

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**JELATİN VE KİTOSAN BAZLI YENİLEBİLİR AKTİF KAPLAMANIN İNCİ
KEFALİ KALİTESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Doğukan ÖZAY
DANIŞMAN: Doç. Dr. Gökhan BORAN

VAN-2019

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**JELATİN VE KİTOSAN BAZLI YENİLEBİLİR AKTİF KAPLAMANIN İNCİ
KEFALİ KALİTESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Doğukan ÖZAY

Bu alışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2018-6807 nolu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Gökhan BORAN danışmanlığında, Doğukan ÖZAY tarafından sunulan “Jelatin ve Kitosan Bazlı Yenilebilir Aktif Kaplamanın İnci Kefali Kalitesine Etkisinin Araştırılması” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 29/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU

İmza

Üye: Doç. Dr. Gökhan BORAN

İmza

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Şamil ARGUN

İmza

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01.../08/2019 tarih ve 2019/61-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Doğukan ÖZAY

ÖZET

JELATİN VE KİTOSAN BAZLI YENİLEBİLİR AKTİF KAPLAMANNIN İNCİ KEFALİ KALİTESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZAY, Doğukan

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gökhan BORAN

Ağustos 2019, 65 sayfa

Bu çalışmada; jelatin ve kitosan bazlı yenilebilir aktif kaplamanın inci kefali kalitesine etkisi incelenmiştir. Aktif bileşen olarak kitosan, biberiye özütü ve biberiye yağı ilave edilmiş 4 farklı kaplama kullanılarak inci kefali filetoları kaplanmış ve örnekler 15 gün boyunca buzdolabı koşullarında (+4°C) depolanmıştır. Depolama süresince belli aralıklarla kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalite parametreleri izlenmiştir. Ayrıca inci kefalinin yağ asidi kompozisyonu ve kaplamaların antioksidan aktivitesi de belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, biberiye özütü ve yağı kullanılan örneklerde peroksit değerinin baskılandığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, serbest yağ asidi ile konjuge dien ve trien değerlerinde büyük değişimler gözlenmiş ancak kaplamalara bağlı anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Depolamanın ilk günlerinde, aktif bileşen içeren kaplamaların TMA ve TVB-N değerleri üzerine baskılayıcı etkisi belirgin iken, sonraki günlerde söz konusu etki azalmış veya ortadan kalkmıştır. İnci kefali filetosunda başlangıç pH değeri 6.80 olarak belirlenmiş ve depolama boyunca pH değerinde büyük değişiklikler olmuştur ancak, söz konusu değişikliklere kaplamaların etkisi sınırlı olmuştur. Kaplanan filetolarda gözle görülür renk farklılıkları tespit edilmiş ve depolama süresince bu farklılıklar devam etmiştir. Mikrobiyolojik kaliteye ilişkin olarak, TMAB ve PB sayısına bakılmış ve özellikle ilk 7 günde kaplanan örneklerde kontrole göre daha düşük bakteri gelişimi tespit edilmiştir. Bu çalışma kitosan, biberiye özütü ve biberiye yağının balık kalitesi üzerine olumlu etkisini göstermekle birlikte, hangi aktif bileşenlerin hangi polimerlerle hangi konsantrasyonda kullanılacağına ilişkin çalışmalar yapılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Aktif kaplama, Biberiye, Jelatin, İnci kefali, Kalite, Kitosan.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF GELATIN AND CHITOSAN BASED ACTIVE EDIBLE COATING ON QUALITY OF PEARL MULLET

Özay, Doğukan

M.Sc. Thesis, Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gökhan BORAN

August 2019, 65 pages

In this study, effect of gelatin and chitosan based active edible coating on quality of pearl mullet was investigated. 4 different coatings formulated with chitosan, rosemary extract and rosemary oil as active ingredients were used for coating of pearl mullet fillets and coated samples were cold stored at +4°C for 15 days. During storage, some chemical, physical and microbiological quality parameters were periodically analyzed. In addition, fatty acid profile of pearl mullet and antioxidant activity of coatings were determined. According to the results obtained, it was determined that PV was limited in samples coated with rosemary extract and rosemary oil formulated coatings. On the other hand, there were significant changes in the content of FFA, CDens and CTens, but not primarily because of coatings. In the first days of storage, limiting effects of coatings with active ingredients were obvious on formation of TMA and TVB-N, but later on, this effect was diminished and disappeared. Beginning pH value of pearl mullet fillets were determined to be 6.80 and significant changes were observed during storage, but again, not primarily because of coatings. Visible differences were observed in color of coated samples and these differences were sustained during the whole storage. Regarding the microbiological quality, counts of TMAB and PB were followed and lower counts were observed especially for the first half of the storage in coated samples in comparison with the control. This study revealed the positive effect of coatings formulated with chitosan, rosemary extract and rosemary oil on fish quality beside with necessity of further studies to investigate which active ingredients should be used with which carrier polymers at what concentrations.

Keywords: Active coating, Chitosan, Gelatin, Pearl mullet, Rosemary, Quality.



ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımı esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Gökhan BORAN'a teşekkür ederim. Yağ asidi kompozisyonu analizlerinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. İsa CAVIDOĞLU'na teşekkür ederim. Çalışmama destek veren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şenol KÖSE'ye teşekkür ederim. Çalışmamdaki bazı analizler için laboratuvar olanaklarından yararlandığım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Raciye MERAL'e teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmamda destek olan Gıda Mühendisi Doğan YAŞAR ve Burcu ERTÜRK'e teşekkür ederim. Okul hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim. Son olarak, bu çalışmaya FYL-2018-6807 numaralı proje ile maddi destek sağlayan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına teşekkür ederim.

2019

Doğukan ÖZAY



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
EKLER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İnci Kefali	1
1.2. Jelatin	2
1.3. Kitosan	3
1.4. Yenilebilir Film ve Kaplamalar	4
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Örneklerin hazırlanması	11
3.2.1.1. İnci kefalinin hazırlanması.....	11
3.2.1.2. Yenilebilir kaplama çözeltilerinin hazırlanması	12
3.2.1.3. İnci kefallerinin kaplanması ve depolama	13
3.2.1.4. Deneme planı	15
3.2.2. Kimyasal kalite analizleri.....	16
3.2.2.1. İnci kefalinin yağ asidi kompozisyonu	16
3.2.2.2. Konjuge dien ve trien analizi	17
3.2.2.3. Serbest yağ asidi miktarı.....	17
3.2.2.4. Peroksit değeri	17
3.2.2.5. Tiyobarbitürik asit (TBA) değeri	18
3.2.2.6. Trimetilamin azot (TMA-N) tayini.....	18

	Sayfa
3.2.2.7. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı.....	19
3.2.3. Fiziksel kalite analizleri.....	19
3.2.3.1. pH değeri.....	19
3.2.3.2. Renk parametreleri.....	20
3.2.3.3. Depolama kaybı (fire).....	20
3.2.4. Mikrobiyolojik analizler.....	21
3.2.4.1. Toplam aerobik mezofil bakteri sayısı.....	21
3.2.4.2. Toplam psikrofil bakteri sayısı	21
3.2.5. Yenilebilir kaplamamın antioksidan aktivite analizleri.....	21
3.2.5.1. DPPH radikali temizleme özelliği	21
3.2.5.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK)	22
3.2.6. İstatistik analizler	23
4. BULGULAR	25
4.1. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	25
4.1.1. İnci kefalinin yağ asidi kompozisyonu.....	25
4.1.2. Konjuge dien analizi.....	25
4.1.3. Konjuge trien analizi	26
4.1.4. Serbest yağ asidi (SYA) miktarı.....	27
4.1.5. Peroksit değeri.....	28
4.1.6. Tiyobarbitürik asit (TBA) değeri	29
4.1.7. Trimetilamin azot (TMA-N) tayini	30
4.1.8. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı	31
4.2. Fiziksel Kalite Analizleri.....	32
4.2.1. pH değeri	32
4.2.2. Renk parametreleri	33
4.2.3. Ağırlık kaybı (fire)	34
4.3. Mikrobiyolojik Analizler	35
4.3.1. Toplam aerobik mezofil bakteri (TMAB) sayısı.....	35
4.3.2. Toplam psikrofil bakteri (PB) sayısı	36
4.4. Yenilebilir Kaplamaların Antioksidan Aktivitesi.....	38
4.4.1. DPPH radikali temizleme özelliği.....	38

	Sayfa
4.4.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK).....	38
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	41
KAYNAKLAR.....	53
EKLER	61
ÖZ GEÇMİŞ.....	62



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Kaplama çözeltilerinin kompozisyonu.....	13
Çizelge 3.2. Gaz kromatografisi çalışma koşulları	16
Çizelge 4.1. İnci kefalinin yağ asidi kompozisyonu.....	25
Çizelge 4.2. Kaplama çözeltilerinin DPPH düzeyi	38
Çizelge 4.3. Kaplama çözeltilerinin TEAK düzeyi	38





ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. İnci kefali.....	1
Şekil 1.2. Kitosanın kimyasal yapısı (Muzzarelli, 1996)	3
Şekil 3.1. Baş ve iç organları ayrılmış balık.....	11
Şekil 3.2. İnci kefalinin hazırlanması.	12
Şekil 3.3. Hazırlanan farklı kaplama çözeltileri.	13
Şekil 3.4. Püskürtme yöntemi ile balıkların kaplanması.	14
Şekil 3.5. Kaplama çözeltilisinin hazırlanması ve inci kefaline uygulanması.....	14
Şekil 3.6. Paketlenmiş inci kefali örnekleri.....	15
Şekil 3.7. DPPH yöntemine göre hazırlanan Troloks standart eğrisi.	22
Şekil 3.8. TEAK yöntemine göre hazırlanan Troloks standart eğrisi.....	23
Şekil 4.1. Konjuge dien değerinde meydana gelen değişimler.....	26
Şekil 4.2. Konjuge trien değerinde meydana gelen değişimler.	27
Şekil 4.3. SYA (% oleik asit) değerinde meydana gelen değişimler.....	28
Şekil 4.4. Peroksit değerinde meydana gelen değişimler.	29
Şekil 4.5. TBA (mg MDA/kg) değerinde meydana gelen değişimler.	30
Şekil 4.6. TMA-N (mg/100g) değerinde meydana gelen değişimler.	31
Şekil 4.7. TVB-N değerinde meydana gelen değişimler.	32
Şekil 4.8. pH değerinde meydana gelen değişimler.	33
Şekil 4.9. ΔE değerinde meydana gelen değişimler.	34

Şekil**Sayfa**

Şekil 4.10. Ağırlık kaybında (%) meydana gelen değişimler..... 35

Şekil 4.11. TMAB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler..... 36

Şekil 4.12. PB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler. 37



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
±	Artı eksi
%	Yüzde
°C	Santigrad derece
g	Gram
mg	Miligram
mL	Mililitre
HCl	Hidroklorik asit
NaOH	Sodyum hidroksit
pH	Aktif asitlik
L*	Parlaklık
a*	Kırmızılık
b*	Sarılık

Kısaltmalar	Açıklama
DPPH	2,2-difenilpikrilhidrazil
JK	Jelatin+kitosan ile kaplanan grup

Kısaltmalar	Açıklama
JKB	Jelatin+kitosan+biberiye ekstraktı ile kaplanan grup
JKB2	Jelatin+kitosan+biberiye ekstraktı ile kaplanan 2. grup
JKBY	Jelatin+kitosan+biberiye yağı ile kaplanan grup
K	Kontrol grubu (kaplama yok)
kob	Koloni oluşturma birimi
MDA	Malondialdehit
PB	Psikrofil bakteri
SYA	Serbest yağ asidi
TBA	Tiyo barbitürük asit
TEAK	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
TMAB	Toplam mezofilik aerobik bakteri
TMA-N	Trimetilamin azot
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot

EKLER DİZİNİ

EK	Sayfa
Ek 1. Depolama kaybının belirlenmesi (%).....	61
Ek 2. pH değerinin belirlenmesi	61
Ek 3. L* değerindeki değişimler	61
Ek 4. a* değerindeki değişimler	62
Ek 5. b* değerindeki değişimler	62
Ek 6. ΔE değerindeki değişimler	62
Ek 7. Tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı tayini (mg MDA/kg).....	62
Ek 8. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı tayini (mg/100g).....	63
Ek 9. Trimetilamin (TMA) değerinde meydana gelen değişimler (mg/100g)	63
Ek 10. Serbest yağ asidi miktarı tayini (% oleik asit)	63
Ek 11. Peroksit miktarındaki değişimler (meq O ₂ /kg yağ).....	63
Ek 12. Konjuge dien miktarındaki değişimler.....	64
Ek 13. Konjuge trien miktarındaki değişimler	64
Ek 14. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı (log kob/g).....	64
Ek 15. Toplam psikrofil bakteri (PB) sayısı (log kob/g)	64



1. GİRİŞ

1.1. İnci Kefali

İnci kefali, Dünya'da sadece Van Gölü Havzası'nda yaşayan sazangiller familyasına ait endemik bir balık türüdür. Genellikle vücudu parlak gümüş, sırtı gri-yeşil renktedir. Gözleri iri, vücudu pullarla kaplıdır (Geldiay ve Balık, 2007; Seçer ve Seçer, 2007). İnci kefalinin sistematığı aşağıda verilmiştir.

Sınıf: *Osteichthyes*

Takım: *Cypriniformes*

Familya: *Cyprinidae*

Cins: *Alburnus*

Tür: *Alburnus tarichi* (Seçer, 2007)



Şekil 1.1. İnci kefali.

İnci kefali, yani yöre halkının tabiri ile “Van Balığı” Van Gölü havzasında ve Van'a komşu illerde yaygın olarak tüketilmekte ve bu bölgelerde büyük bir öneme sahiptir. Yılda ortalama 10 bin ton civarında avcılık yapılmaktadır. Bu da Türkiye iç sular balık üretiminin yaklaşık 1/4'ünü oluşturmaktadır (Süzek, 1994; Kılınççeker ve Küçüköener, 2003).

Balık, yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olduğundan oksidasyona uğraması ve doğal yapısında bulunan mikroorganizmaların hızla gelişimi nedeniyle buzdolabı koşullarında bile kolay bozulan bir gıda maddesidir. Bu nedenle son yıllarda bozulma ve patojen mikroorganizmaları hedef alan pek çok çalışma

yapılmıştır. Benzer şekilde, yenilebilir film ve kaplamalar, son yıllarda üzerinde pek çok çalışma yapılan ve önemli fırsatlar sunan kısmen yeni bir çalışma alanıdır. Yenilebilir film ve kaplamaların balık ve diğer su ürünlerinin kalitesinin muhafazası ve raf ömrünün uzatılmasında aktif yenilebilir film uygulamasının kullanıldığı çeşitli çalışmalar mevcuttur (Gómez-Estaca ve ark., 2009; Gómez-Estaca ve ark., 2010). Buna ilaveten yenilebilir film ve kaplamalar nem geçirgenliği, gaz geçirgenliği, oksidasyon ve ışık hassasiyeti ile ilgili özellikleri sayesinde gıda ürünlerinin bozulmasını engelleyebilmektedir. Yenilebilir film ve kaplamaların güvenliği, besin öğeleri ve duysal ve mekanik özellikleri polimer matrikse eklenecek bileşenler ile değiştirilebilmekte ve geliştirilebilmektedir. Bu amaçla esansiyel yağlar, organik asitler ve kitosan gibi bileşenler kullanılabilir (Gómez-Estaca ve ark., 2009; Rojas-Graü ve ark., 2009; Gómez-Estaca ve ark., 2010).

1.2. Jelatin

Jelatin; sığır, domuz, tavuk ve balık gibi hayvanların deri ve kemiklerinde en fazla bulunan yapısal bir protein olan kolajenin kısmi hidrolizi ile elde edilen çok fonksiyonlu bir hidrokolloiddir (Boran, 2011). Su ile hazırlanan jelatin jelleri, düşük sıcaklıklarda dönüşümlü olarak eriyip jelleşebilmektedir. Jelatinin erime ve jelleşme sıcaklığı arasındaki fark diğer jelleştirici ajanlara göre daha düşüktür ve bu özelliği sayesinde diğer jelleştirici ajanlara göre daha fazla kullanılmaktadır (Boran ve ark., 2010)

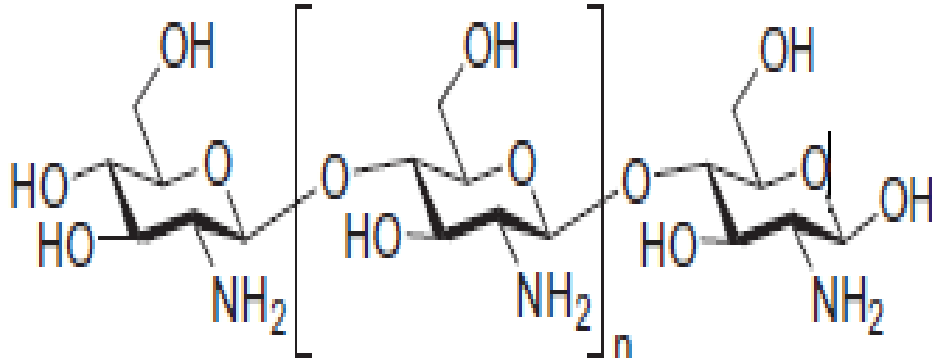
Yenilebilir film ve kaplamalarda, kaplama materyali olarak en çok jelatin kullanılır. Jelatinin su buharı geçirgenliği iyi değildir, fakat iyi bir oksijen bariyeridir Et ve et ürünleri ile yapılan çalışmalarda jelatin ile kaplanan etin rengini büyük ölçüde koruduğu bildirilmiştir (Klose ve ark., 1952; Keil ve ark., 1960; Whitman ve ark., 1971; Villegas ve ark., 1999; López-Caballero ve ark., 2004). Jelatinin bir diğer önemli özelliği ise kaplanan ürünlerinde nem kaybını azaltmasıdır (Dikel, 2012). Jelatin kullanılarak kaplanan bazı et ve et ürünleri ile ilgili çalışmalarda, depolama sonunda jelatinin nem kaybını en az seviyeye indirdiği gözlenmiştir (Keil 1961; Whitman ve ark. 1971; Moorjani ve ark., 1978; Marggrander ve Hofmann 1997).

Jelatin uygun antioksidan ve antimikrobiyeller eklenerek desteklendiğinde daha başarılı sonuçlar vererek, yenilebilir kaplama materyali olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir (Karagöz ve Candoğan, 2007).

1.3. Kitosan

Doğada en çok bulunan ikinci polisakkarit olan kitosan, (1,4)-bağlı 2-amino-deoksi-β-D-glukandan oluşan doğrusal bir polisakkarittir ve kitinin deasetile edilmiş türevidir. Kitosan, güçlü antimikrobiyel ve antifungal özelliklere sahip toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanan, biyofonksiyonel ve biyoyumlu bir polisakkarittir (Li ve ark., 2013).

Antimikrobiyel özelliğinden dolayı gıdalarda koruyucu olarak kullanılır (No ve ark. 2007). Doğal bir gıda koruyucusu olarak dikkat çeken kitosan, FDA tarafından GRAS kategorisinde olan bir gıda katkı maddesi olarak kabul edilmiştir (USFDA, 2013). Toksik olmayan, film oluşturma kabiliyetinden dolayı aktif yenilebilir filmlerin ve kaplamaların üretimi için ideal bir biyopolimer olarak değerlendirilmektedir (Dutta ve ark., 2009).



Şekil 1.2. Kitosanın kimyasal yapısı (Muzzarelli, 1996).

Kitosan bazlı yenilebilir film ve kaplamalar, gıda muhafazasında umut vaat eden bir uygulama haline gelmiştir (Elsabee ve ark., 2013; Kerch, 2015). Kitosan bazlı filmler ve kaplamalar aktif madde taşıyıcısı olarak ta kullanılabilir. Filmlere ve kaplamalara eklenebilecek aktif bileşikler açısından çeşitli uçucu yağlar biyolojik aktiviteye sahip olmaları bakımından büyük ilgi görmektedir (Yuan ve ark., 2016).

1.4. Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Gıda ürünlerinin raf ömrünü arttırmak için gıdaları kaplayarak kullanılan ve aynı zamanda gıda ile beraber tüketilebilen her türlü ince tabaka, yenilebilir film veya kaplama olarak kabul edilir. Son zamanlarda, yenilebilir kaplamalar ve filmler, sentetik filmlere kıyasla avantajları nedeniyle önemli ölçüde dikkat çekmiştir. En önemlisi, paketlenmiş ürünlerle güvenle tüketilebilmeleridir (Bourtoom, 2008).

Yenilebilir kaplamalara olan artan ilgi, güvenli ve elverişli gıdalar için tüketici talebini arttırarak ve biyolojik olarak parçalanamayan ambalajın olumsuz çevresel etkilerinin farkındalığı ile geliştirilmiştir. Biyofilmler yenilebilir ve genellikle yenilenebilir kaynaklardan üretilir ve çoğu durumda polimerik malzemelerden daha kolay bozunur. Filmler tüketilmese bile, genellikle çevre kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunacaklardır (Bourtoom, 2008; Donhowe ve Fennema, 1993).

Yenilebilir kaplamalar ve filmler benzer bir tanıma sahip olsa da, bir fark vardır. Genellikle, yenilebilir filmler ayrı ayrı hazırlanır ve daha sonra gıda yüzeyine uygulanır, kaplamalar ise doğrudan gıda yüzeylerinde oluşturulur (Cordeiro ve Azeredo, 2012). Gıdaları güvende tutmak için soğutma, kontrollü atmosferde depolama ve UV veya gama radyasyonu ile sterilizasyon gibi çeşitli koruma yöntemlerinin kombinasyonları da dahil olmak üzere kullanılmaktadır. Bununla birlikte, birçok gıda türü için yenilebilir bir filmle kaplama, kalite ve güvenliğini korumanın en uygun maliyetli yollarından biri olmaya devam etmektedir (Dehghani ve ark., 2018).

Yenilebilir film ve kaplamalar karbondioksit, yağ ve oksijen transferini kontrol altına alır, gıdanın mekanik özelliklerini geliştirir, üründe meydana gelebilecek tat ve aroma kayıplarını en aza indirir, gıda ürününde oluşabilecek renk değişimleri ve esmerleşme reaksiyonlarını durdurur ve antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstererek gıdanın kalitesini artırarak raf ömrünü uzatmaktadır (Guillard ve ark., 2003; Sorrentino ve ark., 2007).

Balık, diğer et ürünlerine göre daha kolay bozulabilen bir üründür ve çeşitli biyokimyasal reaksiyonlar (örneğin, protein ve yağlarda meydana gelen değişimler ve biyojenik amin oluşumu) ve mikrobiyolojik bozulma nedeniyle tazeliği hızla kaybolur (Matak ve ark., 2015). Bu, balıkların duyu kalitesinin ve besin değerinin bozulmasına

neden olur. Balıkların korunması, bu beslenme açısından zengin doğal kaynağın kaybını önlemek için önemlidir (Mohan ve ark., 2012).

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıda ürünlerini mekanik hasarlardan ve fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik aktivitelerden korumak amacıyla kullanılabilir. Ayrıca yenilebilir, biyouyumlu ve toksik olmayan kaplama materyalleri, hem bir bariyer hem de gıda katkı maddeleri taşıyıcısı (antioksidanlar ve antimikrobiyeller) olarak da görev yapabilirler (Min ve ark., 2005; Dehghani ve ark., 2018). Gıda kaplamalarında kullanılan kaplama materyalleri, lipitler (gliserol, yağ asitleri ve mumlar), hidrokolloidler (polisakkaritler, proteinler ve aljinatlar) ve kompozitlerdir (Donhowe ve ark., 1993). Yenilebilir filmlere ve kaplamalara potansiyel olarak dahil edilebilecek birkaç aktif bileşik kategorisi vardır; organik asitler (benzoik, propiyonik, laktik, sorbik ve asetik), yağ asidi esterleri, polipeptitler ve bakteriyosinler (örneğin, peroksidaz ve nisin); bitkisel uçucu yağlar (tarçın, kekik ve limon otu) ve probiyotik bakteriler en yaygın olanlarıdır (Dehghani ve ark., 2018). Farklı bileşenlerle hazırlanmış bu kaplamalar püskürtme, daldırma ve fırça ile sürme gibi yöntemler kullanılarak gıdaya uygulanmaktadır (Cuq ve ark., 1995).

Üzüm çekirdeği ekstraktı ve çay polifenolleri eklenen kitosan kaplamalar soğutulmuş işkine balığı (*Sciaenops ocellatus*) filetolarına uygulanarak raf ömrünün uzamasına etkileri, mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizler yapılarak incelenmiştir. Serbest radikallerin temizlenmesi, koruyucu etkilerinin ana mekanizmasıdır ve ek olarak, her iki malzemenin de antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Song ve ark., 2012; Li ve ark., 2013). Benzer bir çalışmada Andevari ve Rezaei (2011), tarçın yağı ile zenginleştirilmiş bir jelatin kaplamasının, depolama sırasında kabul edilebilir bir kaliteyi koruyarak taze gökkuşuğu alabalık filetosunun raf ömrünü uzatmak için uygun bir kaplama olduğunu belirtmişlerdir. Tarçın içeren jelatin kaplamalar, 15 günlük soğuk depoda toplam bakteri gelişimini azaltmıştır.

Bu çalışmada yalnızca Van Gölü'nde yetişen, bölgede yaygın olarak tüketilen ve endemik bir balık türü olan inci kefaline kitosan ve jelatin bazlı yenilebilir aktif kaplama uygulanarak raf ömrünün uzatılması amaçlanmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların yenilikçi bir uygulama olarak gıda ürünlerinde kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Et ürünleri ve özellikle balık gibi bozulma riski yüksek gıdalar

üzerine yenilebilir aktif kaplama uygulaması henüz yaygın değildir. Ancak, bu alanda yapılacak çalışmalar ile yenilebilir aktif kaplamaların özellikle balık ürünlerinin taze tüketiminde önemli avantajlar sağlayabileceği ve kullanımının yaygınlaşacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, inci kefalinin raf ömrünü uzatacak ve kalite kayıplarını azaltacak bir yöntem olarak jelatin ve kitosan bazlı yenilebilir aktif kaplamanın potansiyel kullanımını araştırılmıştır.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Li ve ark. (2012), çay polifenollerini (TP) ve biberiye ekstraktını (R) içeren kitosan (Ch) kaplamasının buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) depolanan büyük *Pseudosciaena crocea*'nın kalitesine olan etkisini araştırmıştır. Mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal özellikler 20 günlük depolama süresi boyunca kalitenin belirlenmesinde kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, kitosan ile kaplanan filetoların kalitenin korunmasında çok daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca kontrol grubu ile karşılaştırıldığında raf ömrünün 8-10 gün uzatılabildiği belirlenmiştir.

(Yassin ve Abou-Taleb, 2007) kontrol grubu olarak yarı kızarmış kefal filetolarını buğday unu, sodyum klorit, kimyon ve ksantin içeren yenilebilir kaplamayla daldırma yöntemi kullanarak kaplamıştır. Kekik ve mercanköşk bitkilerinin esansiyel yağlarının antimikrobiyel ve antioksidan etkilerini belirlemek amacıyla kaplamaya ekledikleri çalışmada, kekik esansiyel yağının psikrofil bakteri sayısındaki artışı engellediği belirlenmiştir. Hem kekik hem de mercanköşk esansiyel yağı içeren kaplamalar ile kaplanmış kefallerde *Enterobacteriaceae* gelişimine karşı kuvvetli bir etki görülmüştür. Ayrıca, kekik ve mercanköşk esansiyel yağlarının kontrol grubuna karşı duyuşal özellikleri zenginleştirdiği saptanmıştır.

Gómez-Estaca ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, esansiyel yağ içerikli biyobozunur jelatin-kitosan filmlerin antimikrobiyel etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, karanfil (*Syzygium aromaticum*), rezene (*Foeniculum vulgare*), selvi (*Cupressus sempervirens*), mine çiçeği (*Verbena officinalis*) lavanta (*Lavandula angustifolia*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağlarının önemli gıda patojenleri ve bozucu bakteriler olarak 18 genel bakteriye karşı antimikrobiyel aktivitesi test edilmiştir. Çalışma sonucunda, karanfil uçucu yağlarının yüksek inhibitör etki gösterdiği ve onu sırasıyla biberiye ve lavanta uçucu yağlarının izlediği tespit edilmiştir.

(Andevari ve Rezaei, 2011) gökkuşuğı alabalığı filetosunun buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) 20 gün boyunca depolanması esnasında tarçın yağı içeren jelatin ile kaplanmanın kalite üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada, tarçın yağı içeren jelatin kaplamaların bakteri gelişimini engellediği, TVB-N ve yağ oksidasyon düzeyini

azalttığı, tarçın yağı içeren jelatin kaplamaların kontrol ve tarçın yağı içermeyen jelatin kaplamalara göre daha etkili olduğu görülmüştür. Tarçın yağı eklenen jelatin kaplamaların alabalık fileto larını koruma etkisi 15 günlük depolamada toplam bakteri sayısının baskılanmasıyla ortaya konmuştur.

Nowzari ve ark. (2013), yapmış olduğu çalışmada; gökkuşuğu alabalığını kitosan-jelatin film ile kaplayarak yapmış oldukları çalışmada, depolama sürecindeki bozulmasına kaplamanın ve filmin etkisi araştırılmıştır. 16 gün boyunca depolanan üründe mikrobiyel ve kimyasal özellikler izlenmiş, yapılan analizler sonucunda ürünün kalite özelliklerinde iyileşme sağlandığı gözlenmiştir. Kaplamanın, balıklarda film uygulamasına göre yağ oksidasyonu üzerine daha etkili olduğu ve oksidasyonu baskıladığı, ancak mikrobiyel bozulma bakımından belirgin bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Estaca ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmada; mercanköşk ve biberiye ekstraktı içeren jelatin filmlerin antioksidan özelliklerini incelemiştir. Jelatin filmlerin eldesinde büyükbaş derisi ve tuna balığı derisi kullanılmıştır. Mercanköşkün daha fazla antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Jelatin filmlerin ışık geçirme özellikleri jelatin türünden etkilenmediği ancak bitki ekstraktlarının ilavesi ile iyileştirilebileceği tespit edilmiştir.

Hoque ve ark. (2011), mürekkepbalığı derisinden elde ettikleri jelatini tarçın, karanfil ve yıldız anason ekstraktı ile karıştırıp, özelliklerini incelemiştir. Söz konusu ekstraktların filmin renginde değişime neden olduğu ve yıldız anason ekstraktının mekanik dayanım ve suya karşı bariyer özelliğini en fazla iyileştirdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre bitki ekstraktları jelatinden veya diğer proteinlerden elde edilen filmlerde doğal çapraz bağlayıcı olarak kullanılabilir.

Alparslan ve ark. (2016), tarafından yapılan çalışmada, karidesler portakal yaprağı esansiyel yağı ile zenginleştirilmiş jelatin ile kaplanmış ve kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Portakal yaprağı esansiyel yağı antioksidan ve antimikrobiyel özellikleri nedeniyle seçilmiştir. Kontrol grubu 4 günlük dayanım gösterirken zenginleştirilmiş jelatin ile kaplanan grup 14 günlük bir raf ömrüne sahip olmuştur.

Gerçek ve ark. (2012), tarafından yapılan çalışmada; defne ve kekik yağı içeren jelatin ile kaplamanın 15 gün boyunca buzdolabında depolanan çipura fileto larının

kalitesine etkisi araştırılmıştır. Defne ve kekik yağı eklenen jelatin ile kaplanan örnekler daha düşük toplam uçucu bazik azot, peroksit ve serbest yağ asidi değerleri göstermiştir. Defne ve kekik ilave edilerek kaplanan filetoaların renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) üzerine olumlu etki yapmıştır. Duyusal analizlerde (genel kabul edilebilirlik) en uzun raf ömrü (15 gün) defne ve kekik yağı ilave edilen jelatin ile kaplanan örneklerde bulunurken, bunu jelatin ile kaplanan grup (9 gün) ve kontrol grubu (6 gün) izlemiştir.

Farajzadeh ve ark. (2016), yapmış oldukları çalışmada, karideslere kitosan-jelatin kaplama uygulamış ve buzdolabı koşullarında depoladıkları karideslerde mikrobiyel kaliteyi araştırmıştır. Uygulama, toplam ve psikrofil bakteri sayısını azaltarak örneklerin raf ömrünü uzatmıştır. Depolama süresince karidesler tekstür ve renk bakımından kaplanmamış örneğe göre daha iyi kalite göstermiştir.

Kulawik ve ark. (2019), yapmış oldukları çalışmada, önceden tasarlanan furcellaran-jelatin yenilebilir kaplamaların %20 yeşil ve pu-erh çay ekstraktları ile soğukta depolanmış somon nigiri değişiklikleri üzerindeki uygulamasının etkisini araştırmıştır. Nigiri örnekleri dört gruba ayrılmış (kontrol, film kontrolü, yeşil çay ve pu-erh çayı) ve mikrobiyolojik kalitesi, duyusal analiz ve fizikokimyasal özellikleri (pH, su aktivitesi, kuru ağırlık, renk, kesme kuvveti, TBARS ve TVB-N) 4°C'de 8 gün depolama yapılarak analizler yapılmıştır. Toplam aerobik bakteri depolamanın 4. ve 6. günleri arasında üst kabul edilebilirlik sınırlarına ulaştığını bildirmişlerdir. Duyusal analiz, panelistlerin kaplanmış örnekler ile kontrol arasındaki farkları gözlemlmelerine rağmen, gruplar arasında duyusal puanlarda anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. 8. günde TBARS'ın yeşil çay ve kontrol için sırasıyla, 0.47 ve 0.81 mg/kg'a ulaşmasıyla oksidasyonu önemli ölçüde inhibe etmiştir. Numunelerin TVB-N değeri, numunelerin aşamalı mikrobiyolojik kontaminasyonuna rağmen sabit kalmıştır ve maksimum 109.8 mg/kg'a ulaşmıştır. Renk haricinden başka hiçbir fizikokimyasal özellik etkilenmemiştir. Yeşil çay ve pu-erh çay özleri içeren kuru filmler üzerinde yapılan in vitro çalışmaların umut verici sonuçlarına rağmen, somon nigiri üzerindeki uygulamaların raf ömrünün uzaması açısından faydalı olmadığı bildirilmiştir.

Choulitoudi ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada, biberiye esansiyel yağı ve karboksil metil selüloz ilave derek fûme yılan balığını yenilebilir kaplama ile kaplanmış özütlerin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini incelemiştir. Ekstraktın karboksil metil selüloz kaplamasına 200-800 ppm (toplam fenol bazında)

eklenmesi, fme yılan balığına antioksidan koruma sağlamış, bu da konsantrasyonla artmıştır. Ek olarak, ekstraktın (200 ppm) biberiye esansiyel yağı (2000 ppm) ile kombinasyonu, muhtemel sinerjistik etkilere işaret ederek hem birincil hem de ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunu önemli lde geciktirmiştir. Biberiye esansiyel yağı ve ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesinin ılımlı olduğu bildirilmiştir.

Gharibzahedi ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada, hünnap sakızının (ağırlıkça %4, 8 ve 12) ısırgan esansiyel yağı (ağırlıkça %2, 3.5 ve 5) bazlı nanoemülsiyonların, Beluga Mersin balığı filetoalarını korumak için yenilebilir kaplamalar ile kaplayarak 15 gün süre ile 4°C'de depolamışlardır. Diploma boyunca belirlenen günlerde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal analizler gerçekleştirilmiştir. n alışmalar, tüm hünnap sakızı konsantrasyonlarında %5'ten daha düşük ısırgan esansiyel yağı ile formüle edilen nanoemülsiyonların, en yüksek kısa vadeli stabilite (>%90) ve tutuşma verimliliği (%94.4-98.3) nedeniyle kararlı kaplama zlteleri oluşturabildiğini göstermiştir. Yeni bir antimikrobiyal ve antioksidan biyomateryal olarak %12 hünnap sakızı ve %3.5 ısırgan esansiyel yağı ile formüle edilen yenilebilir nanoemülsiyonlar, 15 gün boyunca soğutulmuş Beluga Mersin balığı filetoalarında en düşük ağırlık ve pişirme kayıpları, pH değişiklikleri, dokusal ve renk bozulması, lipid oksidasyonu ve mikrobiyal büyüme sergilediğini bildirmişlerdir (P < 0.05).

Shin ve ark (2017), tarafından yapılan çalışmada, Elma kabuğu tozu ve karboksimetilselüloz karışımından antioksidan ve antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir kaplama zlteleri geliştirilmişlerdir. Geliştirilen kaplama zltisi, taze sığır köftelerine uygulanmıştır. Bunlar, lipid oksidasyonuna karşı antioksidan etkiler ve mezofilik aerobik bakteri, kf ve maya ve Salmonella enterica'ya karşı antimikrobiyal aktivite açısından analiz edilmiştir. Duyusal zellikler 40 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Sonuçlar, aktif kaplama işleminin lipid oksidasyonunu tamamen inhibe ettiğini ve çiğ dana köftesi üzerinde mikrobiyal büyümesini etkili bir şekilde bastırđını göstermiştir. Aktif kaplama formülasyonu, çiğ ve pişmiş sığır köftelerinin duyuusal özelliklerini etkilememiştir. Bu nedenle kaliteyi korumak ve bozulmayı önlemek için et ürünlerine elma kabuğu bazlı yenilebilir kaplama işlemi uygulayabileceği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak yerel bir marketten temin edilen inci kefali kullanılmıştır. Satın alınan inci kefali örnekleri soğuk suyla yıkandıktan sonra iç organlar ve baş ayrılarak kaplanmaya hazır hale getirilmiştir.

Kaplama formülasyonunda taşıyıcı polimer olarak sığır derisi jelatini (Jel) (HALAVET, İstanbul, Türkiye), plastikleştirici olarak sorbitol (Sor) ve gliserol (Gli) (TİTO, Smart Kimya, İzmir, Türkiye), antimikrobiyal ve antioksidan aktif bileşen olarak ise kitosan (deasetilasyon derecesi %90, CZY Delgado, China) ve biberiye ekstraktı ile biberiye yağı (Aksuvital, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

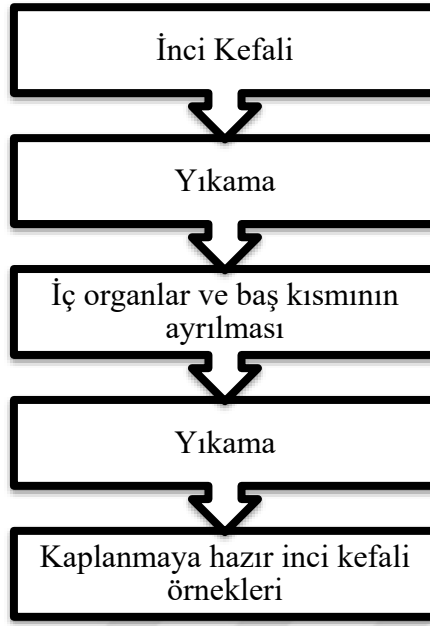
3.2.1. Örneklerin hazırlanması

3.2.1.1. İnci kefalinin hazırlanması

Yerel bir marketten temin edilen inci kefali örneklerinin baş ve iç organları ayrılmıştır. Daha sonra süzgeç içerisine alınan inci kefalleri bol su ile yıkanarak kaplamaya hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.1. Baş ve iç organları ayrılmış balık.



Şekil 3.2. İnci kefalinin hazırlanması.

3.2.1.2. Yenilebilir kaplama çözeltilerinin hazırlanması

Jelatin ve kitosan bazlı yenilebilir aktif kaplama çözeltileri için stok çözeltiler hazırlanmıştır. 500 mL saf su ile manyetik balık behere konularak ısıtıcılı manyetik karıştırıcıya bırakılmıştır ve yaklaşık 50°C'ye gelinceye kadar ısıtılmıştır. İçerisine 100 g jelatin 20 g sorbitol 10 mL gliserol eklenerek çözündürülmüş daha sonra saf su ile 1 L'ye tamamlanmıştır. Böylece ağırlıkça %10 jelatin, %2 sorbitol; %1 gliserol içeren stok çözeltisi elde edilmiştir. Benzer şekilde 200 mL %1'lik asetik asit içerisine 10 g kitosan eklenmiş ve 400 mL'ye %1'lik asetik asit ile tamamlanarak kitosan stok çözeltisi hazırlanmıştır ve ağırlıkça %2.5 kitosan çözeltisi elde edilmiştir. Biberiye ekstraktı elde etmek için 20 g öğütülmüş toz biberiye beher içerisinde tartılarak üzerine 200 mL saf su konulmuştur. Hazırlanan biberiye çözeltisi 1 saat 50°C'de çalkalamalı inkübatörde çalkalanmış ve daha sonra 4 katlı tülbentten süzümüştür. Elde edilen süzüntü (yaklaşık 180 mL) saf su ile 250 mL'ye tamamlandı. Hazırlanan stok çözeltilerden 4 farklı kaplama çözeltisi hazırlanmıştır. Birinci kaplama çözeltisi (JK), 200 mL stok jelatin çözeltisi, 80 mL stok kitosan çözeltisi ve 120 mL saf su eklenerek hazırlanmıştır. İkinci kaplama çözeltisi (JKB), 200 mL stok jelatin çözeltisi, 80 mL stok kitosan çözeltisi, 40 mL biberiye ekstraktı ve 80 mL saf su eklenerek hazırlanmıştır.

Üçüncü kaplama çözeltisi (JKB2), 200 mL stok jelatin çözeltisi, 80 mL stok kitosan çözeltisi, 80 mL biberiye ekstraktı ve 40 mL saf su eklenerek hazırlanmıştır. Dördüncü kaplama çözeltisi (JKBY), 200 mL stok jelatin çözeltisi, 80 mL stok kitosan çözeltisi, 8 mL biberiye yağı ve 112 mL saf su eklenerek hazırlanmıştır. K grubu örnekler ise kontrol amaçlı olup hiçbir kaplama işlemi uygulanmamıştır. Örneklerin kaplanması için kullanılan çözeltilerin kompozisyonu Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.3. Hazırlanan farklı kaplama çözeltileri.

Çizelge 3.1. Kaplama çözeltilerinin kompozisyonu

Gruplar	Kaplama Çözeltisinin Bileşimi
K	Kontrol
JK	% 5 Jel, % 1 Sor, % 0.5 Gli, % 0.5 Kit
JKB	% 5 Jel, % 1 Sor, % 0.5 Gli, % 0.5 Kit, % 1 BE
JKB2	% 5 Jel, % 1 Sor, % 0.5 Gli, % 0.5 Kit, % 2 BE
JKBY	% 5 Jel, % 1 Sor, % 0.5 Gli, % 0.5 Kit, % 2 BY

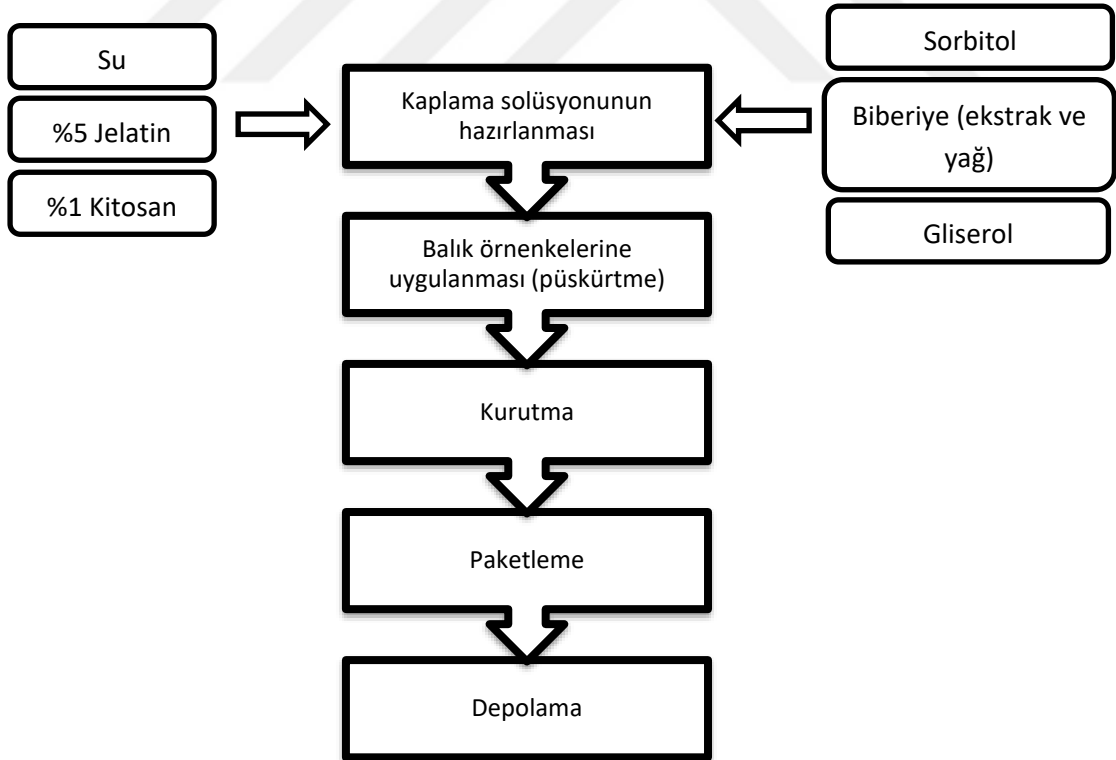
3.2.1.3. İnci kefalinin kaplanması ve depolama

Daha kontrollü bir kaplama olması için püskürtme yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan 4 farklı çözelti püskürtme yöntemi ile bütün balığın bütün yüzeylerini

kaplayacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubu ve 4 farklı çözelti ile kaplanan diğer tüm gruplar depolamadan önce ağırlıkları 0.01 g hassas terazi ile ölçülmüştür ve ölçümü yapılan değerler kaydedilmiştir.



Şekil 3.4. Püskürtme yöntemi ile balıkların kaplanması.



Şekil 3.5. Kaplama çözeltisinin hazırlanması ve inci kefaline uygulanması.

Kontrol grubu ve kaplama uygulanan diğerk tüm inci kefali örnekleri ağzı kilitli polietilen buzdolabı poşetlerine konulmuş ve gerekli kodlamalar yapılarak $+4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de buzdolabına yerleştirilerek depolanmıştır.



Şekil 3.6. Paketlenmiş inci kefali örnekleri.

3.2.1.4. Deneme planı

Çalışma kapsamında inci kefali örnekleri; herhangi bir kaplama yapılmadan muhafaza edilen balık örnekleri (kontrol), jelatin ve kitosan bazlı kaplama ile kaplanan balık örnekleri (JK), biberiye ekstraktı eklenen jelatin ve kitosan bazlı kaplama ile kaplanan balık örnekleri (JKB), daha fazla biberiye ekstraktı eklenen jelatin ve kitosan bazlı kaplama ile kaplanan balık örnekleri (JKB2) ve biberiye yağı eklenen jelatin ve kitosan bazlı kaplama ile kaplanan balık örnekleri (JKBY) olmak üzere 5 grup halinde hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler 15 gün boyunca buzdolabı poşetleri içinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Analizler, denemenin başında ve takip eden 15 gün boyunca 0., 1.,

2., 3., 5., 7., 10., 15., günlerde tekrar edilmiştir. Bütün analizler en az 3 tekrarlı yapılmıştır.

3.2.2. Kimyasal kalite analizleri

3.2.2.1. İnci kefalinin yağ asidi kompozisyonu

Yağ asidi kompozisyonu gaz kromatografisi (GC) ile tanımlanmıştır. Yağ ekstraksiyonu Bakkalbaşı (2009)' tarafından rapor edilen yöntem modifiye edilerek soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Balık örnekleri, ağırlığının 2 katı çözücüde (n-hekzan) oda sıcaklığında bekletilerek ultratorax yardımıyla homojenize edilmiştir. Daha sonra kaba filtre kağıdından süzülerek elde edilen süzüntüden evaporatör yardımıyla çözücü uzaklaştırılmıştır. Yağ asitleri öncelikle metil esterlerine dönüştürülmüştür. Deney tüpüne 0.4 g yağ örneği ve 4 mL izooktan eklenerek yağ örneği çözüldürülmüştür. Daha sonra içerisine 0.2 mL 2 M KOH eklenerek metillendirildi. Elde edilen bu karışım 30 sn çalkalanmış ve daha sonra 6 dk karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Bu karışıma 1-2 damla metil oranj ve 0.5 mL 1 N HCl ekleyerek tekrar karıştırılmıştır. Bu tüpler 20-30 dk bekletildikten sonra, renksiz ve berrak olan üst tabakadan örnek alınarak yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi için kullanılmıştır (Basturk ve ark., 2007). Yağ asidi metil esterlerin belirlenmesinde Agilent 6890 model gaz kromatografisi kullanılmıştır ve Çizelge 2'de bulunan çalışma koşullarına göre çalıştırılmıştır.

Çizelge 3.2. Gaz kromatografisi cihazının çalışma koşulları

GC cihazı	: Agilent 6890N model
Dedektör	: FID (Flame Ionization Detector)
Kolon	: J&W Scientific, 60 m × 0.25 mm × 0.25 µm
Gazlar	: He: 0.2 mL/dak. H ₂ : 35 mL/dak, Hava: 350 mL/dak.
İnjektör sıcaklığı	: 250°C
Kolon sıcaklığı	: 120°C (5 dak), 15°C/dak, 240°C (20dak)
Dedektör sıcaklığı	: 260°C
Split oranı	: 10:1

3.2.2.2. Konjuge dien ve trien analizi

Konjuge dienler ve konjüge trienler AOCS'ye göre belirlenmiştir (AOCS, 1989d). Balık yağı örnekleri soğuk ekstraksiyon yöntemi ile yağ asidi kompozisyonu için kullanılan yöntemle göre elde edilmiştir. Yağ örneği, izooktan ile seyreltilmiştir ve spektrofotometre kullanılarak kör (izooktan)'e karşı 232 nm (konjuge dien)'de ve 268 nm (konjuge trien)'de okuma yapılarak tespit edilmiştir.

3.2.2.3. Serbest yağ asidi miktarı

Balık yağı örnekleri soğuk ekstraksiyon yöntemi ile yağ asidi kompozisyonu için kullanılan yöntemle göre elde edilmiştir. Yağ örneğinden yaklaşık 0.5 g örnek tartılıp üzerine 25 mL dietileter:etanol (1:1) ilave edilerek yağın çözünmesi sağlanmıştır. Bu karışımın içerisine 2-3 damla %1'lik fenolfitalein indikatörü ilave edilmiştir. Daha sonra etanollü 0.1 M potasyum hidroksit ile kalıcı pembe renk oluşana kadar titrasyon yapılarak nötralizasyon sağlanmıştır. Serbest yağ asidi miktarı (%) aşağıda belirtilen "Eş. 3.1"e göre oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 1989).

$$\text{Serbest yağ asidi miktarı (\% oleik asit)} = \frac{(V-S)}{m} \times 2.805 \quad (3.1)$$

V: Örnek için harcanan 0,1 M KOH (mL), S: Kör için harcanan 0,1 M KOH (mL)

m: Örnek ağırlığı

2,805: Dönüşüm faktörü

3.2.2.4. Peroksit değeri

Balık yağı örnekleri soğuk ekstraksiyon yöntemi ile yağ asidi kompozisyonu için kullanılan yöntemle göre elde edilmiştir. Yağ örneğinden yaklaşık 1 g erlen içerisinde tartılarak, erlen içerisine 25 mL asetik asit:kloroform (3:2) çözeltisi eklenerek örneğin tamamen çözünmesi sağlanmıştır. Bu karışım üzerine 1 mL doymuş potasyum iyodür ilave edilmiştir ve hemen erlenin ağzı kapatılarak çalkalama işleminden sonra karanlık

ortamda 5 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda erlenin içerisine 50 mL saf su ilave edildikten sonra %1’lik nişasta çözeltisinden birkaç damla eklenmiştir. Daha sonra 0.02 M sodyum tiosülfatla berrak renk oluşana kadar titrasyon yapılarak nötralizasyon sağlanmıştır. Örneklerle birlikte aynı işlemlerin uygulandığı yağ olmaksızın bir kör deneme hazırlanıp ve aynı şekilde titrasyon uygulanmıştır (AOAC, 1990). Peroksit değeri aşağıdaki “Eş. 3.2”e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit değeri (meq O}_2\text{/ kg yağ)} = \frac{(V-\text{Ş})\times N\times 1000}{m} \quad (3.2)$$

V: Örnek için harcanan Na₂S₂O₃ (mL), Ş: Kör için harcanan Na₂S₂O₃ (mL)

N: Na₂S₂O₃ normalitesi, m:Örnek ağırlığı

3.2.2.5. Tiyobarbitürik asit (TBA) değeri

Homojenize edilmiş 10 g inci kefali örneği, kjeldahl tüplerine aktarılıp üzerine daha sonra tüplere 97.5 mL saf su ve 2.5 mL 4 N HCl çözeltisi eklenmiştir. Destilasyon sırasında köpürmeyi önlemek için cam boncuk eklenmiştir. Destilasyon işlemi ile yaklaşık 200 mL destilat elde edilinceye kadar devam etmiştir. Elde edilen destilattan 5 mL alınarak cam kapaklı deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 5 mL 0.02 M TBA reaktifi eklenmiştir. Tüpün kapagı kapatılarak ve vorteks kullanılarak karıştırma işlemi yapılmıştır. Kör için başka deney tüpüne 5 mL TBA reaktifi ve 5 mL saf su ilave edilmiş ve aynı işlemlerden geçirilmiştir. Tüpler içerisinde hazırlanan bu karışımlar kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup, sogumaya bırakılmış ve spektrofotometre kullanılarak 538 nm dalga boyunda köre karşı absorbans belirlenmiştir (Tarladgis ve ark., 1960). TBA değeri aşağıdaki “Eş. 3.3”e göre hesaplanacaktır.

$$\text{TBA (100 g örnekteki malonaldehit miktarı (mg))} = \text{Absorbans} \times 7.8 \quad (3.3)$$

3.2.2.6. Trimetilamin azot (TMA-N) tayini

Trimetilamin Azot (TMA-N) analizi AOAC (2000b)’e göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş 10 g balık eti 90 mL %10’luk triklorasetikasit (TCA) eklenmiş ve

TCA ile iyice parçalanana kadar ultra torax yardımı ile homojen hale getirilmiştir. Daha sonra filtre kağıdı yardımıyla süzme işlemi yapılmıştır. Elde edilen süzüntüden tüplere 4 mL örnek eklenmiş ve üzerine 1 mL %20'lik formaldehit, 10 mL toluol ve 3 mL % 50'lik KOH eklenerek tüplerin ağzı kapatılarak vortex yardımıyla 80 sn karıştırılmıştır. Daha sonra faz ayrımının gerçekleşmesi için 10 dk beklenmiş ve üstte kalan berrak toluol fazdan 5 mL alınıp başka bir tüpe aktarılmış ve üzerine 5 mL % 0.02'lik pikrik asit eklenmiş ve vortex yardımıyla hızlı bir şekilde karıştırılarak spektrofotometrede 410 nm'de köre karşı okuma yapılmıştır. Kör için ise örnek yerine 4 mL TCA eklenmiştir ve diğer işlemler aynı şekilde yapılmıştır. Spektrofotometreden elde edilen değerler standart eğri üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.2.7. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi Olgunoğlu (2007)'e göre yapılmıştır. İnci kefalı örnekleri homojenize edildikten sonra 10 g ± 0,1 g örnek olacak şekilde kjeldahl tüpünün içerisine tartılmıştır. Daha sonra 1 g MgO ve 100 mL saf su ekleyerek destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Destilatın toplanacağı erlene ise 10 mL % 3'lük borik asit, 8 damla metil kırmızısı ve 100 mL saf su eklenmiş ve cihaz çalıştırılmıştır. Yaklaşık 200 mL destilat olana kadar cihaz çalıştırılmıştır. Toplanan destilat 0.1 N HCl ile titrasyon işlemi yapılarak harcanan sarfiyat kayıt edilmiştir. TVB-N değeri aşağıdaki "Eş. 3.4"e göre hesaplanmıştır.

$$\text{TVB} - \text{N} (100 \text{ g örnekte mg TVB} - \text{N}) = \frac{V \times 1.4 \times 100}{m} \quad (3.4)$$

V: Örnek için harcanan 0,1 N HCl (mL), m: Örnek ağırlığı (g)

3.2.3. Fiziksel kalite analizleri

3.2.3.1. pH değeri

Homojenize edilmiş balık örneklerinden beher içerisine 2 g olacak şekilde tartılmış ve daha sonra 20 mL saf su ekleyerek karıştırılmıştır. pH metre cihazı

kullanılarak pH değeri belirlenmiştir. Ölçümler esnasında pH probu farklı grupların analizi yapılacakken saf su ile yıkanmış ve bütün ölçümler 2 tekrar olarak yapılmıştır. pH ölçümleri yapılmadan önce cihazın kalibrasyonu 4.00 ve 7.00 pH değerine sahip tampon çözeltiler ile yapılmıştır (Soares ve ark., 2013).

3.2.3.2. Renk parametreleri

İnci kefalı örneklerinde renk parametreleri (L^* , a^* ve b^* değerleri) taşınabilir renk ölçüm cihazı X-Rite-962 kullanılarak belirlenmiştir. Analiz yapılmadan önce cihaz kalibrasyonu (beyaz ve siyah zeminlerde) yapılmış ve ardından cihaz ölçüme hazır hale getirilmiştir. İnci kefalinin yüzeyinde 5 farklı noktada okuma yapılacak şekilde ölçümler yapılmıştır (Chinnawamy ve Hanna, 1988). Depolama başlangıcı ile analiz günü arasındaki renk farklılığı, toplam renk farkı ΔE değeri ile ifade edilmiş ve aşağıdaki “Eş. 3.5”e göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad (3.5)$$

3.2.3.3. Depolama kaybı (fire)

Buzdolabında depolanan balık örneklerinin ağırlıklarındaki değişim izlenmiş ve kaplamaların depolama kaybına etkisi tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan inci kefalı örnekleri depolamanın ilk gününde tartılmış ve analizlerin yapılacağı günlerde de tartımlar yapılarak depolama kaybı aşağıdaki “Eş. 3.6”a göre hesaplanmıştır (Rora ve ark., 1998).

$$\text{Depolama kaybı (\%)} = \frac{\text{Depolama öncesi ağırlık} - \text{Depolama sonrası ağırlık}}{\text{Depolama öncesi ağırlık}} \times 100 \quad (3.6)$$

3.2.4. Mikrobiyolojik analizler

3.2.4.1. Toplam mezofil aerobik bakteri sayısı (TMAB)

Toplam aerobik mezofil bakteri sayısının belirlenmesi amacıyla genel amaçlı besiyeri olan plate count agar (PCA) kullanılmıştır. Her bir örnekten aseptik koşullarda 25 g alınıp, 225 mL fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örneklerden uygun dilüsyonlar hazırlanarak yayma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yayma işleminden sonra petri kapları 30°C'de 3 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları; ilgili dilüsyon faktörü dikkate alınarak hesaplanmış ve TMAB sayısı log kob/g olarak ifade edilmiştir (Gürgün ve Halkman, 1990).

3.2.4.2. Toplam psikrofil bakteri sayısı (PB)

Toplam psikrofil bakteri sayısının belirlenmesi amacıyla besiyeri olarak plate count agar (PCA) kullanılmıştır. Her bir örnekten aseptik koşullarda 25 g alınıp, 225 mL fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örneklerden uygun dilüsyonlar hazırlanarak yayma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yayma işleminden sonra petri kapları 4°C'de 10 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları; ilgili dilüsyon faktörü dikkate alınarak hesaplanmış ve PB sayısı log kob/g olarak ifade edilmiştir (Gürgün ve Halkman, 1990).

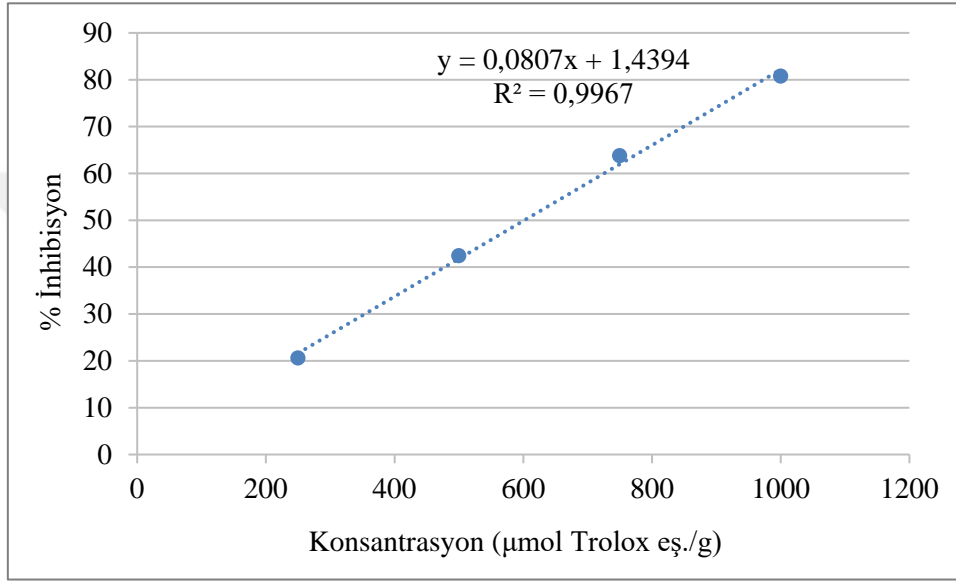
3.2.5. Yenilebilir kaplamanın antioksidan aktivite analizleri

3.2.5.1. DPPH radikali temizleme özelliği

DPPH radikali sönmüleme aktivitesi için Pyo ve ark. (2004) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem, mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin yok edilmesi sonucu, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. 0.1 mL kaplama çözeltisi 3.9 mL DPPH solüsyonu (0.025 g/L metanol) ile karıştırılarak oda sıcaklığında

60 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örnek absorbanları 515 nm’de ölçülerek, % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. Sonuçların hesaplanmasında Şekil 3.7’ de verilen Troloks standart kurvesinden yararlanılmıştır. Sonuçlar μmol Troloks eş./g olarak ifade edilmiştir. DPPH radikalinin inhibisyon oranı aşağıdaki “Eş. 3.7”e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (Abs_{kontrol} - Abs_{örnek}) / Abs_{kontrol} \times 100 \quad (3.7)$$

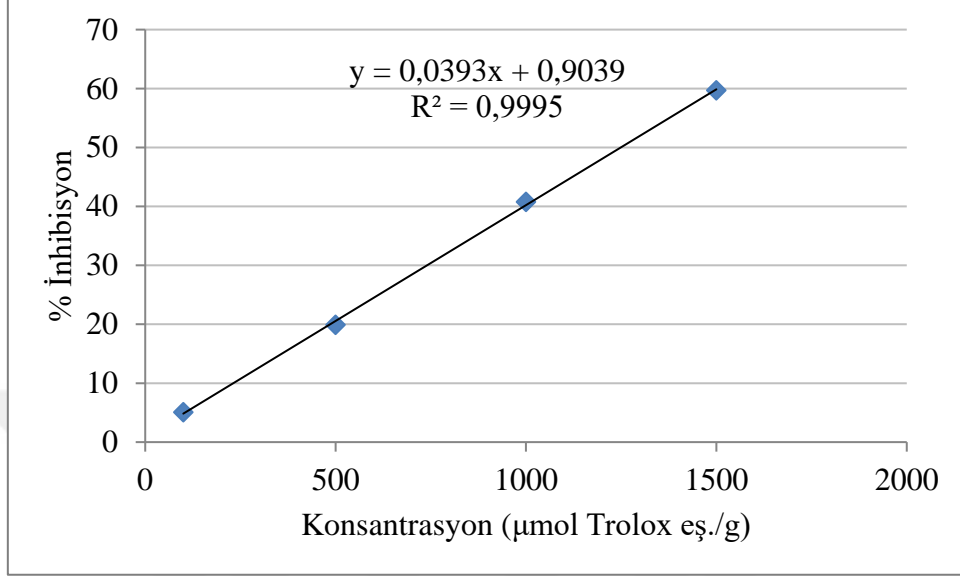


Şekil 3.7. DPPH yöntemine göre hazırlanan Troloks standart eğrisi.

3.2.5.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK)

TEAK yöntemi Re ve ark. (1999) tarafından önerilen yöntemle yapılmıştır. Bu yöntem, ABTS^+ (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) radikali tarafından tutulan antioksidatif maddelerin miktarının, sentetik bir antioksidan olan Trolox'un miktarlarıyla oranlanarak belirlenmesi ilkesine dayanır. Çalışmada öncelikle 7 mmol ABTS ile 2.45 mmol potasyum persulfatın oda sıcaklığında karanlıkta 12-16 saat reaksiyonu sonucunda stok ABTS^+ radikal çözeltisi oluşturulmuştur. Elde edilen stok ABTS^+ radikal çözeltisi 734 nm’de 0.700 ± 0.05 absorbans verecek şekilde etanol ile seyreltme işlemi yapılmıştır. 1980 μL seyreltilmiş stok ABTS^+ radikal çözeltisi 20 μL yenilebilir kaplama çözeltisi karıştırılmıştır. Elde edilen karışım hızlıca karıştırılarak oda sıcaklığında 6 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrede 734 nm’de okuma

yapılmıştır. Sonuçların hesaplanmasında Şekil 3.8’de verilen Troloks standart kurvesinden yararlanılmıştır. Sonuçlar μmol Troloks eş./g olarak ifade edildi.



Şekil 3.8. TEAK yöntemine göre hazırlanan Troloks standart eğrisi.

3.2.6. İstatistik analizler

Elde edilen veriler, bilgisayar ortamına aktarılarak düzenlenmiş ve uygulamalar arasında önemli bir fark olup olmadığı tek yönlü ANOVA testi ile belirlenmiştir. Hangi uygulamalar arasında önemli fark olduğu ise Tukey-Kramer testi kullanılarak %95 güvenlik sınırlarında analiz edilmiştir. İstatistik analizler ve bazı grafikler JMP 13 (SAS, USA) programı kullanılarak oluşturulmuştur.



4. BULGULAR

4.1. Kimyasal Kalite Analiz Sonuçları

4.1.1. İnci kefalinin yağ asidi kompozisyonu

İnci kefalinin yağ asidi kompozisyonu kapsamında doymuş, tekli doymuş ve çoklu doymuş yağ asitlerinin değerleri (%) Çizelge 4.1’de verilmiştir. İnci kefalinin tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olduğu belirlenmiştir. Özellikle tekli doymamış yağ asitlerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit değeri, tekli doymamış yağ asitlerinde oleik asit değeri ve çoklu doymamış yağ asitlerinden eikosapentaenoik asit (EPA) değerleri yüksek oranlarda bulunmuştur.

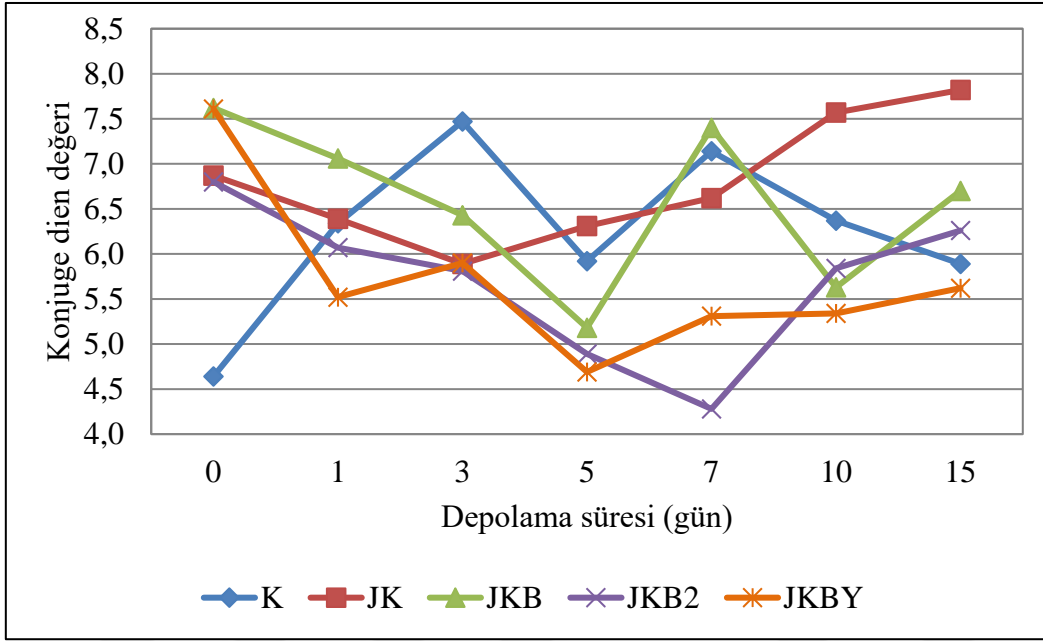
Çizelge 4.1. İnci kefalinin yağ asidi kompozisyonu

Doymuş yağ asitleri (%)		Tekli doymamış yağ asitleri (%)		Çoklu doymamış yağ asitleri (%)	
C14:0	2,14	C14:1	0,44	C18:2n6	2,73
C15:0	0,30	C15:1	0,30	C18:3n6	1,83
C16:0	12,82	C16:1	17,91	C18:3n3	1,00
C17:0	1,45	C17:1	0,71	C20:2n9	0,34
C18:0	4,39	C18:1n9	27,82	C20:3n6	0,72
C20:0	0,79	C20:1	1,11	C20:3n3	1,26
		C22:1n9	1,80	C20:5n3	9,93
				C20:4n6	0,72
				C22:5n3	4,62
				C22:6n3	4,87
ΣYağ Asitleri	21,89		50,09		28,02

4.1.2. Konjuge dien analizi

Depolama süresince konjuge dien değerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.1 verilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde günler ilerledikçe konjuge dien değerlerinde artışlar ve azalışlar meydana gelmiştir. Kontrol grubu 4.64 ile en düşük konjuge dien değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. 0. gün kontrol grubu ile diğer

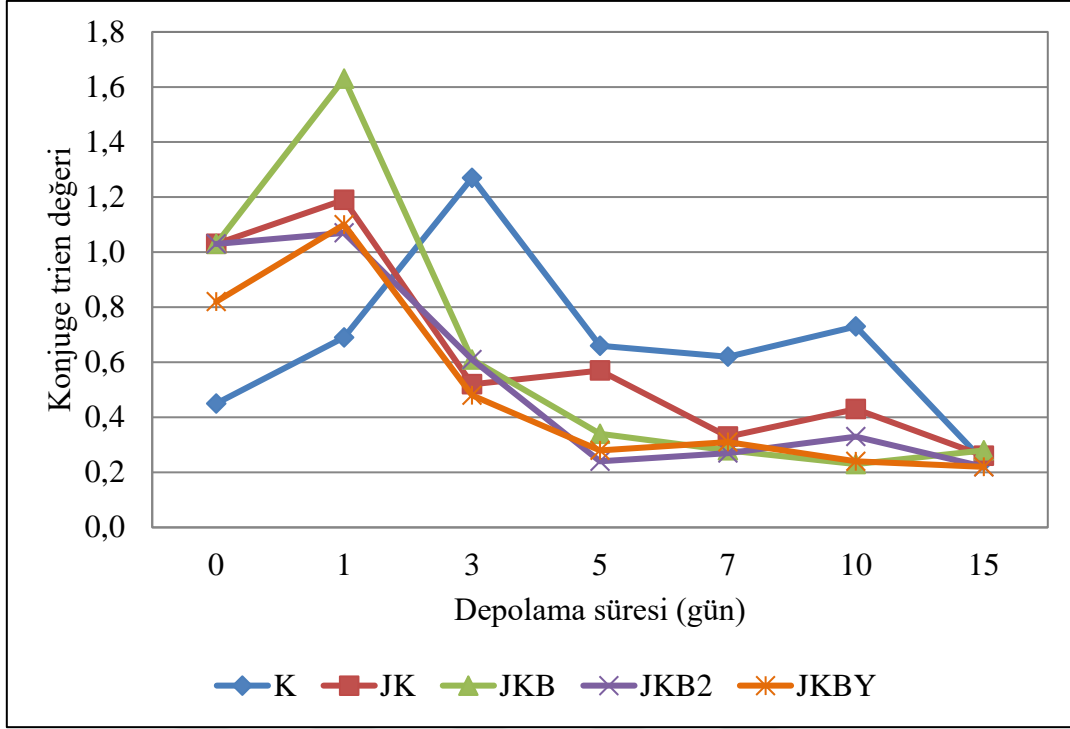
gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmuştur ($P<0.05$). 1. günden itibaren JKB2 ve JKBY ile kaplanan örneklerin kontrole göre daha düşük konjuge dien değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da kontrol gruplarıyla aralarında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).



Şekil 4.1. Konjuge dien değerinde meydana gelen değişimler.

4.1.3. Konjuge trien analizi

Depolama süresince konjuge dien değerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.2 verilmiştir. Depolama süresi boyunca konjuge trien değerlerinde artış ve azalışlar meydana gelmiştir ve genellikle konjuge trien değerleri günler ilerledikçe azalan eğilim göstermiştir. 0. ve 1. günlerde en düşük konjuge trien değeri kontrol grubunda bulunmuştur ve istatistiksel olarak da diğer gruplarla karşılaştırıldığında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.05$). Fakat 3. gün ve sonrasında ise kontrol grubunun diğer gruplara göre daha yüksek değerler gösterdiği gözlemlenmiştir. Özellikle JKB2 ve JKBY ile kaplanan örneklerin kontrole göre daha düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu gruplar istatistiksel olarak kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

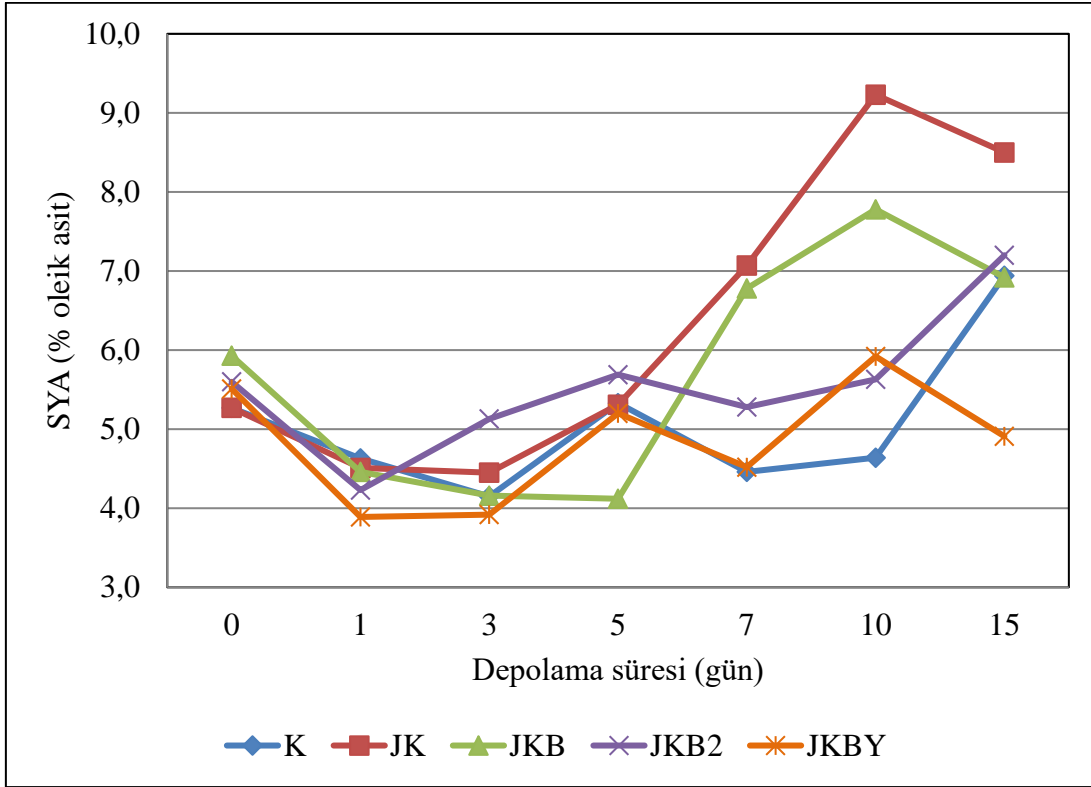


Şekil 4.2. Konjuge trien değerinde meydana gelen değişimler.

4.1.4. Serbest yağ asidi (SYA) miktarı

Depolama süresince meydana gelen değişimler Şekil 4.3'te verilmiştir. Analiz sonuçları için genel bir değerlendirme yapmak gerekirse, bütün örneklerin SYA miktarı depolama süresince artmış ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

0. gün gruplar arasında pek bir farklılık olmamıştır. Sadece JKB ve K grubu ile JKB ve JK grubu örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). 1. gün ise yine gruplar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). JKBY grubu örnekler 1. günde SYA değerinin en düşük seviyesini (3.89 ± 0.13) görmüş ve K, JK, JKB grubu örnekler ile istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre JKBY grubunun SYA değerinin düşük olması kaplamanın az da olsa etkisini gösterdiği tespit edilmiştir. Fakat devam eden günlerde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar görülse de ($P < 0.05$) kontrol grubu daha düşük SYA değerine sahip olduğu tespit edilmiş ve kaplamanın SYA üzerinde pek etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

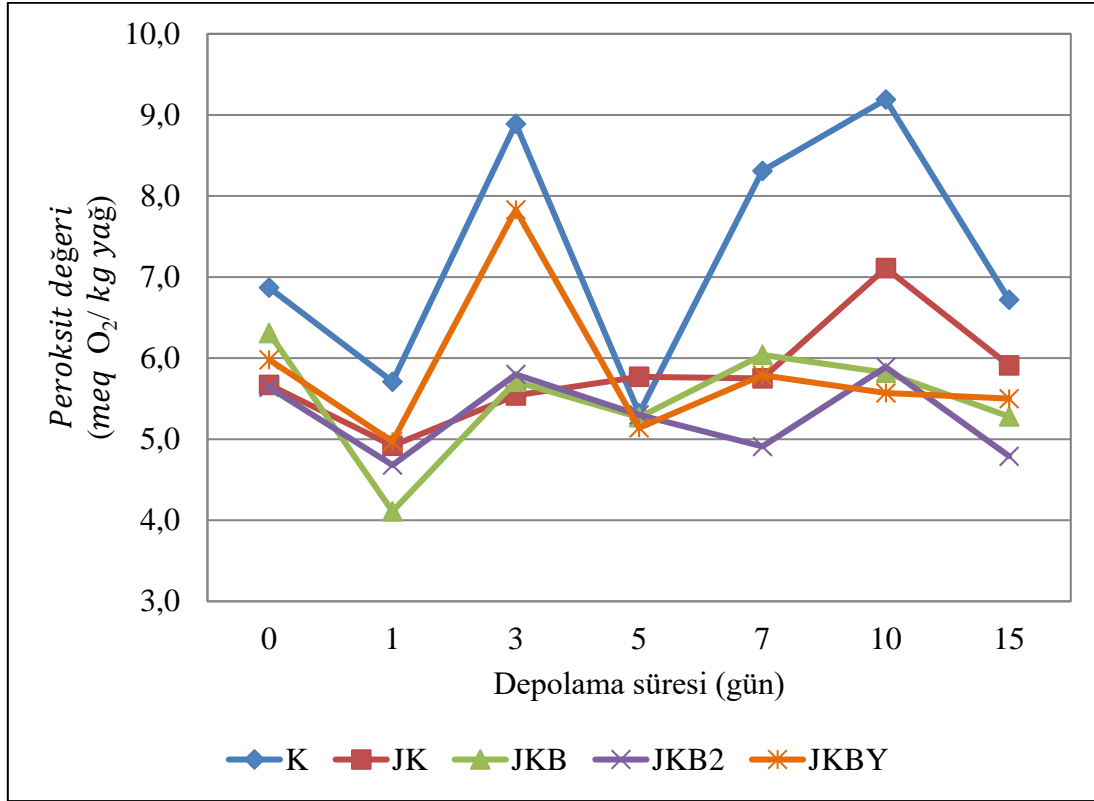


Şekil 4.3. SYA (% oleik asit) değerinde meydana gelen değişimler.

4.1.5. Peroksit değeri

Peroksit değerinin depolama ile birlikte değişimleri Şekil 4.4'te verilmiştir. Bütün örneklerin peroksit değeri depolamanın 10. gününe kadar artmış 15. günde az da olsa bir düşüş göstermiştir ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

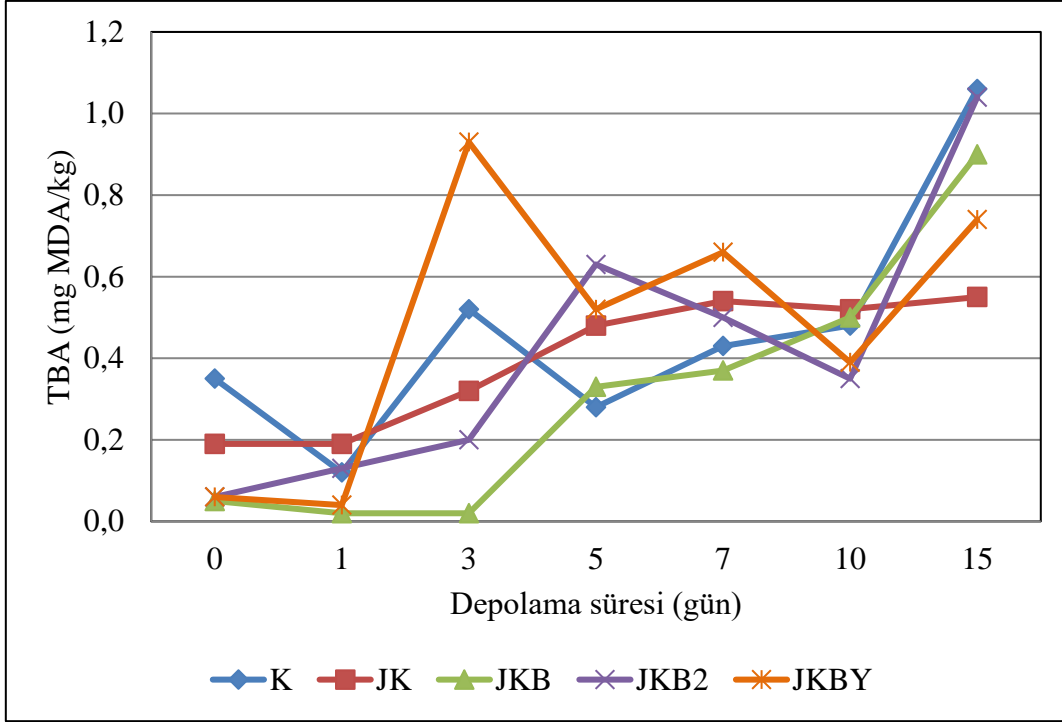
0. günden itibaren kaplamanın peroksit değerini baskıladığı gözlemlenmiştir. İlerleyen depolamayla birlikte K grubu ile diğer kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Özellikle JKB ile kaplanan balıkların peroksit değerleri kontrole göre daha düşük seviyede ilerlemiştir. 5. güne kadar JKB ile K arasında istatistiksel olarak olumlu yönde farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Depolama boyunca peroksit değerinde düzenli artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Kaplamanın örneklerde peroksit oluşumunu baskıladığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. Peroksit değeriinde meydana gelen değışimler.

4.1.6. Tiyobarbitürük asit (TBA) değeri

Depolama boyunca örneklerin Tiyobarbitürük asit (TBA) değeriinde meydana gelen değışimler Şekil 4.5'te verilmiştir. Depolama boyunca TBA değeriinde artış ve azalışlar gözlemlenmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır ($P < 0.05$) fakat bu farklılıklar olumlu yönde gerçekleşmemiştir. JKBY ile kaplanan balıklar 3. güne kadar ve JKB ile kaplanan balıklar 5. güne kadar TBA değeri kontrole göre daha düşük seviyelerde ilerlemiştir. JKBY ile kaplanan örnekler 3. güne kadar, JKB ile kaplanan örnekler 5. güne kadar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir ($P < 0.05$). 5. gün ve ilerleyen diğer günlerde gruplar arasında istatistiksel farklılıklar olsa da kontrol grubuna göre daha yüksek TBA değerlerine ulaşmıştır.



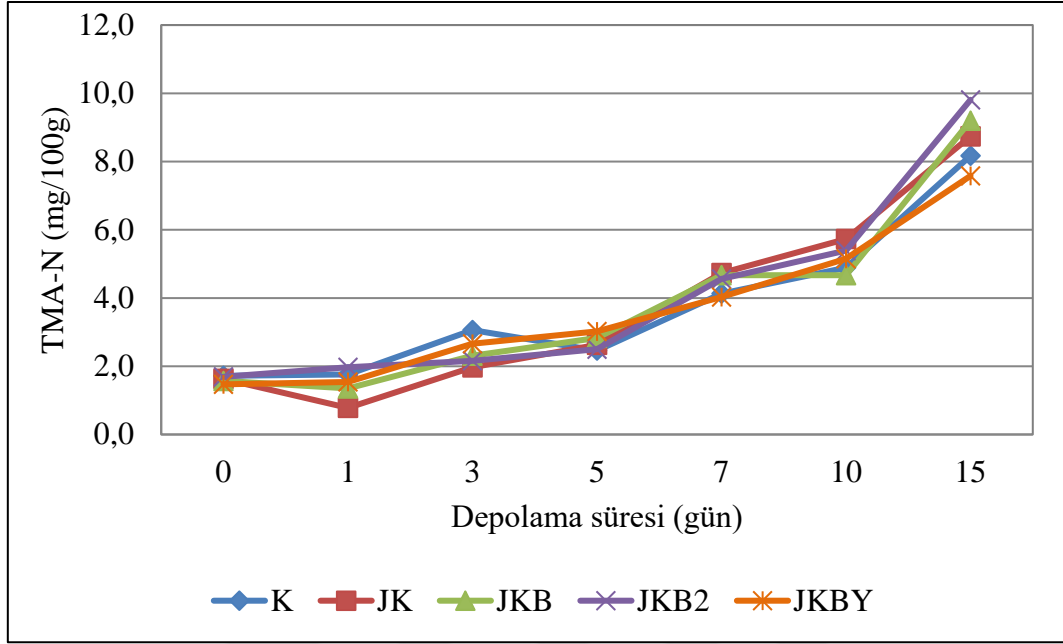
Şekil 4.5. TBA (mg MDA/kg) değerinde meydana gelen değişimler.

4.1.7. Trimetilamin azot tayini (TMA-N)

Depolama boyunca kaplanmış inci kefali örneklerinin TMA-N (mg/100g) değerindeki değişimler Şekil 4.6'da verilmiştir. Depolamanın ilerlemesiyle birlikte TMA-N değerlerinde de artış meydana gelmiştir. Bu artışlar düzenli ve düzensiz şekilde meydana gelmiştir.

Başlangıçta (0. gün) TMA-N değeri 1.72 ± 0.05 mg/100g iken kaplama uygulanan örneklerde TMA-N daha düşük seviyelerde olduğu ve istatistiksel olarak da farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$). 1. gün JKB2 ile kaplanan örnekler dışındaki diğer kaplanan örnekler kontrole göre daha düşük TMA-N değeri bulunmuştur. 3. günde ise kontrole göre diğer örnekler daha düşük değerler göstermiştir. Tüm örnekler arasında istatistiksel olarak farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Özellikle JK ve JKB ile kaplanan balıkların 5. güne kadar kontrole göre daha düşük TMA-N değerine sahip oldukları tespit edilmiştir. 5. gün ve sonrasında ise kontrol örneğinin kaplama yapılan balıklara göre daha düşük seviyelerde TMA-N değerine

sahip olduğu gözlemlenmiş ve istatistiksel olarak da önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).



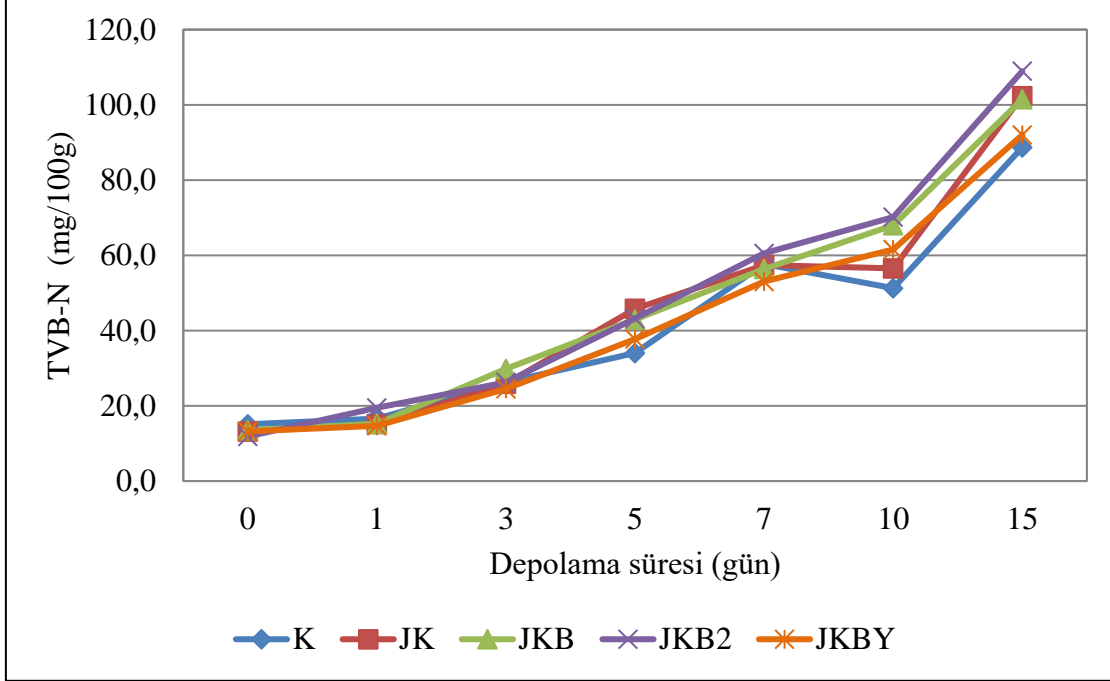
Şekil 4.6. TMA-N (mg/100g) değerinde meydana gelen değişimler.

4.1.8. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı

Depolama boyunca TVB-N değerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.7’de verilmiştir. TVB-N değerleri depolamanın ilerlemesiyle artmış ve bu artışlar bazı günlerde düzenli bazı günlerde düzensiz bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

0. gün kontrol grubunun TVB-N değeri kaplanan örnekler göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. İstatistiksel olarak da önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 1. gün JKB, JK ve JKBY ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P<0.05$). Fakat kaplanan bu örnekler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli derecede farklılıklar tespit edilmiş ($P<0.05$) ve kontrole göre daha düşük TVB-N değeri bulunmuştur. 3. gün ise sadece JKBY ile kaplanan örneklerin kontrole göre düşük TVB-N değerine sahip olduğu tespit edilmiş ve kontrol grubu ve JKBY arasında istatistiksel olarak da farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 3. günden sonra kontrol grubu ile kaplanan örnekler arasında

istatistiksel olarak farklılıklar tespit edilse de ($P<0.05$) bu farklılıklar olumlu yönde değildir. Diğer bir ifadeyle, kontrol grubunun kaplanan örnekler göre daha düşük TVB-N değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. TVB-N değerinde meydana gelen değişimler.

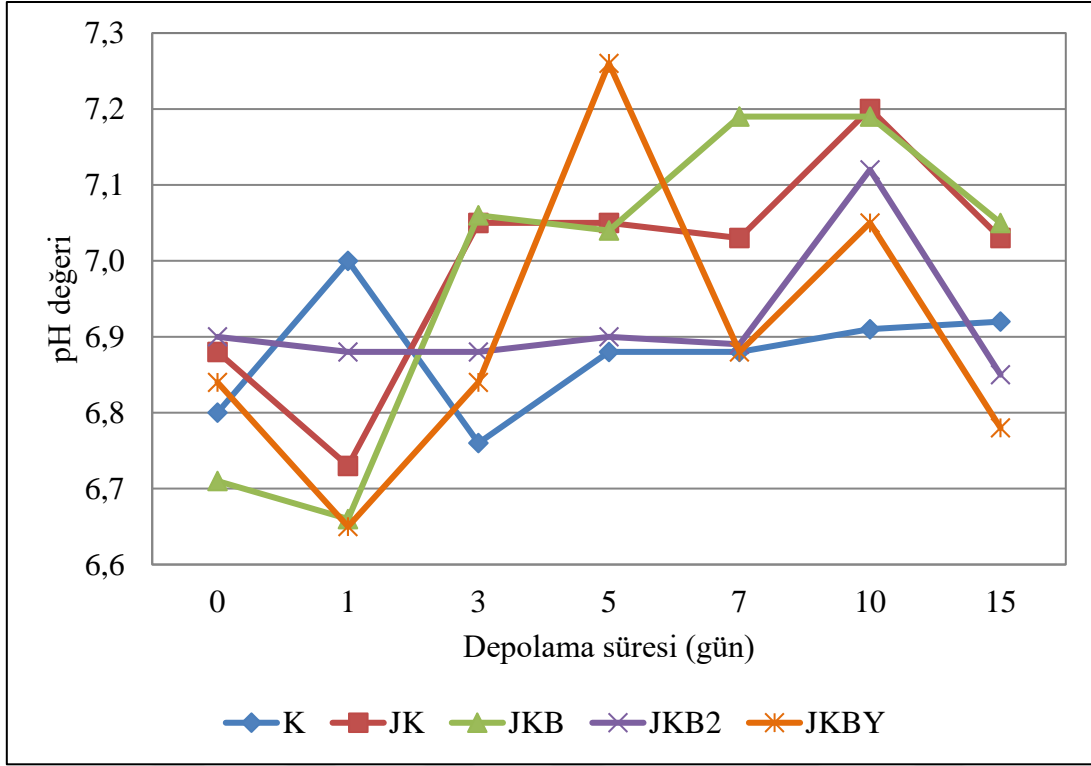
4.2. Fiziksel Kalite Analizleri

4.2.1. pH değeri

Depolama boyunca inci kefalı örneklerinin pH değerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.8’de verilmiştir. Depolama boyunca pH değerleri değişkenlik göstermiştir. Bazı artışlar ve azalışlar meydana gelmiştir. Bu artış ve azalışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

İnci Kefalinin başlangıç pH’sı 6.80 ± 0.01 olarak ölçülmüştür. 0. gün kaplanan balıkların pH değerleri kontrole göre daha farklılık göstermiştir ve her bir örnek arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 1. günde kontrol grubu dışında diğer örneklerin pH değerlerinde düşüşler yaşanmıştır. JKB ve JKBY ile kaplanan balık örnekleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmazken kalan diğer örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir.

($P<0.05$). 3. gün ve 3. günden sonra kontrol grubu dışında kalan örneklerin pH değerleri yükselişe geçtiği ve 15 gün bütün örneklerin pH değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir.

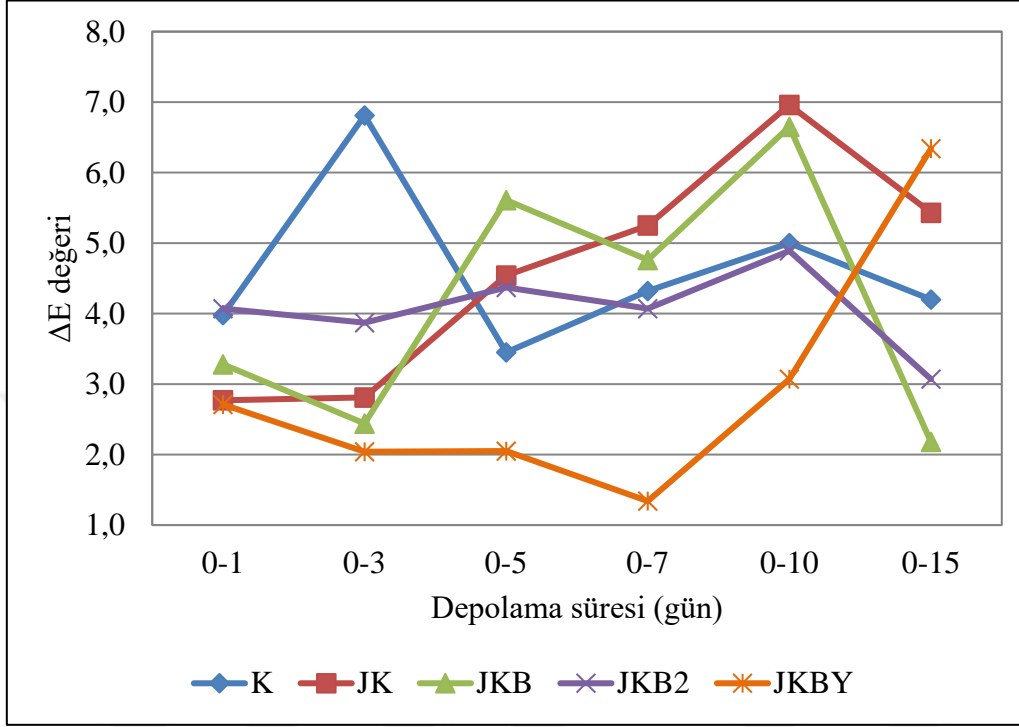


Şekil 4.8. pH değerinde meydana gelen değişimler.

4.2.2. Renk parametreleri

Depolama boyunca inci kefalî örneklerinin ΔE değerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.9’de verilmiştir. Depolama boyunca ΔE değerinde değişiklikler meydana gelmiştir. Örnekler arasındaki renk farklılığı 0. gün analizi yapılan örneklerle karşılaştırılarak yapılmıştır. Örnekler arasındaki renk farklılığı günler ilerledikçe artmıştır. 1. günde örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P<0.05$). 3. günde kaplanmış bütün örneklerin renk değerleri kontrole kıyasla farklı oldukları ve aralarındaki farkın önemli oldukları tespit edilmiştir ($P<0.05$). 5. günde kaplanmış ve kaplanmamış örnekler arasında farklılık tespit edilmemiştir. Sadece JKBY ile kaplanan örnekler ile kontrol arasında düşük ölçüde bir farklılık olsa da istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir ($P<0.05$). 7. günde sadece JKBY ile kaplanan örnekler ve diğer örnekler arasında farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). 10. günde yine JKBY ile

kaplanan örneklerin farklılığı tespit edilmiştir. 15. günde ise kontrole göre renk farklılığı sadece JKB ile kaplanan örnekte önemli bulunmuştur ($P<0.05$).



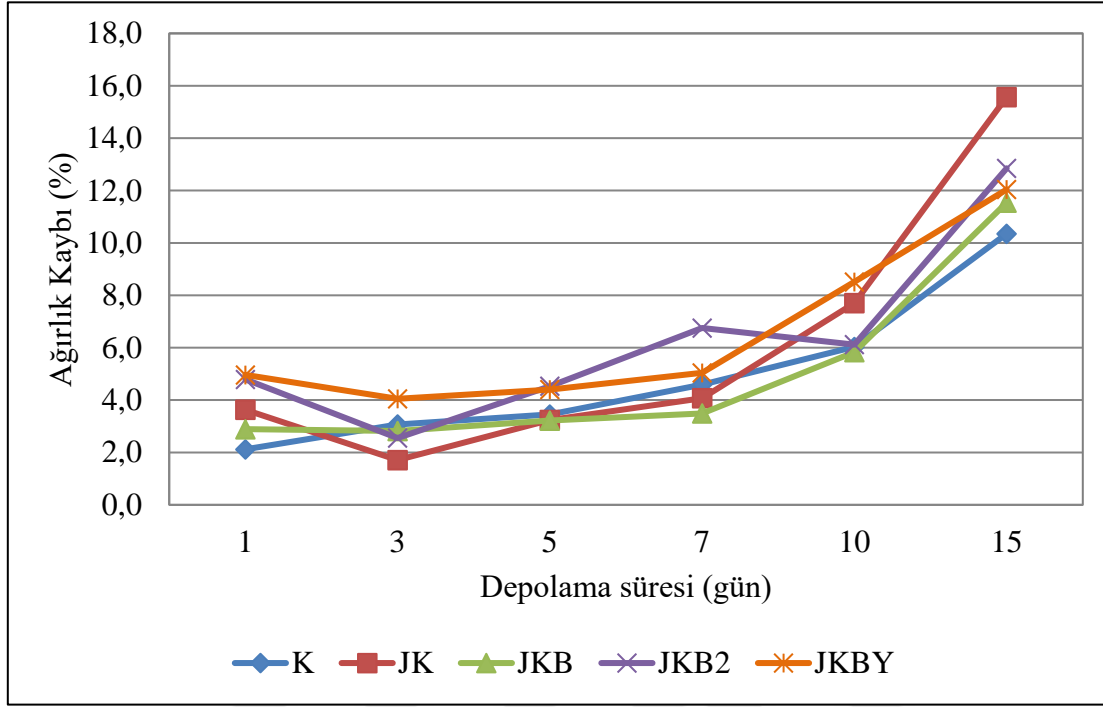
Şekil 4.9. ΔE değerinde meydana gelen değişimler.

4.2.3. Ağırlık kaybı (fire)

Depolama boyunca ağırlık kaybında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.13'te verilmiştir. Depolama boyunca ağırlık kaybında artışlar meydana gelmiştir.

1. günde ağırlık kaybı düşük miktarda gerçekleşmiştir. En çok sıvı kaybı JKBY ile kaplanan örnekte meydana gelmiştir. JKBY ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). Diğer örneklerde ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. 3. günde ise yine aynı gelişmeler meydana gelmiştir. 5. günde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık olmamıştır ($P<0.05$). 7. günde sadece JKB2 ile kaplanan örnekler, JKB ve JK ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana gelmiştir ($P<0.05$). 10. günde sadece JKBY ve JKB ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 15. gün ise sadece JK ile kaplanan örnekler,

JKB, JKB2 ve JKBY ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana gelmiştir ($P<0.05$).



Şekil 4.10. Ağırlık kaybında (%) meydana gelen değişimler.

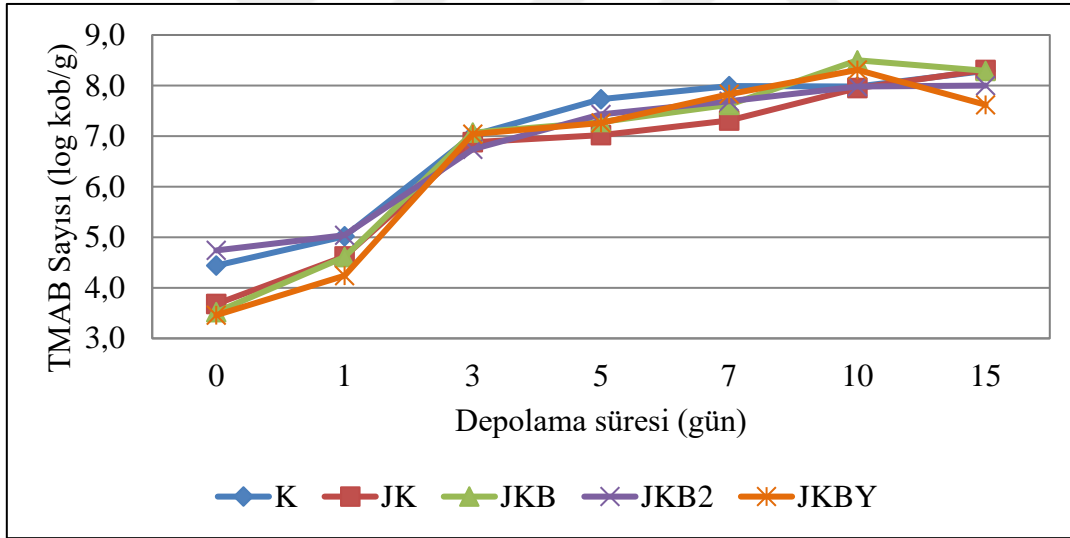
4.3. Mikrobiyolojik Analizler

4.3.1. Toplam aerobik mezofil bakteri sayısı (TMAB)

Depolama boyunca TMAB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler Şekil 4.14'te verilmiştir. Depolama boyunca TMAB sayısında (log kob/g) artışlar meydana gelmiştir.

0. günde kaplanmamış örneğin TMAB sayısı 4.44 log kob/g olarak hesaplanmıştır. JKB2 ile kaplanan örnekler hariç diğer kaplanan örnekler kaplamanın etkisiyle daha düşük TMAB sayısına ulaştıkları tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak da aralarında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.05$). 1. günde JKB2 ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($P<0.05$). JK ve JKB ile kaplanan gruplar arasında farklılık olmazken, JKB2, JKBY ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). JKBY ile kaplanan örneklerle diğer örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir

($P < 0.05$). 3. günde ise JKB, JKBY ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P < 0.05$). JK ile kaplanan örnekler ile diğer örnekler arasında önemli bir farklılık tespit edilmiştir. Yine JKB2 ile kaplanan örnekler ile diğer örnekler arasında önemli bir farklılık tespit edilmiştir. 5. gün istatistiksel olarak kontrol grubu bütün örneklerden farklı, JKB2, JKB ve JKBY ile kaplanan örnekler kendi aralarında istatistiksel olarak aynı diğer gruplarla karşılaştırıldığında farklı, JK ise yine istatistiksel olarak bütün örnekler arasında önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P < 0.05$). 7. günde istatistiksel olarak kontrol grubu bütün örneklerden farklı, JKBY ile kaplanan örneklerle diğer örnekler arasında istatistiksel olarak farklı, JKB2 ve JKB kendi aralarında aynı diğer örnekler arasında istatistiksel olarak farklı ve son olarak JK ile kaplanan örneklerle diğer örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Önemli gelişmelerin 0. ile 7. günler arasında gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

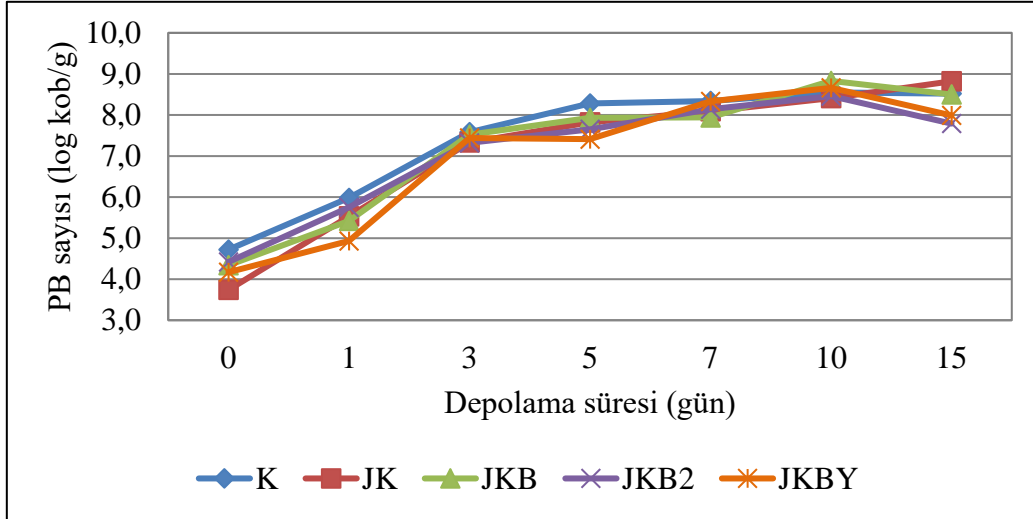


Şekil 4.11. TMAB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler.

4.3.2. Toplam psikrofil bakteri sayısı (PB)

Depolama boyunca PB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler Şekil 4.14'te verilmiştir. Depolama boyunca TMAB sayısında (log kob/g) artışlar meydana gelmiştir. Yine PB sayısındaki değişimler 0. ile 7. günler arasında önemli değişiklikler bulunmuştur. 0. günde istatistiksel olarak kontrol grubu bütün örneklerden farklı, JKB2

ve JKB ile kaplanan örnekler kendi aralarında istatistiksel olarak aynı diğer gruplarla karşılaştırıldığında farklı, JKBY ise istatistiksel olarak bütün örneklerle karşılaştırıldığında farklı ve JK ise yine istatistiksel olarak bütün örneklerle karşılaştırıldığında farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 1. günde istatistiksel olarak kontrol grubu bütün örneklerden farklı, JKB2 ile kaplanan örnekler istatistiksel olarak diğer gruplarla karşılaştırıldığında farklı, JK ve JKB ile kaplanan örnekler kendi aralarında istatistiksel olarak aynı diğer gruplarla karşılaştırıldığında farklı, JKBY ise yine istatistiksel olarak bütün örneklerle karşılaştırıldığında farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 3. günde JK ve JKB2 ile kaplanan örnekler kendi aralarında istatistiksel olarak aynı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 5. günde kontrol grubu ile diğer örnekler arasında istatistiksel olarak farklı, JK ve JKBY ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak farklı ve JKB ile kaplanan örneklerle JKBY ve JKB2 ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). 7. günde JKBY ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak aynı ve diğer örneklerle karşılaştırıldığında önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yine JKB2 ve JKB ile kaplanan örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$).



Şekil 4.12. PB sayısında (log kob/g) meydana gelen değişimler.

4.4. Yenilebilir kaplamanın antioksidan aktivite analizleri

4.4.1. DPPH radikali temizleme özelliği

Kaplama çözeltilerinin DPPH düzeyi Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kaplama çözeltilerinin DPPH düzeyi

Kaplamalar	Konsantrasyon ($\mu\text{mol Trolox eş./g}$)
JK	16.35 \pm 1,47 ^C
JKB	2122.86 \pm 7,33 ^B
JKB2	2972.45 \pm 7,33 ^A
JKBY	10.14 \pm 1,47 ^C

Değerler ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Örnekler arasındaki önemli fark ise aynı sütunda farklı büyük harfle belirtilmiştir (P<0.05). K: Kontrol grubu, JK: Jelatin+Kitosan solüsyonu ile kaplanmış balık grubu, JKB: Jelatin+Kitosan+Biberiye ekstraktı solüsyonu ile kaplanmış grup, JKB2: Jelatin+Kitosan+Biberiye ekstraktı solüsyonu ile kaplanmış grup, JKBY: Jelatin+Kitosan+Biberiye yağı solüsyonu ile kaplanmış balık.

JKB2 kodlu kaplama çözeltisinin en yüksek DPPH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. JKB kodlu çözeltinin ise yine antioksidan özelliğinin diğer örneklerle kıyasla yüksek olduğu tespit edilmiştir. JK ve JKBY antioksidan özellikleri düşük düzeyde olduğu ve istatistiksel olarak aralarındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

4.4.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesinin (TEAK) belirlenmesi

Kaplama çözeltilerinin TEAK konsantrasyonu Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kaplama çözeltilerinin TEAK düzeyi

	Konsantrasyon ($\mu\text{mol Trolox eş./g}$)
JK	771,49 \pm 2,56 ^D
JKB	2924,20 \pm 12,91 ^B
JKB2	3824,27 \pm 12,93 ^A
JKBY	830,66 \pm 2,59 ^C

Değerler ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Örnekler arasındaki önemli fark ise aynı sütunda farklı büyük harfle belirtilmiştir (P<0.05). K: Kontrol grubu, JK: Jelatin+Kitosan solüsyonu ile kaplanmış balık grubu, JKB: Jelatin+Kitosan+Biberiye ekstraktı solüsyonu ile kaplanmış grup, JKB2: Jelatin+Kitosan+Biberiye ekstraktı solüsyonu ile kaplanmış grup, JKBY: Jelatin+Kitosan+Biberiye yağı solüsyonu ile kaplanmış balık.

JKB2 kodlu kaplama çözeltilisinin DPPH’da olduğu gibi kaplama çözeltileri içerisinde en yüksek TEAK değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. JKB kodlu çözeltilinin ise yine antioksidan özelliğinin diğer örneklere kıyasla yüksek olduğu tespit edilmiştir. JK ve JKBY’nin antioksidan özellikleri çok düşük seviyede iken DPPH ile karşılaştırıldığında JKBY kodlu örneğin antioksidan özelliği JK’ya göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.





5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin gıdalarda hidroperoksitler konjugasyonun oluşmasına neden olur. Oluşan bu konjugasyonlar UV bölgesinde rahatlıkla belirlenmektedir. Oksidasyonun birincil ve ikincil ürünleri 232 nm ve 270 nm’de okunarak belirlenirler. Konjuge dien değeri arttıkça 232 nm’deki özgül soğurma değeri artmaktadır. 270 nm’de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen uçucu aroma bileşenleri) paralel olarak artış gösterir (Yetim, 2011). İnci kefali analiz gruplarında tespit edilen konjuge dien ve trien değerlerindeki değişimleri Ek 12 ile Ek 13 ve Şekil 4.1 ile Şekil 4.2’de verilmiştir. Yapılan çalışmada, JKB2 ve JKBY ile kaplanan örneklerin konjuge dien değerlerinin kontrole göre önemli farklılıkları tespit edilmiştir. Özellikle ilk 10 gün JKB2 ve JKBY ile kaplanan örneklerin kontrole kıyasla daha düşük dien değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Konjuge trien değerleri için sonuçlar daha farklı gelişmiştir. 0. ve 1. günlerde kontrol ile diğer örnekler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş fakat bu farklılıklar olumlu yönde olmamıştır. 3. gün ve sonraki günlerde yine JKB2 ve JKBY ile kaplanan örneklerin konjuge trien değerleri kontrole göre daha düşük ve aralarında belirgin farklılıklar tespit edilmiştir. Sonuç olarak kaplamanın konjuge dien ve trien değerleri kontrole göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Yağlı balıklarda lipid oksidasyonunun ve serbest yağ asidi oluşumunun temel nedeni, doymamış yağ asitlerinin ileri oksidasyonu ve enzimatik hidrolizidir (Aubourg, 2001). Lipit oksidasyonu, gıdaların raf ömrünü azaltan önemli etmenlerden biridir. (Pearson ark. 1983). İnci kefali analiz gruplarında tespit edilen SYA değişimleri Ek 10 ve Şekil 4.3’te verilmiştir. Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005), sardalya kıymasına biberiye ekstraktı ve soğan suyu ilave ederek oksidatif stabilitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Biberiye ekstraktı ilave edilen grubun, soğan suyu eklenmiş gruba göre SYA miktarındaki artış daha düşük miktarda olduğu tespit edilmiştir. Gomez-Estaca ve ark., (2007) soğuk füme sardalyada fonksiyonel yenilebilir filmlerin ve yüksek basınç işleminin mikrobiyal ve oksidatif bozulmalara etkisini araştırdıkları çalışmada, kekik ve biberiye ekstraktı ile zenginleştirilmiş kaplama uygulanan balıkların lipid oksidasyon derecesinin kontrole göre daha düşük seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir. Bu

çalışmada ise 0. günde SYA değerinin pek değişmediği gözlemlenmiştir. 1. günde sadece JKBY ile kaplanan örneğin kontrol grubuna göre daha düşük SYA değerine sahip olduğu saptanmıştır. Depolama boyunca kontrol grubunun daha düşük SYA değerlerine sahip olduğu ve kaplanan örneklerin SYA üzerine pek etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Lipit oksidasyonu, yağlı balıklarda raf ömrünü belirleyen faktörlerden biridir. Doymamış yağ asitleri oksidasyona uğradıklarında ilk olarak peroksit meydana gelir. Dolayısıyla acılaştırmanın meydana geldiği ilk aşamalarda peroksitlerin belirlenmesi kalite parametresi olarak kabul edilmektedir. Peroksit sayısı yağlarda bulunan aktif oksijen miktarı olup, 1 kg yağda bulunan peroksit, oksijenin milliequivalent olarak miktarıdır (Kenar, 2009; Alparslan, 2014). Taze su ürünlerin peroksit değeri 0-2 mmol O₂/kg arasında “çok iyi”, 2-5 mmol O₂/kg arasında “iyi”, 5-8 mmol O₂/kg arasında “tüketilebilir” ve 8-10 mmol O₂/kg arasında “bozulmuş” olarak nitelendirilmektedir (Ludorff ve Meyer, 1973; Alparslan, 2014). Peroksit değerinin zamanla arttığı, ayrıca balık türüne, yağ miktarına ve kullanılan katkı maddelerine göre peroksit değerinin değişebileceğini belirtmişlerdir (Kılınç, 2003; Özden ve Erkan, 2006; Olgunoğlu, 2007; Özoğul ve ark., 2009).

Jeon ve ark. (2002), kitosan kaplamanın, 4°C'de depolanan ringa balığı filetolarındaki birincil lipit oksidasyon ürünlerinin oluşumunu geciktirmekte etkili olduğunu bildirmiştir. Ojagh ve ark. (2010) tarçın yağı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın peroksit değerini kontrole göre önemli düzeyde düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Nowzari ve ark. (2013) gökkuşuğu alabalığını kitosan-jelatin film ile kaplayarak yapmış oldukları çalışmada, kaplama ve filmlerle kaplanan örneklerin peroksit değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu bildirmiştir. Başlangıçta kontrol grubunun peroksit değeri 6.87 meq O₂/kg yağ ile en yüksek değeri göstermiştir. Kaplama peroksit değerini başlangıçta az da olsa baskılamıştır. Depolama boyunca kontrol grubu kaplanan örneklere göre en yüksek peroksit değerlerine ulaşmıştır. Özellikle JKB ile JKBY kaplanan balıkların peroksit değerleri kontrole göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. JK ve JKB2 ile kaplanan örnekler kontrole göre daha düşük seviyelerde ilerlese de JKB ve JKBY ile kaplanan örneklerin peroksit değerleri depolama boyunca daha istikrarlı bir şekilde ilerlemiştir. Sonuç olarak kaplama, peroksit değerinde olumlu bir etkiye sebep olmuştur.

Lipit oksidasyon derecesinin belirlenmesinde kullanılan önemli yöntemlerden biri de TBA değeridir. TBA değeri balık etinde meydana gelen acılaşıma hakkında bilgi verir (Kaşıkçı, 2013). Depolama sırasında TBA'daki artış, balığın kısmi dehidrasyonuna ve doymamış yağ asitlerinin oksidasyonundaki artışa bağlanabilir (Kilincceker ve ark., 2009).

Cadun ve ark. (2008), derinsu pembe karideslerine biberiye ekstraktı ilave ederek raf ömrünü belirlemek için bir çalışma yapmıştır. Yapmış olduğu bu çalışmada, biberiye ekstraktının TBA değeri üzerine etki ettiği ve depolama başlangıcında kontrol grubunda TBA değerinin 0.9 ± 0.04 mg malonaldehit/kg, biberiye ekstrakt ilaveli grupta ise 0.4 ± 0.10 mg malonaldehit/kg olduğu belirlenmiştir. Depolamanın ilerlemesiyle TBA değerlerinde artış meydana gelmiş ve depolamanın 75. gününde kontrol grubunda 6.6 ± 0.4 mg malonaldehit/kg ve ekstrakt ilaveli grupta 2.4 ± 0.7 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak biberiye ekstraktının lipit oksidasyonunu baskıladığını bildirmiştir.

Jeon ve ark. (2002), Atlantik ringa ve morina balıklarını kitosan film ile kaplamıştır. Kaplanan örnekleri $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 12 gün muhafaza etmiştir. Sonuç olarak TBA değerlerini kontrol grubu ile karşılaştırdıklarına kaplanmış örneklerde daha düşük TBA değerleri tespit edilmiştir. López-Caballero ve ark. (2005) 15 gün boyunca 2°C 'de saklanan jelatin-kitosan ile kaplanmış morina fileto köftelerini gözlemleyerek bu uygulamanın lipid oksidasyonunu önlemede önemli bir etkisi bulunmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre başlangıçta kaplamanın TBA değerini baskıladığı gözlemlenmiştir. Bu baskılama 5. güne kadar devam etmiş fakat 5. günden sonra kaplanan örneklerin TBA değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek seviyelerde ilerlemiştir. 3. güne kadar JKBY ile kaplanan örneğin TBA değeri kontrole göre daha düşük seviyelerde iken,. 3. günden sonra TBA değerinde olumsuz yönde değişiklikler tespit edilmiştir. JKB ile kaplanan örneğin TBA değeri ise 5. güne kadar kontrol ile karşılaştırıldığında daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak kaplama içerisine eklenen bileşenlerin oranı arttırılsa TBA değerinin daha düşük seviyelerde ilerleyebileceği öngörülmektedir.

Balık gibi bozulma riski yüksek olan gıdaların depolanması ile bozulmaya neden olan bakteriler, trimetilaminoksiti trimetilamine, oluşan trimetilamini de dimetilamine

ve formaldehite kadar parçalar. TMA-N değerinin belirlenmesinin en önemli nedeni, depolanan ürünlerdeki mikrobiyal bozulma düzeyinin belirlenmesidir. Tatlı su balıklarında TMA-N çok düşük miktarlarda bulunabilir. TMA-N değeri daha çok deniz balıklarının bozulma derecesini belirlemede kullanılmaktadır (Connel 1975, Kundakçı 1989, Stammen 1990). Ürünün TMA-N değeri çeşidine, depolama şekline ve avlandığı sezona göre değişebilmektedir (Ababouch ve ark., 1996).

Bingöl ve ark. (2015), kitosan ve sodyum metabisülfid solüsyonuna daldırılan karideslerle yapmış oldukları çalışmada; karideslerin başlangıç değerini 0.28 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. +4°C’de depolamanın karideslerin TMA değerleri 2. gününde 4.43 mg/100.g, 4.gününde 15.77 mg/100.g ve 6.günde ise 26.80 mg/100.g olduğu tespit edilmiştir.

(Alparslan ve Baygar, 2017) kitosan film kaplamalarının karideslerin kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Buna göre; %1.5 kitosan içeren filmlerle kaplanan karides örneklerinin başlangıç TMA düzeyi ortalama 1 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Karideslerin soğuk depolama süresince (4°C±1) TMA düzeyi kontrol grubuna kıyasla daha yavaş artmıştır. Depolamanın 10. gününde TMA düzeyi 8 mg/100 g üzerine çıkmıştır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada TMA değerleri depolama ilerledikçe artmıştır. Bu artışlar düzenli ve düzensiz bir şekilde gerçekleşmiştir. İlk 3 günde kaplamanın TMA değerinin kontrole göre daha az olduğu tespit edilmiştir. 0. günde TMA değerleri hemen hemen aynı seviyelerde olmuştur fakat kaplanan örnekler kontrole göre daha düşük seviyede TMA değerleri göstermiştir. 1. ve 3. günlerde JKBY, JKB ve JK ile kaplanan örnekler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha düşük TMA değeri gösterirken, 3. günden sonra kaplanan örneklerin TMA değerleri kontrole göre daha yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile kaplamanın TMA değeri üzerinde etkisi 3 gün sürmüştür ve sonrasında kaplamanın TMA değeri üzerinde olumsuz etkisi olmuştur.

Uçucu bileşenlerden olan TVB-N analizi, balığın tazeliğinin belirlenmesi için yapılan bir analizdir. Balık kimyasal, fiziksel yollarla ve proteolitik mikroorganizmaların etkisiyle bozulmaya uğrayarak tazeliğini kaybetmektedir. Böylelikle ortamda aminli bileşenler ve amonyak gibi uçucu maddeler meydana gelir ve ürün kokuşmaya başlar. Dolayısıyla TVB-N değerinde artışa meydana gelmektedir. (Gökoğlu, 1994; Özden ve Gökoğlu, 1997).

Ojagh ve ark. (2010), gökkuşuğu alabalık filetosunu kitosan ile kapladıkları çalışmada, buzdolabında depolanan örneklerin 16. günde yapılan analiz sonucuna göre % 1 kitosan kaplı ve kaplanmamış gökkuşuğu alabalık filetolarında sırasıyla, 22.86 ve 42.93 mg N/100 g değerleri bulunurken yani kaplanmamış örnekte daha yüksek düzeyde TVB-N oluşumu tespit edilmiştir.

Jeon ve ark. (2002), Atlantik ringa ve morina balıklarının kitosan film ile kaplamıştır. +4°C'de 12 günlük depolama sonucunda TVB-N değerlerinde kontrol grubu ile karşılaştırma yapıldığında kontrol grubunun TVB-N içeriği yaklaşık 6 kat artarken, kaplanmış ürünlerin TVB-N içeriğinin yaklaşık 3-4 kat arttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak kitosanın kimyasal bozunmayı geciktirdiği belirtilmiştir.

Kulavik ve ark. (2019), furcellaran-jelatin yenilebilir kaplamaları yeşil ve pu-erh çay ekstraktları zenginleştirerek soğukta depolamışlardır. Somon nigiri değişiklikleri üzerinde kaplamanın etkisini araştırmıştır. Depolama sırasında TVB-N içeriğinde küçük dalgalanmalar olmasına rağmen, 8. gündeki değerler başlangıç seviyelerinden önemli ölçüde farklılıklar olmadığını ve elde edilen sonuçların TVB-N analizinin somon suşi kalitesini belirlemek için uygun olmadığını açıkça gösterdiğini bildirmişlerdir.

TVB-N değeri depolamanın ilerlemesiyle artmıştır. 0. günde kaplanan örneklerin TVB-N değeri kontrole göre daha düşük seviyelerdedir. 1. günde JKB, JK ve JKBY ile kaplanan örneklerin TVB-N değeri kontrole göre daha düşük seviyelerdedir. 3. günde ise sadece JKBY ile kaplanan örneğin TVB-N değeri kontrole göre daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. 3. günden sonra TVB-N değerleri artsa da bu artışlar olumlu yönde gerçekleşmemiştir. Kontrol grubunun TVB-N değeri daha düşük seviyelerde ilerlerken, kaplanan örneklerin TVB-N değeri kontrole göre daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Kaplamanın etkisi 3 gün sürmüştür ve daha sonrasında TVB-N değeri açısından olumsuz etkilere sebep olmuştur.

Taze balığın pH değeri başlangıçta düşük seviyelerdedir. Ölüm sonrası bir dizi enzimatik reaksiyonlar meydana gelir ve glikojenin laktik aside dönüşmesiyle pH değeri düşük bulunur. Depolama ilerledikçe bakteri ve enzimlerin etkisiyle denge bozulmaktadır. Serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelir. Dolayısıyla pH değerinde artışlar meydana gelir. Taze balığın pH değeri 6.0-6.5 arasındadır. Balığın tüketilebilir pH değeri ise 6.8-7.0 arasında değişiklik göstermektedir (Varlık ve ark., 1993; Turhan ve ark., 2001).

Sathivel (2005), pembe somonlarla ilgili yapmış olduğu çalışmada, pH değerini çalışmasının depolama başlangıcında 6.63 olarak tespit etmiştir. 3 ay boyunca -20°C'de muhafaza edilen kitosan ile kaplanmış örneklerde pH değeri 6.4 olarak tespit edilmiştir. Bulunan değer protein film kaplama uygulanmış grubun pH değerinden (6.7) düşük oldupu saptanmıştır. Souza ve ark. (2010) somon (*Salmo star*) filetolarını yenilebilir kitosan film ile kaplayarak ürün üzerine etkisini araştırmış olduğu çalışmada, somon filetolarını 0 °C'de muhafaza etmiştir. Çalışmanın başlangıcında iki örnek grubunun pH değerleri ölçülmüş ve kontrol grubu ile kaplama uygulanmış filetoların pH değerleri arasındaki farkı önemsiz bulmuştur. 6 günlük depolama sonrasında iki örnek grubunun da pH değerlerinde artış meydana gelirken, kitosan film uygulanmış filetolarda pH'nın kontrol grubuna kıyasla önemli ($P<0.05$) oranda düşük olduğu saptanmıştır.

Çalışmada elde edilen pH değerlerinin düzensiz değişim gösterdiği görülmüştür. pH değeri depolama süresince artış ve azalışlar göstermiştir. İnci kefalinin başlangıç pH değeri 6.80 olarak belirlenirken, ve kaplamanın pH değerini arttırdığı tespit edilmiştir. Başlangıçta sadece JKB ile kaplanan balıkların en düşük pH değerini göstermiştir. Daha sonraki günlerde düzenli pH artış veya azalışları tespit edilmemiştir. Bu durumun çalışmada kullanılan kaplama formülasyonlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. pH'daki zamana bağlı olarak düşüşler, mikrobiyolojik faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Su ürünlerinde meydana gelen renk değişiklikleri enzimatik ve enzimatik olmayan oksidasyondan kaynaklanmaktadır. Et rengi beyaz olan balıklarda renk değişimi kremden griye değişiklik göstermektedir. Taze balıkların eti parlakken, depolama ilerledikçe renk opaklaşır. Renk ölçümünde ΔE değeri renk farklılığını göstermektedir. Parlaklık, absorblanan ve yansıtılan ışık olarak tanımlanırken, dalga boyu göz önünde bulundurulmamaktadır. a^* değerinin pozitif (+) değeri kırmızıyı, negatif (-) değeri yeşili ifade etmektedir. b^* değeri ise pozitif (+) değerleri sarıyı, negatif (-) değerleri ise maviyi ifade etmektedir (Pomeranz, 1971; Mitsuda ve ark., 1980).

Aşık (2009), karides etlerine sarımsak yağı içeren kitosan bazlı yenilebilir kaplama uygulanmış ve soğuk depolama boyunca L^* , a^* ve b^* değerlerinde kontrol grubuna göre istatistiksel bir fark olmadığını bildirmiştir. Antoniewski ark. (2007) somon filetolarını jelatin ile kaplayarak raf ömrü üzerine yaptığı çalışmada, jelatin

kaplamanın oksijen bariyer görevi görmesinden dolayı somon filetoaların parlaklığının (L*) düşmesini engellediği rapor edilmiştir. Sathivel (2005) tarafından yapılan kitosan ve protein ile kaplanan pembe somon filetoalarıyla ilgili bir çalışmada kaplamanın L*, a* ve b* üzerine bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

İnci kefalinin başlangıçtaki L değeri 52.80 iken kaplama örneklerin L değerini arttırmıştır. Kaplama ile ürünün opaklığı artmıştır. İlerleyen günlerde ise kaplamanın L değeri üzerinde belirgin bir etki göstermediği belirlenmiştir. Renk ölçümlerinin alındığı günlerde kontrol grubunun kaplanmış gruplara göre daha düşük L değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Düzenli bir artış veya azalış tespit edilmemiştir. Hemen hemen bütün örneklerde depolama boyunca a* değerinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. İstatistiksel olarak bütün örneklerin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. b* değerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde ise kaplanmış veya kaplanmamış örnekler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. ΔE değeri 2.3'ten büyük ise fark edilebilir renk farkı vardır. Sonuçlara bakıldığında bütün örneklerde fark edilebilir bir renk değişimi olduğu görülmektedir.

Yenilebilir kaplamaların önemli özelliklerinden biri olan nem bariyerleme özelliği sayesinde, nem kaybını dolayısıyla da ağırlık kaybını az da olsa azaltabilmektedir (Gennadios ve ark., 1997). Yapılan olduğumuz çalışmada kaplamanın nem kaybı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kaplanan örneklerde nem kaybı ya kontrol grubundan daha fazla olmuş ya da aynı seviyede gerçekleşmiştir.

Su ürünlerinde tüketilebilirlik değerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri de mikrobiyolojik analizdir. Balıkta mikrobiyolojik bozulma üst limiti olarak 10^6 - 10^7 kob/g (6-7 log kob/g) değerleri kabul edilmektedir (ICMSF, 1986; Çaklı, 2007; Sallam, 2007).

(Roller ve Covill, 2000) tarafından yapılan çalışmada, kitosanı limon suyu ve asetik asitte çözündürerek karidesler kaplanmış ve 5°C ve 25°C'de depolanmıştır. Karideslerin TMAB değeri önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir. 25°C'de depolanan karideslerde kaplamanın etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak kitosanın asetik asitte çözünmesi gerektiğini ve karideslerin soğuk koşullarda depolanması gerektiği bildirilmiştir.

Ahmad ve ark. (2012), limon bitkisinden elde edilen esansiyel yağ eklenmiş jelatin filmlerini levrek balığı dilimlerine uygulayarak yapmış oldukları mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel değişimleri inceledikleri çalışmada, örnekleri 12 gün boyunca +4°C'de depolamışlardır. Toplam canlı sayımına bakıldığında esansiyel yağ eklenerek kaplanmış örneklerin, sadece jelatin film ile kaplanmış örnekler ve kontrol grubuyla kıyaslandığında toplam canlı sayımının daha az olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu ve sadece jelatin film ile kaplanmış örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Günlü ve ark. (2013), gökkuşuğu alabalığını filetoalarını kitosan ile kaplayarak ve vakum paketleyerek yapmış oldukları çalışmada, toplam canlı sayısının depolamanın 24. gününde tüketilebilir sınırı aştığını bildirmişlerdir. Çalışma sonunda vakum ve kitosan ile kaplanmış örneklerin kontrol grubuna göre raf ömrünü 8 gün uzattığı tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada TMAB sayısında ilk 7 gün boyunca olumlu gelişmeler meydana geldiği saptanmıştır. Başlangıçta JK, JKB ve JKBY ile kaplanan örneklerde kontrole göre daha düşük TMAB sayısı tespit edilmiştir. 1. günde yine aynı gelişmeler gözlemlenmiştir. 3. günde JK ve JKB2 ile kaplanan örnekler kontrol grubu ile karşılaştırıldıklarında daha düşük TMAB sayısı belirlenmiştir. 5. ve 7. günlerde kaplanan örneklerde yine kontrol grubuna göre daha düşük TMAB sayısı tespit edilmiştir. Özellikle JK ile kaplanan örnekler 7 gün boyunca kontrole göre daha düşük TMAB sayısı tespit edilmiştir. Ancak 3. günden sonra tüketilebilirlik değerinin üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak kaplamanın TMAB sayısı üzerinde olumlu etkileri olmuştur ve kaplamalara eklenen bileşenlerin oranı artırılarak daha olumlu gelişmelerin olabileceği düşünülmektedir.

Ahmad ve ark. (2012), limon bitkisinden elde edilen esansiyel yağ eklenmiş jelatin filmlerini levrek balığı dilimlerine uygulayarak yapmış oldukları mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel değişimleri inceledikleri çalışmada, örnekleri 12 gün boyunca +4 °C'de depolamışlardır. Esansiyel yağ eklenerek kaplanmış örneklerin, sadece jelatin film ile kaplanmış ve kaplanan örnekler ile kontrol grubu kıyaslandığında psikrofilik bakteri gelişiminin daha az olduğu tespit edilmiştir.

Ojagh ve ark. (2010), tarçın yağı eklenmiş kitosan filmlerini gökkuşuğu alabalığına uygulayarak yapmış oldukları çalışmada, 16 gün boyunca buzdolabı

koşullarında depolama yapılmıştır. %1.5 tarçın yağı içeren kitosan filmlerin 16 günlük depolama periyodu boyunca psikrofilik bakteri gelişimini engellediği bildirilmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada psikrofilik bakteri sayısı bakımından TMAB sayısında olduğu gibi ilk 7 gün boyunca olumlu gelişmeler meydana gelmiştir. Başlangıçtan itibaren kaplamanın psikrofilik bakteri sayısı bakımından kontrol grubunun gelişimi kaplanmış örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. JK ile kaplanan örneklerin psikrofilik bakteri gelişimi bakımından ilk 7 gün boyunca en dikkat çeken grup olmuştur. Sonuç olarak kaplama uygulaması örneklerde olumlu etkilere sebep olmuştur. Yine kaplamaya eklenen bileşenlerin oranı artırılarak daha olumlu gelişmelerin olabileceği düşünülmektedir.

Li ve ark. (2014), doğal antioksidan içermeyen kaplamaların düşük antioksidan kapasiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Dou ve ark. (2018) jelatin-sodyum aljinat filmlere çay polifenollerini ekleyerek yapmış oldukları çalışmada, jelatin-sodyum aljinatın antioksidan içeriğinin daha düşük olduğu ve çay polifenolü eklenen filmlerin antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada, biberiye ekstraktı içermeyen kaplamanın, biberiye ekstraktı içeren kalamalara göre antioksidan kapasitesinin düşük olduğu belirlenmiştir. Örneklerin antioksidan içerikleri çok düşük miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada lipit oksidasyon ürünleri olarak değerlendirilen SYA, peroksit, TBA ve konjuge dien-trien analiz sonuçlarının birbiriyle çok uyumlu olmadığı ve günler arasında dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir. Örneklerden yağ ekstraksiyonunun uzun sürmesi nedeniyle belirlenen günlerde yağ analizleri dışındaki diğer analizler yapılmıştır. Yağ analizleri için kalan örnekler kıyım haline getirildikten sonra -18 °C'de depolanmış ve yağ analizleri daha sonra yapılmıştır (TBA analizi hariç). Bu durum başlangıç SYA, peroksit ve konjuge dien ve trien değerlerinin yüksek olmasına neden olmuştur. İnci kefalı balığının yağ miktarının az olması oksidasyonun yavaş ilerlemesine neden olabileceği tahmin edilmektedir. Bu analiz sonuçlarına göre oksidasyonun birincil ürünleri meydana gelmiştir fakat ikincil ürünleri tespit edilmemiştir.

TVB-N ve TMA analizleri belirlenen günlerde yapılmıştır. TVB-N miktarı depolanmanın 3. gününe kadar kaplanmış örneklerde azalma eğilimi göstermiş ve ilerleyen depolama günlerinde de kontrole kıyasla artma eğilimi göstermiştir. 3. günde

en düşük TVB-N değeri JKBY ile kaplanan örnekte tespit edilmiştir. TMA analizi için de aynı durum söz konusudur. TMA'da ise en düşük TMA değeri JK ile kaplanan örnekte tespit edilmiştir. Bu durum kaplama içerisine eklenen aktif bileşenlerin az miktarda oluşu ve kaplamanın balık yüzeyine az miktarda püskürtülmesinden kaynaklanmıştır.

Yapılan çalışmada fiziksel analizler sonuçlarına bakıldığında renk, pH ve ağırlık kaybı sonuçlarının kaplama üzerine olumlu bir etkisi gözlenmemiştir. Renk analizi ürünün fileto halinde olmaması nedeniyle kıyma haline getirilen örneklerde yapılmıştır. Bunun renk analizi sonucunu etkilediği düşünülmektedir.

Bu çalışmada uygulanan farklı kaplama çözeltilerinin inci kefalinin mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. TMAB sayısı JK ile kaplanan örneklerde ilk 7 gün boyunca kontrole kıyasla anlamlı bir azalma göstermiş 7. günden sonra ise artmıştır. Psikrofil bakteri sayısı ise JK ve JKB2 ile kaplanan örneklerde daha başarılı olmuştur ve depolamanın 7. gününe kadar kontrole kıyasla azalmıştır. Kaplamanın mikrobiyolojik kalite üzerine etkisi olumlu olmuştur.

Yalnızca Van Gölü'nde yetişen, bölgede yaygın olarak tüketilen ve endemik bir balık türü olan inci kefaline kitosan ve jelatin bazlı yenilebilir aktif kaplama uygulanarak raf ömrünün uzatılması amaçlanmaktadır. Böylece taze, dondurulmuş ve salamura yapılarak tüketilen inci kefaline alternatif bir satış modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Yenilikçi bir uygulama olarak kaplama tekniği gıda ürünlerinde kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Et ürünleri ve özellikle balıklar üzerine yenilebilir aktif kaplama uygulaması henüz yaygın değildir. Ancak, bu alanda yapılacak çalışmalar ile yenilebilir aktif kaplamaların özellikle balık ürünlerinin taze tüketiminde önemli avantajlar sağlayabileceği ve kullanımının yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, 4 farklı formülasyonda hazırlanan kaplama çözeltilerinin kullanımı tüm bakteriler üzerinde az da olsa etkisinin olduğu görülmüştür. Antioksidan karışımı olarak biberiye ekstraktı ile biberiye yağı ve antimikrobiyal ajan olarak kitosanın kombine halde kullanılması inci kefalinde kısmen etkisi olmuştur. Doğal kaynaklı antioksidan ve antimikrobiyal ajanların oranları artırılarak daha iyi sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir. Ayrıca püskürtme yöntemi ile kaplamanın daldırma ile kaplamaya göre daha avantajlı olabileceği değerlendirilmektedir. Daha önce yapılan bir çalışmada daldırma yöntemi ile

kaplamanın çapraz bulaşıya neden olabileceği bu nedenle püskürterek kaplamanın bu sorunu ortadan kaldırabileceği belirtilmiştir (Paçacı, 2017). Püskürtme yöntemi ile yapılan kaplamada ürünün homojen bir şekilde kaplanması daha iyi sonuçlar verebileceği düşünölmektedir. Balıklara uygulanan yenilebilir aktif kaplama tekniği yaygın değildir. Bu alanda yapılacak çalışmalar ile yenilebilir aktif kaplamaların balığın taze tüketimi ile ilgi avantajlar sağlayabileceği ve kullanımının yaygınlaşacağı düşünölmektedir.





KAYNAKLAR

- Ahmad, M., Benjakul, S., Sumpavapol, P. Nirmal, N.P., 2012. Quality changes of sea bass slices wrapped with gelatin film incorporated with lemongrass essential oil. *Int J Food Microbiol*, **155**(3): 171-178.
- Alparslan, Y., 2014. *Portakal Kabuğundan Elde Edilen Esansiyel Yağ İle Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamaların Karideslerin Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Alparslan Yunus, Hasanhocaoğlu Yapıcı Hatice, Metin Cansu, Baygar Tuba, Günlü Ali, Baygar Taçnur., 2016. Quality assessment of shrimps preserved with orange leaf essential oil incorporated gelatin. *LWT - Food Science and Technology*, **72**: 457-466.
- Alparslan, Y., Baygar, T., 2017. Effect of chitosan film coating combined with orange peel essential oil on the shelf life of deepwater pink shrimp. *Food Bioprocess Technology*, **10**(5): 842-853.
- Adevari, G.T. Rezaei, M., 2011. Effect of gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. *Int J Food Sci Technol*, **46**: 305-311.
- Anonymous, 1989d. *Determination of Specific Extinction of Oils and Fats, Ultraviolet Absorption, AOCS Official Method*, Ch 5-91.
- Antoniewski, M.N., Barringer, S.A., Knipe, C.L. ve Zerby, H.N., 2007. Effect of a gelatin coating on the shelf life of fresh meat. *J Food Sci.* **72**(6): 382-387.
- Anonim, 1989. *Official Methods ve Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. Fourth Edition, Methods: Ca 5a-40, Cd8-53, Ch 5-91.
- AOAC., 1990. *Official Methods of Analysis*. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC, 2000b. *Official Methods of Analysis*. Trimethylamine Nitrogen in Seafood. Colorimetric Method, First Action 1971, Final Action 1972, Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition.
- Aşık, E., 2009. *Sarımsak Yağı İçeren Kitozan Kaplamalarının Karideslerin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aubourg, S.J., 2001. Damage detection in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) during chilled storage. *Am. Oil Chem. Soc.* **78**: 857–862.
- Bakkalbaşı, E., 2009. *Farklı Ambalaj Materyalleri ve Depo Koşullarının Ceviz İçi Bileşimine Etkisi* (doktora tezi, basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baştürk, A., Javidipour, I., Boyacı, I.H., 2007. Oxidative stability of natural and chemically interesterified cottonseed, palm and soybean oils. *Journal of Food Lipids*, **14**: 170-188.
- Bilen, G., 2009. *Dondurulmuş Balığın Kalitesine Doğal Antioksidanların Etkisi*, Yüksek lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bingöl, E. B., Bostan, K., Uran, H., Alakavuk, D. Ü., Sivri, N., 2015. Effects of chitosan treatment on the quality parameters of shrimp (*Parapenaeus longirostris*)

- during chilled storage, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **15**(4): 821–831.
- Boran, G. 2011. Bir gıda katkısı olarak jelatin: yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi. *Gıda*. **36**(2), 97-104.
- Boran, G., Regenstein, J. M., 2010. Fish Gelatin, In: Advances in Food and Nutrition Research (Editor: S. L. Taylor). *Academic Press, UK*. **60**: 119-144.
- Bourtoom, T., 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, **15**(3): 237–248.
- Cadun, A., Kışla D., Çaklı Ş., 2008. Marination of Deep-Water Pink Shrimp with Rosemary Extract and the Determination of Its Shelf-Life. *Food Chemistry*, **109**(1): 81-87.
- Chinnawamy, R., Hanna, M.A., 1988. Expansion, color and shear strength properties of corn starches extrusion-cooked with urea and salts. *Starch/Starke*, **5**: 186-190.
- Choulitoudi, E., Ganiari, S., Tsironi, T., Ntzimani, A., Tsimogiannis, D., Taoukis, P., Oreopoulou, V., 2017. Edible coating enriched with rosemary extracts to enhance oxidative and microbial stability of smoked feel fillets. *Food Packaging and Shelf Life* **12**: 107-113.
- Connel J.J., 1975. *Control of Fish Quality*. Fishing News Ltd, Rosemount. Avenue, West Byfleet Surrey, England. 256.
- Cordeiro de Azeredo, H. M., 2012. Edible coatings, 14. *Advances in Fruit Processing Technologies* (Editor: In S. Rodrigues & F. A. N. Fernandes). Boca Raton. 472.
- Cuq, B., Gontard, N., Guilbert, S., 1995. Edible films and coatings as active layers. *Active Food Packaging*, 111-142.
- Çaklı, 2007. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İzmir. 696.
- Dehghani S., Hosseini Seyed V., Regenstein Joe M., 2018. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry*, **240**: 505–513.
- Dikel, Ç., 2012. *Kitosan Eklenen Jelatin ile Kaplamanın Çipura (sparus aurata L., 1758) Filetolarının Soğukta (+4 °C) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Donhowe, I. G., & Fennema, O. R., 1993. The effects of plasticizers on crystallinity, permeability, and mechanical properties of methylcellulose films. *Journal of Food Processing and Preservation*, **17**: 247–257.
- Dou, L., Li, B., Zhang, K., Chu, X., Hou, H., 2018. Physical properties and antioxidant. *International Journal of Biological Macromolecules* **118**: 1377–1383
- Dutta, P. K., Tripathi, S., Mehrotra, G. K., & Dutta, J., 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chemistry*, **114**(4), 1173–1182.
- Elsabee, M. Z., Abdou, E. S., 2013. Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials for Biological Applications*, **33**(4): 1819–1841.
- Farajzadeh Fatemeh, Motamedzadegan Seyed-Ahmad Shahidi Ali, Hamzeh Shabnam., 2016. The effect of chitosan-gelatin coating on the quality of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under refrigerated condition. *Food Control*, **67**: 163-170.
- Geldiay, R., Balık, S., 2007. Türkiye Tatlı Su Balıkları. Ege Üniversitesi, *Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, **46**: 421-422.

- Gennadios, A., Hanna, M.A., Kurth, L.B., 1997. Application edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *Food Science and Technology Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, **30**: 337-350.
- Gerçek, G., 2012. *Defne ve Kekik Yağı Eklenen Jelatin ile Kaplamanın Çipura (Sparus aurata L., 1758) Filetolarının Soğukta (+4°C) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Gharibzahedi, S. M., Mohammadnabi, S., 2017. Effect of novel bioactive edible coatings based on jujube gum and nettle oil-loaded nanoemulsions on the shelf-life of Beluga sturgeon fillets. *International Journal of Biological Macromolecules* **95**: 769-777.
- Gómez-Estaca, J., Montero, P., Giménez, B., Gómez-Guillén, M. C., 2007. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, **105**: 511-520.
- Gómez-Estaca J., Bravo L., Gómez-Guillén M.C., Alemán A., Montero P., 2009. Antioxidant properties of tuna-skin and bovine-hide gelatin films induced by the addition of oregano and rosemary extracts. *Food Chemistry*. **112**(1): 18-25.
- Gómez-Estaca J., Montero P., Fernández-Martín F., Gómez-Guillén M.C., 2009. Physico chemical and film-forming properties of bovine-hide and tuna skin gelatin: A comparative study. *Journal of Food Engineering*, **90** (4): 480-486.
- Gómez-Estaca J., López de Lacey A., López-Caballero M.E., Gómez-Guillén M.C., Montero P., 2010. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiology*, **27**(7): 889-896.
- Gökoğlu, N., 1994. Balık köftesinin soğukta depolanması. *Gıda*, **19**(3): 217-220.
- Guillard V., Broyart B., Bonazzi C., Guilbert S., N. Gontard., 2003. Preventing moisture transfer in a composite food using edible films: Experimental and mathematical study. *J Food Sci.* **68**: 2267-2277.
- Günlü, A., Sipahioğlu, S., Alpas, H., 2013. The effect of chitosan-based edible film and high hydrostatic pressure process on the microbiological and chemical quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) fillets during cold storage (4±1°C). *High Pressure Research* **34**(1): 110-121.
- Gürgün, V., Halkman, A.K., 1990. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*, **7**: 146.
- Hoque Md. Sazedul, Benjakul Soottawat, Prodpran Thummanoon., 2011. Properties of film from cuttlefish (*Sepiapharaonis*) skin gelatin incorporated with cinnamon, clove and star anise extracts. *Food Hydrocolloids*, **25**(5): 1085-1097.
- ICMSF (1986). International Commission on Microbiological Specifications for Foods. *Sampling Plans for Fish and Shellfish in Microorganisms in Foods*. Sampling for microbiological analysis: principles and scientific applications, University of Toronto Press, Toronto. 2: 181-196.
- Jeon, Y.J., Kamil, J.Y.V.A., Shahidi, F., 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic Cod. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **50**: 5167-5178.
- Karagöz , Z., Candoğan K., 2007. Et Teknolojisinde Antimikrobiyel Ambalajlama. *Gıda*, **32**(3): 113-122.

- Kaşıkcı, G., *Gökkuşığı Alabalıkların (Oncorhynchus Mykiss Walbaum 1972) Biberiye ve Kekik Yağı İle Marinasyonu*, Yüksek Lisans Tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Keil, H. L., Hills, C., Hagen, R. F., Flaws, R. W., 1960. Armour & Co., assignee. Coating composition, method of applying same to a food, and coated food product. *U.S. Patent*, **2**: 953-462.
- Keil, H.L., 1961. Armour & Co., assignee. Coating foods and composition therefor. *Patent 2*: 971-849.
- Kenar, M., 2009. *Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Balık Filetosu Üzerindeki Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Etkilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kerch, G., 2015. Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality: A review. *Trends in Food Science & Technology*, **46**(2): 159-166.
- Kılınç, B., 2003. *Sardalya Balığından (Sardina Pilchardus W.,1792) Marinat Üretimi ve Raf Ömrü Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Kılınççeker, O. ve Küçüköner, E., 2003. Tuzlanmış İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*) balığından fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlerin saptanması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, **13**(1): 55-59.
- Kilinceker, O., Dogan, I. S., Kucukoner, E., 2009. Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. *LWT – Food Science and Technology*, **42**: 868-873.
- Klose, A. A., Mecchi, E. P., Hanson, H. L., 1952. Use of antioxidants in the frozen storage of turkeys. *Food Technol.* **6**: 308.
- Kulavik, P., Jamroz, E., Zajac, M., Guzik, P., Tkaczewska, J., 2019. The effect of furcellaran-gelatin edible coatings with green and pu-erh tea extracts on the microbiological, physicochemical and sensory changes of salmon sushi stored at 4 °C. *Food Control* **100**: 83-91.
- Kundakçi A., 1989. Kefal ve Lüferin Avlanmaları Sonrası Ön Bekleme Koşullarının Kaliteye Etkileri. E.Ü. *Su Ürünleri Yüksekokulu Su Ürünleri Dergisi*, **6**(21-22): 23-24.
- Li, J.H., Miao, J., Wu, J.L., Chen, S.F., Zhang, Q.Q., 2014. Preparation and characterization of active gelatin-based films incorporated with natural antioxidants. *Food Hydrocolloids*, **37**: 166-173.
- Li, T., Hu,W.,Li.J.,Zhang X.,Zhu Junli., Li X., 2012. Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Food Control*, **25**(1): 101-106.
- Li, T., Li, J., Hu, W., Li, X., 2013. Quality enhancement in refrigerated red drum (*Sciaenops ocellatus*) fillets using chitosan coatings containing natural preservatives. *Food Chemistry*, **138**: 821-826.
- Lopez-Caballero, M.E., Gomez-Guillen, M.C., Perez-Meteos, M., Montero, P., 2004. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*, **19**: 303-311.
- Marggrander, K., Hofmann, K., 1997. Reduction of freezer burn and loss on drying during long term storage of pork with gelatin spray solution. *Fleischwirtschaft*, **77**: 19-20.
- Matak, K. E., Tahergorabi, R., Jaczynski, J., 2015. A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization/precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods. *Food Research International*, **77**, 697-703.

- Min, S., Harris, L. J., Krochta, J. M., 2005. Listeria monocytogenes inhibition by whey protein films and coatings incorporating the lactoperoxidase system. *Journal of Food Science*, **70**: 317–324.
- Mitsuda, H., Nakajima, K., Miuno, H., Kawai, F., 1980. Use of Sodium Chloride Solution and Carbon Dioxide for Extending Shelf-life of Fish Fillets. *Journal of Food Science*, **45**: 661-666.
- Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Lalitha, K. V., Gopal, T. S., 2012. Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinellalongiceps*) during chilled storage. *Food Hydrocolloids*, **26**: 167–174.
- Muzzarelli, R. A. A., 1996. Chitosan-based dietary foods. *Carbohydrate Polymer*, **29**: 309–316.
- No, H. K., Meyers, S. P., Prinyawiwatkul, W., Xu, Z., 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A Review. *Journal of Food Science*, **72**: 87–100.
- Nowzari Fariba, Shábanpour Bahareh, Ojagh Seyéd Mahdi., 2013. Comparison of chitosan–gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, **141**(3): 1667-1672.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, **120**: 193-198.
- Olgunoğlu G. A., 2007. *Marine Edilmiş Hamside (Engraulis engrasicholus L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler*, Doktora Tezi. ukurova Üniversitesi, Adana.
- Özden, Ö., Erkan N., 2006. Effect of Different Packing Methods On The Shelf Life Of Marinated Rainbow Trout, *Archiv für Lebensmittelhygiene*, **57**: 69–75.
- Özden, Ö., N. Gökoğlu, 1997. Sardalya balığının (*sardina pilchardus* (W.1792) soğukta depolanması sırasında yağında oluşan değişimlerin incelenmesi. *Gıda*, **22**(4): 309-313.
- Özoğul Y., Kuley E., Özoğul F., 2009. Quality Changes of Marinated Tench (Tinca tinca) During Refrigerated Storage. *Food Sci. Tech. İnt.*, **15**(5): 513-521.
- Paçacı, G., (2017). *Jelatin Bazlı Yenilebilir Kaplamaların Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus Mykiss, Walbaum 1792) Filetolarında Kalite zerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Pearson, A. M., Gray, J. J., Wolzak, A. M., Horenstein, N. A., 1983. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technology*, **37**: 121-129.
- Pomeranz, Y., Meloan, C.E., 1971. Food Analysis: Theory and Practice. The Avi Publishing Company, *Inc. Westport, Connecticut.*, **72-83**: 510-530.
- Pyo, Y. H., Lee, T. C., Logendra, L., Rosen, R. T., 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of swiss chard (*Beta vulgaris Subspecies cycla*) extracts. *Food Chemistry*, **85**: 19-26.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, **26**: 1231-1237.
- Rojas-Graü María, A., Soliva Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2009. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: A review. *Trends in Food Science and Technology*, **20**(10): 438-447.
- Roller, S., Covill, N., 2000. The antimicrobial properties of chitosan in mayonnaise and mayonnaise-based shrimp salads. *Journal of Food Protection*, **63**: 202-209.

- Rora, A.M.B., Klave, A., Markore, T., Rorvik, K.A., Steien, S.H., Thomassen, M.S., 1998. Process yield, colour and sensory quality of smoked Atlantik salmon (*Salmo salar*) in relation to raw material characteristics. *Food Research International*, **31**(8): 601-609.
- Sallam, K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, **18**: 566-575.
- Sathivel, S., 2005. Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) fillets during frozen storage. *Food Engineering and Physical Properties*, **70**: 55-459.
- Seçer, S., Seçer, S., 2007. *Anadolu'nun Özgün Hayvanları*, **78**(4): 75-76.
- Shin, So-H., Chang, Y., Lacroix, M., Han, J., 2017. Control of microbial growth and lipid oxidation on beef product using an apple peel-based edible coating treatment. *LWT - Food Science and Technology* **84**: 183-188.
- Serdaroğlu, M., Felekoğlu, E., 2005. Effect of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. *Journal of Food Quality* **28**: 109-120.
- Soares, N. M., Mendes, T. S., Vicente, A. A., 2013. Effect of chitosan-based solutions applied as edible coatings and water glazing on frozen salmon preservation. *Journal of Food Engineering*, **119**: 316-323.
- Sorrentino A., Gorrasi G., V. Vittoria., 2007. Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. *Trends Food Sci. Technol.*, **18**: 84-95.
- Song, H. Y., Shin, Y. J., Song, K. B., 2012. Preparation of a barley bran protein–gelatin composite film containing grapefruit seed extract and its application in salmon packaging. *Journal of Food Engineering*, **113**, 542-547.
- Souza, B.W.S., Cerqueira, M.A., Ruiz, H.A., Martins, J.T., Casariego, A., Teixeira, J.A., Vicente, A.A., 2010. Effect of Chitosan-Based Coatings on the Shelf Life of Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**: 11456-11462.
- Stammen K, Gerdes D, Caporaso F., 1990. Modified atmosphere packing of seafood. *Food Science Nutrition*, **29**(5): 301-331.
- Süzek, H., 1994 Van Gölü'nde Yaşayan İnci Kefali (*Chalcalburnus Tarichi*) Balığı ve Su Piresi (*Daphnia Sp.*) için Deterjan Kirliliğinin Etkisi. *Ekoloji*, **10**: 26-27
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Yonathan, M., 1960. Distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods. *J of American Oil Chemistry Society* **37**: 44-8.
- Turhan, S., Evren, M., Yazıcı, F., 2001. Shelf-Life of Refrigerated Raw Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Patties. E. U. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **18**(3-4): 391-398.
- USFDA., 2013. GRAS notice inventory. GRN, No. 397, www.fda.gov.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*, **17**: 174.
- Villegas, R., O'connor, T. P., Kerry, J. P., Buckley, D. J., 1999. Effect of gelatin dip on the oxidative and colour stability of cooked ham and bacon pieces during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*, **34**:385-389.
- Whitman, G. R., Weston, Rosenthal, H., 1971. General foods corp., assignee. *Process of coating food. U.S. Patent*, **3**: 556-814.

- Yassın, N. M. N., Abou-Taleb, M., 2007. Antioxidant and antimicrobial effects of Marjoram and thyme in coated refrigerated semifried mull et fish fillets. *World Journal Dairy & Food Science*, **2**(1): 1-9.
- Yetim, T., 2011. *İç Zarı Ayrılmış ve Ayrılmamış Fındıklardan Elde Edilen Yağların Oksidasyon Stabilitésinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Yuan, G. F., Lv, H., Tang, W. Y., Zhang, X. J., Sun, H. Y., 2016a. Effect of chitosan coating combined with pomegranate peel extract on the quality of Pacific white shrimp during iced storage. *Food Control*, **59**: 818–823.





EKLER

Ek 1. Depolama kaybının belirlenmesi (%)

	1	3	5	7	10	15
K	2.12 ±0.38 ^{Bd}	3.07 ±0.34 ^{ABcd}	3.45 ±0.19 ^{Accl}	4.59 ±0.24 ^{ABbc}	6.03 ±0.66 ^{ABb}	10.35 ±0.96 ^{Ba}
JK	3.63 ±0.54 ^{ABcd}	1.70 ±0.4 ^{Bd}	3.24 ±0.02 ^{Accl}	4.07 ±0.76 ^{Bc}	7.69 ±0.81 ^{ABb}	15.57 ±0.35 ^{Aa}
JKB	2.89 ±0.75 ^{ABc}	2.82 ±0.73 ^{ABc}	3.22 ±0.13 ^{Ac}	3.48 ±0.37 ^{Bc}	5.83 ±0.11 ^{Bb}	11.53 ±0.64 ^{Ba}
JKB2	4.78 ±0.73 ^{ABbc}	2.55 ±0.67 ^{ABc}	4.53 ±0.63 ^{ABc}	6.75 ±0.91 ^{Ab}	6.12 ±0.9 ^{ABb}	12.85 ±0.43 ^{Ba}
JKBY	4.96 ±0.93 ^{Ac}	4.05 ±0.23 ^{Ac}	4.40 ±0.56 ^{Ac}	5.04 ±0.14 ^{ABc}	8.50 ±0.32 ^{Ab}	12.04 ±0.74 ^{Ba}

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Aynı örnekte depolama süresince oluşan önemli fark aynı satırda farklı küçük harfle, aynı günde örnekler arasındaki önemli fark ise aynı sütunda farklı büyük harfle belirtilmiştir (P<0.05). K: Kontrol grubu, JK: Jelatin+Kitosan solüsyonu ile kaplanmış balık grubu, JKB: Jelatin+Kitosan+Biberiye ekstraktı solüsyonu ile kaplanmış grup, JKB2: Jelatin+Kitosan+Biberiye ekstraktı solüsyonu ile kaplanmış grup, JKBY: Jelatin+Kitosan+Biberiye yağı solüsyonu ile kaplanmış balık.

Ek 2. pH değerindeki belirlenmesi

	0	1	3	5	7	10	15
K	6.80 ±0.01 ^{Dd}	7.00 ±0.01 ^{Aa}	6.76 ±0.01 ^{Dc}	6.88 ±0.01 ^{Cc}	6.88 ±0.01 ^{Cc}	6.91 ±0.01 ^{Db}	6.92 ±0.01 ^{Cb}
JK	6.88 ±0.01 ^{Bc}	6.73 ±0.01 ^{Cd}	7.05 ±0.01 ^{Ab}	7.05 ±0.01 ^{Bb}	7.03 ±0.01 ^{Bb}	7.20 ±0.00 ^{Aa}	7.03 ±0.01 ^{Bb}
JKB	6.71 ±0.01 ^{Ed}	6.66 ±0.01 ^{De}	7.06 ±0.01 ^{Ab}	7.04 ±0.01 ^{Bc}	7.19 ±0.01 ^{Aa}	7.19 ±0.01 ^{Aa}	7.05 ±0.01 ^{Abc}
JKB2	6.90 ±0.01 ^{Ab}	6.88 ±0.01 ^{Be}	6.88 ±0.01 ^{Bc}	6.90 ±0.01 ^{Cbc}	6.89 ±0.01 ^{Cbc}	7.12 ±0.01 ^{Ba}	6.85 ±0.01 ^{Dd}
JKBY	6.84 ±0.01 ^{Cd}	6.65 ±0.01 ^{Df}	6.84 ±0.01 ^{Cd}	7.26 ±0.01 ^{Aa}	6.88 ±0.01 ^{Cc}	7.05 ±0.01 ^{Cb}	6.78 ±0.01 ^{Ee}

Ek 3. L* değerindeki değişimler

	0	1	3	5	7	10	15
K	52.80 ±0.60 ^{Cc}	56.58 ±0.46 ^{Aab}	47.12 ±0.57 ^{Dd}	56.00 ±0.21 ^{Cb}	56.95 ±0.21 ^{Bab}	57.69 ±0.43 ^{Ba}	56.51 ±0.38 ^{Bab}
JK	55.03 ±0.44 ^{Bd}	57.19 ±0.27 ^{Ac}	53.76 ±0.28 ^{Cc}	58.37 ±0.48 ^{Ab}	58.31 ±0.20 ^{Ab}	60.44 ±0.31 ^{Aa}	58.65 ±0.21 ^{Ab}
JKB	53.68 ±0.62 ^{BCde}	56.75 ±0.66 ^{Ac}	53.07 ±0.54 ^{Cc}	59.19 ±0.36 ^{Aab}	58.19 ±0.34 ^{Ab}	60.05 ±0.25 ^{Aa}	54.77 ±0.53 ^{Cd}
JKB2	53.22 ±0.75 ^{Cb}	57.11 ±0.97 ^{Aa}	57.00 ±0.13 ^{Ba}	57.27 ±0.33 ^{Ba}	56.76 ±0.36 ^{Ba}	57.32 ±0.36 ^{Ba}	53.44 ±0.68 ^{Db}
JKBY	58.28 ±0.76 ^{Aab}	55.85 ±0.82 ^{Ac}	59.22 ±0.78 ^{Aa}	56.64 ±0.53 ^{BCc}	58.72 ±0.21 ^{Aa}	57.05 ±0.29 ^{Bbc}	52.41 ±0.11 ^{Dd}

Ek 4. a* değerindeki değişimler

	0	1	3	5	7	10	15
K	0.60 ±0.04 ^{Ae}	1.18 ±0.06 ^{Ab}	-1.87 ±0.03 ^{Eg}	-0.23 ±0.02 ^{Bf}	0.88 ±0.05 ^{Ad}	1.35 ±0.04 ^{Aa}	1.00 ±0.04 ^{Cc}
JK	-0.32 ±0.06 ^{Dd}	0.51 ±0.05 ^{Db}	1.10 ±0.02 ^{Ca}	-0.35 ±0.05 ^{Cd}	0.32 ±0.02 ^{Cc}	0.47 ±0.02 ^{Db}	0.55 ±0.03 ^{Eb}
JKB	0.33 ±0.04 ^{Bd}	0.98 ±0.04 ^{Bb}	2.57 ±0.03 ^{Aa}	0.27 ±0.03 ^{Ad}	0.67 ±0.06 ^{Bc}	0.26 ±0.01 ^{Ed}	0.68 ±0.01 ^{Dc}
JKB2	0.14 ±0.01 ^{Cd}	0.81 ±0.07 ^{Cc}	0.82 ±0.06 ^{Dc}	-0.49 ±0.05 ^{Df}	-0.18 ±0.01 ^{De}	1.09 ±0.01 ^{Bb}	1.67 ±0.03 ^{Aa}
JKBY	-0.24 ±0.05 ^{Dd}	0.46 ±0.04 ^{Dc}	1.32 ±0.06 ^{Ba}	-0.75 ±0.01 ^{Ef}	-0.34 ±0.02 ^{Ee}	0.96 ±0.02 ^{Cb}	1.28 ±0.01 ^{Ba}

Ek 5. b* değerindeki değişimler

	0	1	3	5	7	10	15
K	14.27 ±0.83 ^{Ab}	15.18 ±0.26 ^{Aab}	10.77 ±0.26 ^{Cc}	15.27 ±0.26 ^{Aab}	15.37 ±0.45 ^{ABab}	14.90 ±0.42 ^{Bab}	15.88 ±0.38 ^{Aa}
JK	12.23 ±0.57 ^{Be}	13.82 ±0.58 ^{BCd}	14.51 ±0.31 ^{ABcd}	15.24 ±0.27 ^{Abc}	16.30 ±0.37 ^{Aab}	16.55 ±0.14 ^{Aa}	16.25 ±0.26 ^{Aab}
JKB	14.74 ±0.32 ^{Abc}	14.00 ±0.67 ^{ABCc}	14.94 ±0.61 ^{ABbc}	15.72 ±0.32 ^{Aab}	16.15 ±0.44 ^{Aa}	16.61 ±0.12 ^{Aa}	16.36 ±0.23 ^{Aa}
JKB2	13.93 ±0.45 ^{Ad}	14.75 ±0.36 ^{ABbcd}	14.14 ±0.13 ^{Bcd}	15.30 ±0.83 ^{Aabc}	15.93 ±0.30 ^{ABab}	16.41 ±0.14 ^{Aa}	16.26 ±0.61 ^{Aa}
JKBY	13.95 ±0.32 ^{Ad}	12.79 ±0.28 ^{Ce}	15.38 ±0.67 ^{Abc}	14.66 ±0.29 ^{Acd}	15.16 ±0.08 ^{Bbc}	16.58 ±0.31 ^{Aa}	15.93 ±0.60 ^{Aab}

Ek 6. ΔE değerindeki değişimler

	0-1	0-3	0-5	0-7	0-10	0-15
K	3.98 ±0.56 ^{Abc}	6.81 ±0.32 ^{Aa}	3.45 ±0.41 ^{BCc}	4.32 ±0.64 ^{Abc}	5.00 ±0.70 ^{Bb}	4.20 ±0.31 ^{BCbc}
JK	2.77 ±0.46 ^{Ac}	2.81 ±0.59 ^{BCc}	4.54 ±0.18 ^{ABb}	5.25 ±0.75 ^{Ab}	6.96 ±0.30 ^{Aa}	5.43 ±0.65 ^{ABb}
JKB	3.28 ±0.55 ^{AcD}	2.44 ±0.06 ^{Cd}	5.61 ±0.59 ^{Aab}	4.76 ±0.57 ^{Abc}	6.65 ±0.76 ^{Aa}	2.18 ±0.56 ^{Dd}
JKB2	4.07 ±0.70 ^{Aa}	3.87 ±0.85 ^{Ba}	4.37 ±1.12 ^{ABa}	4.07 ±1.12 ^{Aa}	4.89 ±0.55 ^{Ba}	3.07 ±0.66 ^{CDa}
JKBY	2.71 ±1.67 ^{Ab}	2.04 ±0.40 ^{Cb}	2.05 ±0.76 ^{Cb}	1.34 ±0.52 ^{Bb}	3.07 ±0.26 ^{Cb}	6.34 ±0.44 ^{Aa}

Ek 7. Tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı tayini (mg MDA/kg)

	0	1	3	5	7	10	15
K	0.35 ±0.02 ^{Ae}	0.12 ±0.00 ^{Bg}	0.52 ±0.01 ^{Bb}	0.28 ±0.01 ^{Ef}	0.43 ±0.01 ^{Dd}	0.48 ±0.00 ^{Bc}	1.05 ±0.01 ^{Aa}
JK	0.19 ±0.02 ^{Bd}	0.19 ±0.00 ^{Ad}	0.32 ±0.01 ^{Cc}	0.48 ±0.01 ^{Cb}	0.54 ±0.00 ^{Ba}	0.51 ±0.01 ^{Aab}	0.55 ±0.00 ^{Da}
JKB	0.05 ±0.01 ^{Ce}	0.02 ±0.01 ^{Ce}	0.02 ±0.01 ^{Ee}	0.33 ±0.01 ^{Dd}	0.37 ±0.02 ^{Ec}	0.50 ±0.02 ^{ABb}	0.89 ±0.00 ^{Ba}
JKB2	0.06 ±0.01 ^{Cg}	0.13 ±0.02 ^{Bf}	0.20 ±0.01 ^{De}	0.63 ±0.00 ^{Ab}	0.50 ±0.00 ^{Cc}	0.35 ±0.00 ^{Dd}	1.03 ±0.00 ^{Aa}
JKBY	0.06 ±0.01 ^{Cf}	0.04 ±0.01 ^{Cf}	0.93 ±0.02 ^{Aa}	0.52 ±0.02 ^{Bd}	0.65 ±0.00 ^{Ac}	0.39 ±0.01 ^{Ce}	0.74 ±0.01 ^{Cb}

Ek 8. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarı tayini (mg/100g)

	0	1	3	5	7	10	15
K	15.10 ±0.67 ^{Ag}	16.61 ±0.45 ^{Bf}	26.24 ±0.54 ^{Be}	34.02 ±0.66 ^{Dd}	57.68 ±0.59 ^{Bb}	51.25 ±0.31 ^{Ec}	88.70 ±0.33 ^{Da}
JK	13.16 ±0.27 ^{Bg}	15.17 ±0.36 ^{Cf}	25.87 ±0.31 ^{Be}	45.78 ±0.14 ^{Ad}	57.41 ±0.47 ^{Bb}	56.53 ±0.23 ^{Dc}	102.30 ±0.28 ^{Ba}
JKB	13.50 ±0.43 ^{Bg}	15.23 ±0.56 ^{Cf}	29.84 ±0.46 ^{Ae}	42.96 ±0.39 ^{Bd}	56.39 ±0.51 ^{Bc}	67.99 ±0.77 ^{Bb}	101.48 ±0.51 ^{Ba}
JKB2	11.85 ±0.06 ^{Cg}	19.48 ±0.42 ^{Af}	26.26 ±0.55 ^{Be}	43.21 ±0.09 ^{Bd}	60.53 ±0.69 ^{Ac}	70.16 ±0.64 ^{Ab}	108.96 ±0.27 ^{Aa}
JKBY	13.19 ±0.26 ^{Bg}	14.68 ±0.27 ^{Cf}	24.52 ±0.55 ^{Ce}	37.74 ±0.16 ^{Cd}	53.05 ±0.29 ^{Cc}	61.58 ±0.07 ^{Cb}	92.02 ±0.67 ^{Ca}

Ek 9. Trimetilamin (TMA) değerinde meydana gelen değişimler (mg/100g)

	0	1	3	5	7	10	15
K	1.72 ±0.05 ^{Af}	1.76 ±0.06 ^{Bf}	3.06 ±0.06 ^{Ad}	2.46 ±0.03 ^{De}	4.13 ±0.06 ^{Cc}	4.89 ±0.04 ^{Db}	8.17 ±0.06 ^{Da}
JK	1.63 ±0.02 ^{ABf}	0.78 ±0.03 ^{Eg}	1.97 ±0.06 ^{Ee}	2.63 ±0.02 ^{Cd}	4.73 ±0.03 ^{Ac}	5.73 ±0.04 ^{Ab}	8.74 ±0.02 ^{Ca}
JKB	1.57 ±0.04 ^{BCe}	1.35 ±0.02 ^{Df}	2.31 ±0.06 ^{Cd}	2.83 ±0.06 ^{Bc}	4.67 ±0.06 ^{ABb}	4.67 ±0.03 ^{Eb}	9.20 ±0.06 ^{Ba}
JKB2	1.69 ±0.06 ^{Ag}	1.97 ±0.05 ^{Af}	2.16 ±0.03 ^{De}	2.50 ±0.04 ^{Dd}	4.56 ±0.03 ^{Bc}	5.39 ±0.05 ^{Bb}	9.81 ±0.06 ^{Aa}
JKBY	1.47 ±0.02 ^{Cf}	1.54 ±0.03 ^{Cf}	2.66 ±0.05 ^{Be}	3.02 ±0.03 ^{Ad}	4.03 ±0.06 ^{Cc}	5.15 ±0.05 ^{Cb}	7.58 ±0.04 ^{Ea}

Ek 10. Serbest yağ asidi miktarı tayini (% oleik asit)

	0	1	3	5	7	10	15
K	5.27 ±0.06 ^{Bb}	4.63 ±0.25 ^{Ac}	4.15 ±0.07 ^{CDd}	5.33 ±0.02 ^{Bb}	4.46 ±0.09 ^{Cc}	4.64 ±0.02 ^{Dc}	6.94 ±0.04 ^{Ca}
JK	5.27 ±0.12 ^{Bd}	4.51 ±0.07 ^{ABe}	4.45 ±0.13 ^{Be}	5.31 ±0.14 ^{Bd}	7.07 ±0.12 ^{Ac}	9.23 ±0.20 ^{Aa}	8.50 ±0.08 ^{Ab}
JKB	5.93 ±0.20 ^{Ac}	4.46 ±0.05 ^{ABd}	4.17 ±0.02 ^{Ce}	4.12 ±0.09 ^{Ce}	6.78 ±0.05 ^{Ab}	7.78 ±0.10 ^{Ba}	6.92 ±0.05 ^{Cb}
JKB2	5.60 ±0.32 ^{ABb}	4.24 ±0.09 ^{BCd}	5.13 ±0.10 ^{Ac}	5.69 ±0.06 ^{Ab}	5.28 ±0.11 ^{Bbc}	5.63 ±0.13 ^{Cb}	7.20 ±0.07 ^{Ba}
JKBY	5.51 ±0.21 ^{ABb}	3.88 ±0.13 ^{Ce}	3.92 ±0.08 ^{De}	5.20 ±0.05 ^{Bbc}	4.52 ±0.17 ^{Cd}	5.92 ±0.06 ^{Ca}	4.91 ±0.07 ^{Dc}

Ek 11. Peroksit miktarındaki değişimler (meq O₂/kg yağ)

	0	1	3	5	7	10	15
K	6.87 ±0.23 ^{Ab}	5.71 ±0.26 ^{Ac}	8.89 ±0.60 ^{Aa}	5.32 ±0.26 ^{ABc}	8.31 ±0.32 ^{Aa}	9.19 ±0.25 ^{Aa}	6.71 ±0.29 ^{Ab}
JK	5.66 ±0.19 ^{Cb}	4.92 ±0.06 ^{Bc}	5.55 ±0.15 ^{Cb}	5.77 ±0.18 ^{Ab}	5.75 ±0.14 ^{Bb}	7.11 ±0.10 ^{Ba}	5.91 ±0.15 ^{Bb}
JKB	6.31 ±0.09 ^{Ba}	4.11 ±0.08 ^{Cd}	5.71 ±0.22 ^{Cbc}	5.27 ±0.20 ^{ABc}	6.04 ±0.34 ^{Bab}	5.82 ±0.13 ^{Cabc}	5.28 ±0.30 ^{BCc}
JKB2	5.64 ±0.16 ^{Cab}	4.68 ±0.22 ^{Bd}	5.80 ±0.08 ^{Ca}	5.29 ±0.05 ^{ABbc}	4.91 ±0.07 ^{Ccd}	5.89 ±0.06 ^{Ca}	4.79 ±0.31 ^{Cd}
JKBY	5.98 ±0.19 ^{BCb}	4.97 ±0.04 ^{Bd}	7.84 ±0.26 ^{Ba}	5.14 ±0.23 ^{Bcd}	5.79 ±0.17 ^{Bb}	5.57 ±0.20 ^{Cbc}	5.50 ±0.24 ^{BCbcd}

Ek 12. Konjuge dien miktarındaki değişimler

	0	1	3	5	7	10	15
K	4.63 ±0.06 ^{Cc}	6.34 ±0.08 ^{Bc}	7.47 ±0.06 ^{Aa}	5.92 ±0.05 ^{Bd}	7.14 ±0.04 ^{Bb}	6.37 ±0.09 ^{Bc}	5.88 ±0.08 ^{Dd}
JK	6.87 ±0.06 ^{Bc}	6.38 ±0.09 ^{Be}	5.88 ±0.06 ^{Bf}	6.31 ±0.05 ^{Ae}	6.62 ±0.09 ^{Cd}	7.57 ±0.05 ^{Ab}	7.82 ±0.07 ^{Aa}
JKB	7.62 ±0.09 ^{Aa}	7.06 ±0.06 ^{Ac}	6.43 ±0.05 ^{Ce}	5.18 ±0.07 ^{Cg}	7.40 ±0.02 ^{Ab}	5.63 ±0.08 ^{Df}	6.70 ±0.02 ^{Bd}
JKB2	6.80 ±0.05 ^{Ba}	6.07 ±0.06 ^{Cc}	5.81 ±0.05 ^{Cd}	4.88 ±0.08 ^{De}	4.28 ±0.04 ^{Ef}	5.83 ±0.04 ^{Cd}	6.26 ±0.06 ^{Cb}
JKBY	7.61 ±0.09 ^{Aa}	5.52 ±0.05 ^{Dcd}	5.89 ±0.08 ^{Cb}	4.68 ±0.05 ^{Ef}	5.31 ±0.04 ^{De}	5.34 ±0.05 ^{Ede}	5.62 ±0.08 ^{Ec}

Ek 13. Konjuge trien miktarındaki değişimler

	0	1	3	5	7	10	15
K	0.45 ±0.01 ^{Cc}	0.69 ±0.00 ^{Dc}	1.27 ±0.01 ^{Aa}	0.66 ±0.01 ^{Ac}	0.62 ±0.01 ^{Ad}	0.73 ±0.03 ^{Ab}	0.24 ±0.01 ^{BCf}
JK	1.03 ±0.00 ^{Ab}	1.19 ±0.01 ^{Ba}	0.52 ±0.01 ^{Cd}	0.56 ±0.01 ^{Bc}	0.32 ±0.02 ^{Bf}	0.43 ±0.01 ^{Be}	0.26 ±0.02 ^{ABg}
JKB	1.03 ±0.01 ^{Ab}	1.63 ±0.01 ^{Aa}	0.60 ±0.01 ^{Bc}	0.33 ±0.01 ^{Cd}	0.28 ±0.02 ^{Ce}	0.22 ±0.01 ^{Df}	0.27 ±0.02 ^{Ae}
JKB2	1.03 ±0.01 ^{Ab}	1.07 ±0.01 ^{Ca}	0.61 ±0.01 ^{Bc}	0.24 ±0.01 ^{Ef}	0.27 ±0.01 ^{Ce}	0.33 ±0.01 ^{Cd}	0.21 ±0.00 ^{Cf}
JKBY	0.81 ±0.02 ^{Bb}	1.09 ±0.03 ^{Ca}	0.48 ±0.00 ^{Dc}	0.27 ±0.01 ^{Dd}	0.30 ±0.01 ^{BCd}	0.24 ±0.01 ^{De}	0.22 ±0.01 ^{Ce}

Ek 14. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı (log kob/g)

	0	1	3	5	7	10	15
K	4.44 ±0.06 ^{Bf}	5.02 ±0.08 ^{Ae}	7.01 ±0.02 ^{Ad}	7.73 ±0.05 ^{Ac}	7.99 ±0.02 ^{Ab}	7.98 ±0.03 ^{Cb}	8.29 ±0.05 ^{Aa}
JK	3.68 ±0.03 ^{Cf}	4.62 ±0.02 ^{Be}	6.88 ±0.03 ^{Bd}	7.02 ±0.03 ^{Cd}	7.31 ±0.05 ^{Dc}	7.95 ±0.07 ^{Cb}	8.31 ±0.01 ^{Aa}
JKB	3.52 ±0.02 ^{CDg}	4.61 ±0.04 ^{Bf}	7.06 ±0.02 ^{Ae}	7.28 ±0.03 ^{Bd}	7.62 ±0.03 ^{Cc}	8.50 ±0.03 ^{Aa}	8.29 ±0.02 ^{Ab}
JKB2	4.74 ±0.06 ^{Af}	5.04 ±0.06 ^{Ae}	6.73 ±0.05 ^{Cd}	7.43 ±0.07 ^{Bc}	7.69 ±0.01 ^{Cb}	7.98 ±0.03 ^{Ca}	8.00 ±0.05 ^{Ba}
JKBY	3.45 ±0.03 ^{Dg}	4.24 ±0.09 ^{Cf}	7.03 ±0.01 ^{Ae}	7.26 ±0.06 ^{Bd}	7.82 ±0.06 ^{Bb}	8.31 ±0.01 ^{Ba}	7.62 ±0.01 ^{Cc}

Ek 15. Toplam psikrofil bakteri (PB) sayısı (log kob/g)

	0	1	3	5	7	10	15
K	4.72 ±0.03 ^{Ae}	5.98 ±0.03 ^{Ad}	7.58 ±0.06 ^{Ac}	8.28 ±0.09 ^{Ab}	8.34 ±0.05 ^{Aab}	8.54 ±0.02 ^{BCa}	8.52 ±0.05 ^{Ba}
JK	3.74 ±0.06 ^{Dg}	5.53 ±0.01 ^{Cf}	7.33 ±0.02 ^{Be}	7.81 ±0.05 ^{BCd}	8.09 ±0.02 ^{BCc}	8.41 ±0.10 ^{Cb}	8.81 ±0.05 ^{Aa}
JKB	4.34 ±0.04 ^{Bf}	5.42 ±0.02 ^{Ce}	7.52 ±0.08 ^{ABd}	7.93 ±0.04 ^{Bc}	7.94 ±0.05 ^{Cc}	8.83 ±0.02 ^{Aa}	8.50 ±0.03 ^{Bb}
JKB2	4.42 ±0.02 ^{Bf}	5.75 ±0.04 ^{Be}	7.32 ±0.05 ^{Bd}	7.65 ±0.06 ^{CDc}	8.14 ±0.01 ^{Bb}	8.45 ±0.03 ^{BCa}	7.78 ±0.05 ^{Dc}
JKBY	4.16 ±0.02 ^{Cf}	4.93 ±0.04 ^{De}	7.44 ±0.02 ^{ABd}	7.41 ±0.03 ^{Dd}	8.33 ±0.04 ^{Ab}	8.66 ±0.06 ^{ABa}	7.99 ±0.01 ^{Cc}

ÖZ GEÇMİŞ

Doğukan Özay 1992 yılında Malatya’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Malatya’da tamamladı. 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden başarıyla mezun olarak ‘Gıda Mühendisi’ ünvanı almaya hak kazandı. 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 30/07/2019

Tez Başlığı / Konusu:

**JELATİN VE KİTOSAN BAZLI YENİLEBİLİR AKTİF KAPLAMANIN İNCİ
KEFALİ KALİTESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 65 sayfalık kısmına ilişkin, 30/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 16 (On Altı) dır.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.


Doğukan ÖZAY
30.07.2019

Adı Soyadı: Doğukan ÖZAY
Öğrenci No: 169101084
Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği
Programı: Gıda Mühendisliği
Statüsü: Y. Lisans

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Doç. Dr. Gökhan BORAN



(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)