır. Balığın bozulmasına paralel olarak, toplam uçucu baz (TVB-N) miktarı artış göstermektedir. Araştırmacılara göre taze balıkta TVB-N sınır değerleri, 25 mg/100 g = ‘çok iyi’, 30 mg/100 g = ‘iyi’, 35 mg/100 g = ‘pazarlanabilir’ ve 35 mg/100 g = g/100 ‘bozulmuş’ olarak verilmektedir (Varlık ve diğ. 1993).Yapmış olduğumuz bu çalışmada kontrol grubu, sorbik asit grubu ve sorbik-sitrik asit grubu balıklarında çalışmanın ilk gününde yapılan TVB-N analizlerinde elde edilen değerler birbirine çok yakın (12-13 mg/100g) olmakla beraber balığın çok taze olduğunu göstermektedirler (Çizelge 3). Muhafaza süresine paralel olarak artış gösteren TVB-N’in, kontrol grubunda 7. günde 40,31 mg/100 g, ikinci grupta 13. günde 37,25 mg/100 g ve üçüncü grupta 15. günde 36,68 mg/100 g değerlerine ulaşarak tüketilebilirlik sınırlarını aştığı tespit edilmiştir. Bu veriler bize sorbik ve sitrik asitin toplam uçucu bazik azot değeri üzerine olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Özden ve Gökoğlu (1996) soğukta depoladıkları sardalya balıklarının ilk TVB-N değerini 13,18 mg/100 g, 8 günlük depolama sonrasındaki



değerini ise 46,92 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Yapar ve Yetim (2000) ise yapmış oldukları çalışmada TVB-N değerinin depolama süresine paralel olarak artış gösterdiğini ve kontrol grubunda 6. günde 37,50 mg/100 g değerine ulaştığını, bununla beraber potasyum sorbat uygulanan gruplarda ise kalite özelliğinin korunduğunu bildirmişler. Çalışmamızda kullandığımız sorbik ve sitrik asit'in TVB-N değeri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Balık bozulmasını karakterize eden kriterlerden biriside gıdanın bakteri içeriğidir. Araştırmacılar tarafından balık etinde çeşitli tüketilebilirlik sınır değerleri verilmektedir. Bu değerler toplam aerob bakteri sayısı için  $10^7$  kob/g, *enterobacteriaceae* için ise  $10^4$ - $10^5$  kob/g (Weber, 1996) olarak bildirilmektedir. Bozulma bakterileri olarak bilinen *pseudomonas* ve *enterobacteriaceae*ler bu çalışmada, denemenin ilk gününden itibaren bütün gruplarda depolama süresince bir artış göstermişlerdir (Çizelge 3). *Pseudomonas* beklenildiği gibi toplam aerobik bakteri sayısı ile bir paralellik göstererek, başlangıçta tüm gruplarda  $10^2$  kob/g civarında tespit edilmiştir. Toplam aerobik bakteri ve *pseudomonas* bakteri içeriği deneme bitişinde ise  $10^6$  kob/g civarında saptanmıştır. Her iki bakteri içeriğinde gruplar arasında bariz bir farklılık görülmemiştir. Bu değer, araştırmacıların verdiği sınır değer (Weber, 1996) hemen altında olduğundan balıkların bozulma sınırında olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). *Enterobacteriaceae* için sınır değer  $10^4$ - $10^5$  kob/g olarak verildiğinden bu çalışmada bütün grupların (min. değer 1. grup:  $1,0 \cdot 10^5$  kob/g, maks. değer 2. grup:  $5,7 \cdot 10^6$  kob/g) sınırı aştıkları tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen mikrobiyolojik bulgular sorbik ve sitrik asit katkı maddelerinin bakteri inhibasyonu üzerinde etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarla örtüşmektedir (Fey ve Regenstein, 1982; Yapar ve Yetim, 2000; Çolakoğlu ve Köseoğlu, 2006) Yapar ve Yetim yaptıkları çalışmada taze hamsileri yüksek oranda (%3) potasyum sorbat çözeltisi ile muamele ettiklerinden bakteri inhibasyonunu daha yüksek oranda sağlayabilmişlerdir.

Sonuç olarak bu çalışmada kontrol grubu balıklarda bozulma 7. günde gerçekleşirken, sorbik asit ilave edilen grup 13. günde, sorbik ve sitrik asit ilave

edilen grup ise 15. günde bozulmuştur. Yapılan istatistik analizlerinde ise depolamanın 7. gününe kadar 1. ve 2. grupların birbiri ile benzerlik gösterdiği ve aralarındaki farkın önemsiz olduğu, fakat 3. grubun farklı olduğu ve aralarındaki farkın önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak, sitrik ve sorbik asitin raf ömrünü olumlu yönde etkileyen katkı maddeleri olduğu tespit edilmiştir. Sorbik asit ve tuzları bakteri üremesini engelleyici bir özelliğe sahip olup, sitrik asit ise kullanıldığı katkı maddesi ile sinerji yaratarak etkinin güçlenmesini sağlamaktadır (Saldamlı, 1985). Katkı maddeleri ülkemizde gıda sektöründe yoğun olarak kullanılmasına rağmen, elde edilen ürünün %70'i taze olarak tüketilen su ürünleri sektöründe faydaları bilinmediği ve tanınmadığı için yeterince kullanılmamaktadır. Özellikle taze muhafazada soğutma teknolojisine destek olarak bu yöntem işletmeciler tarafından kullanılması tavsiye edilebilir.

## 5. KAYNAKÇA

1. Adria, Q., 1968. Qualite Et Methodes de Concervation du Poisson Frais France Book. 86.
2. Alperden, İ., 1993. Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü, Yayın No: 124: 101-119.
3. AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17 th Edition Vol II. Assoc. Off. Anal. Chem., Wash. D. C., USA
4. Arık, F., 1999. Sensorische, Mikrobiologische, Chemische und Chemisch-Physikalische Untersuchungen zur Haltbarkeit be-und Verarbeiteter Süßwasserfische. Dissertation der Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität, München.
5. E.C., 1995. Avrupa Birliği Direktifleri 95/149/EC ANNEX II.
6. Banks, H.; Nicelson, R.; Finne, G., 1980. Shelf-life Studies on Carbondioxid Packaged Fin-fish From the Gulf of Mexico. J. Food Sci., 45: 157-162
7. Baumgard, K., 1993. Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Behr's Verlag Hamburg: 515.
8. Berik, N., 1996. Kültür Gökkuşluğu Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) Filetosunun Soğukta Depolanması. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Su Ürünleri Avl. İşl. Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.1-13
9. Bingöl, Ş., 1980. Su Ürünlerinin Soğuk Hava Depolarında Muhafaza Koşulları. MPM Yayınları 232: 107.

10. Brul, S.; Coote, P., 1999. Preservative Agents in Foods Mode Of Action and Microbial Resistance Mechanisms. *International Journal of Food Microbiology*. Volume 50, Issues 1-2: 1-17.
11. Courtal, W., 1970. Verfahren zum Haltbarmachen von Fischfilet, Offenlegungsanschrift 1 914 639, vom: 12, Deutsches Patentamt.
12. aklı, Ő.; Kışla, D., 2003. Su Ürünlerinde Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 20, Sayı 1-2: 239-245.
13. olakoğlu, F. A.; Köseoğlu, B. A., 2006. Sorbik Asit ve Sitrik Asitin Sardalya Balıklarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Aylık Tarım Dergisi Hasad Gıda*. Sayı 248: 28-31.
14. Daughtry B. J.; Davey, K. R.; King, K. D., 1997. Temperature Dependence of Growth Kinetics of Food Bacteria. *Food Microbiology*, 14: 21-30.
15. Dokuzlu, C., 2003. Marinat Hamsi Üretimi Sırasında Kullanılan Asit Tuz Oranlarının Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkileri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi*. 1-52.
16. Erkan, N., 2002. Soğukta Depolanan Bazı Balık Cinslerinde Kullanılan Koruyucu Katkı Maddelerinin Raf Ömrüne Etkisi. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı İşleme Teknolojisi Programı. Doktora Tezi*. 1 – 51.
17. Fey, M. S.; Regenstein, J. M., 1982. Extending Shelf-life of Fresh Wet red Hake and Salmon Using CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> Modified Atmosphere and Potassium Sorbate Ice at 1<sup>0</sup>C. *Journal of Food Science* 49: 1048-1054.

18. Fredrick, W. W.; Thomas, B. L., 1990. Processing Aquatic Food Products, John Wiley and Sons A Wiley Interscience Publication. New York
19. Gennari, M.; Tomaselli, S.; Cotrona, V., 1999. The Microflora of Fresh and Spoiled Sardines Caught in Adriatic Sea and Stored in Ice. Food Microbiology, 16: 15-28.
20. Gram, L.; Wedell-Neergaard, C.; Huss, H. H., 1990. The Bacteriology of Fresh and Spoiling Nile Perch. Int. J. Food Microbiol. 10: 303 – 316.
21. Gram, L.; Dalgaard, P., 2002. Fish Spoilage Bacteria- Problems and Solutions, Current Opinion in Biotechnology 13: 262-266.
22. Göktan, D., 1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi, Cilt I Et Mikrobiyolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova- İzmir. 62-185.
23. Gültekin, M., 2003. Gıda Katkı Maddeleri ve Yapay Tatlandırıcılar. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Semineri. 1-36.
24. Hinton, A.; Ingram, K. D., 2003. Bactericidal Activity of Tripotassium Phosphate and Potassium Oleate on the Native Flora of Poultry Skin. Food Microbiology 20: 405-410.
25. Hobbs, G.; Hodgkiss, W., 1982. The Bacteriology of Fish Handling and Processing. in Developments in Food Mikrobiology. London. 71 – 717.
26. Joan, B. R.; Charles, N. H.; Charles, P. G., 1995. Linking Microbiological Criteria for Foods With Quantitative Risk Assessment. University of South Florida Dept. Marine Sciences. St Petersburg. 1 – 4.

27. Karaali, A., 2000. Gıda Katkı Maddeleri ve Kullanımı. Dünya Gıda Dergisi. Sayı 8: 25-27.
28. Kara, A.; Özekinci, U., 2002. İzmir Körfezi'nde Sardalya Balığı Avcılığında Kullanılan Galsama Ağlarının Seçiciliği. E.U. Journal of Fisheries Aquatic Science. Vol:19 (3-4): 465-472.
29. Krüger, K. E., 1982. Beurteilung von Fischimporten. Vortr. Anl. Cuxhavener Seminar, Fische und Fischwaren in Cuxhaven.
30. Küçüköner, E.; Küçüköner, Z., 1990. Balık Mikroflorası ve Balıklarda Meydana Gelen Mikrobiyal Değişimler. Gıda 15(6): 339-341.
31. Liston, J., 1980. Microbiology in Fishery Science. in Advances in Fishery Science and Technology. Fernham. 138 – 157.
32. Love, R. M., 1988. The Food Fishes, Their İntrinsic Variation and Practical İmplications Farrand Press, London.
33. Ludorff, W.; Meyer, V., 1973. Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag. Hamburg-Berlin. 95-111: 176-269.
34. 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: 419 – 423.
35. Marcus, K.; Owen, R. Fennema.; Daryl, B. L., 1980. Principles of Food Science. Part II Physical Principles of Food Preservation. 1- 260.
36. Mater, S.; Uçal, U.; Kaya, M., 1989. Türkiye Deniz Balıkları Atlası. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. No:123: 94.

37. Oehlenschlager, V. J., 1989. Die Gehalte an Flüchtigten Amininen und Trimthylaminoxid in Fangfrischen, Rotbarchen aus Verschiedenen Fanggebieten des, Nodatlaniks, Archiv für Lebensmittelhygiene 40: 49-72.
38. Osthold, W.; Leistner, L., 1982. Untersuchung zur Haltbarkeitsverbesserung von fangfrischem kabeljau. Arch. Lebensmittelhygiene 34: 109-132.
39. Ova, G., 2006. Gıdalarıda Sorbik Asit Bozulması ve Esmerleşme. Dünya Gıda Dergisi, Sayı 2006-6: 80-84.
40. Özden, Ö.; Gökoğlu, N., 1996. Soğukta Saklanan Sardalya Balığının Raf Ömrünün Belirlenmesi. Gıda Teknolojisi Dergisi 1(6): 42-45.
41. Perk, E., 1995. Farklı Cins Balıkların Tazelik Kriterlerinin İncelenmesi. İ. Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi. 1-37.
42. Praphailong, W.; Fleet, G. H., 1997. The Effect of pH, Sodium Shloride, Sucrose, Sorbate and the Growth of food Spoilage Yeasts. Food Microbiology 14: 459-568.
43. Robah, M. C.; Sofos, J. N., 1982. Use of Sorbates in Meat Producs, Fresh Poultry and Poultry Products. J. Food Prot., 45: 374-383.
44. Saldamlı, İ., 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İndirgeyenler. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara. 5 – 80.
45. Shewan, J, M., 1977. The Bacteriology Fresh and Spoilling Fish and biochemicak Changes Induced by Bacterial Action. Handling Processing and Marketing of Tropical Fish. Tropical Products Institute, London. 51-68.

46. Sinell, H. J., 1985. Mikrobiologische Normen in Lebensmitteln aus Hygenischer Sicht. Fleischwirtschaft 65: 672-677.
47. Sofos, J. N., 1989. Sorbate Food Preservatives. CRC Pres, Boca Raton. 136.
48. Tülsner, M., 1994. Fischverarbeitung, Band I, Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Band II, Fischerzeugnisse und Ihre Herstellung, Behr's Verlag. Hamburg.
49. Ünlüsayın, M.; Gülyavuz, H., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Kitabı, Şahin Matbaası. Ankara.
50. Varlık, C.; Uğur, M.; Gökoğlu, N.; Gün, H. 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No: 17. İstanbul.
51. Varlık, C., 1994. Soğukta Depolanan Sardalyalarda Histamin değerlerinin Belirlenmesi. Gıda Dergisi 19(2): 119-124.
52. Weber, H., 1996. Mikrobiologie der Fische, Weich-und Krebstiere. Mikrobiologie der Lebensmittel Fleisch und Fleischerzeugnisse, Behr's, Hamburg
53. Yapar, A.; Yetim, H., 2000. Potasyum Sorbat Uygulaması ve Farklı Depolama Sürelerinde Taze Hamsilerin Bazı Kalite Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler. Su Ürünleri Sempozyumu 2000. Erzurum. 883-890.
54. Yetim, H., 1996. Sorbik Asit ve Taze Balık Muhafazasında Kullanım İmkanları. Gıda, 21(3): 205-213.
55. Yıldırım, Ö., 2006. Sinop İli Balık Unu-Yağı Fabrikalarının Mevcut Durumu ve Türkiye Balık Unu-Yağı Üretimindeki Yeri. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi 18(2): 197-203.



## ÇİZELGELER

<u>Çizelge No</u>	<u>Çizelge Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.	Kullanılan katkı maddesi oranları.....	15
Çizelge 2.	Piştirme denemesi değerlendirme şeması.....	20
Çizelge 3.	Kontrol grubu ve diğer grup balıklarının +7 <sup>0</sup> C' de muhafazası başlangıcındaki ve sonundaki bakteri, TVB-N, pH içerikleri ve organoleptik değerleri.....	30

## ŞEKİLLER

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.	Sardalya Balığı ( <i>Sardina pilchardus</i> , Walbaum 1792.....	21
Şekil 2.	Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 <sup>0</sup> C de muhafazası esnasında pişirme demelerindeki koku, tat ve renk değişimi .....	22
Şekil 3.	Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 <sup>0</sup> Cde muhafazası esnasında pişirme demelerindeki duyuşal değişimler .....	23
Şekil 4.	Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 <sup>0</sup> C de muhafazası esnasındaki pH içerikleri.....	24
Şekil 5.	Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 <sup>0</sup> C de muhafazası sonucu sahip oldukları TVB-N miktarları.....	25
Şekil 6.	Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 <sup>0</sup> C de muhafazası sonucu sahip oldukları toplam aerobik bakteri içerikleri .....	26
Şekil 7.	Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 <sup>0</sup> C de muhafazası sonucu sahip oldukları <i>pseudomonas</i> içerikleri .....	27
Şekil 8.	Kontrol grubu balıklar ile farklı katkı maddeleri ile muamele edilen balıkların +7 <sup>0</sup> C de muhafazası sonucu sahip oldukları enterobacteriaceae içerikleri.....	27

## YAŞAM ÖYKÜSÜ

Ad – Soyad: Aytaç ALTIN

Doğum Tarihi: 03/06/1981

Yabancı Dil: İngilizce

e-Mail: [aytacaltin@hotmail.com](mailto:aytacaltin@hotmail.com)

Eğitim Durumu:

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Su Ürünleri	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	1998-2002
Y. Lisans	Su Ürünleri	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	2003-

Deneyimler: 2003, Umurbey Su Ürünleri Paketleme Tesisi Sorumlu Yöneticiliği

2004, Cesurlar Balık Market Üretim Sorumlusu

2005, Cunda Balıkçılık Tesis Müdürü

2006, Poyraz Balıkçılık Tesis Müdürü