İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DUMANLANMIŞ BALIĞIN KALİTESİNDE ALJİNAT KAPLAMANIN ETKİSİ

Su Ürünleri Mühendisi Murat YEŞİLTAŞ
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı
İşleme Teknolojisi Programı

Danışman
Prof. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN

Mayıs, 2012

İSTANBUL

Bu çalışma 11/05/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İşleme Teknolojisi programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof.Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN
Danışman Adı (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Prof.Dr. Sühendan MOL TOKAY
Jüri Adı
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Prof.Dr. Taçnur BAYGAR
Jüri Adı
Muğla Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Yard.Doç.Dr.Didem ÜÇOK ALAKAVUK
Jüri Adı
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Yard.Doç.Dr. Ş. Yasemin TOSUN
Jüri Adı
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 6731 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım çok değerli hocam Prof. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN'e gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tezimi "Dumanlanmış Balığın Kalitesinde Aljinat Kaplamanın Etkisi" isimli 6731 No`lu proje ile maddi olarak destekleyen İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine,

İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölüm Başkanı Prof. Dr. Özkan ÖZDEN nezdinde tüm öğretim üye ve elemanlarına,

Laboratuvar çalışmalarında özverili yardımlarından dolayı, arkadaşım Selin AKÇAY'a ve Seda DURSUN'a

Çalışmamın her aşamasında manevi desteklerini esirgemeyen annem, babama ve sevgili kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2012 **Murat YEŞİLTAŞ**

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **i**

İÇİNDEKİLER ..... **ii**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **v**

TABLO LİSTESİ ..... **vii**

SEMBOL LİSTESİ ..... **ix**

ÖZET ..... **x**

SUMMARY ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. GENEL KISIMLAR **4**

2.1. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ **5**

2.1.1. DUMANLANMIŞ ÜRÜN TANIMI **5**

2.1.2. DUMAN ELDESİ VE DUMAN BİLEŞİMİ **6**

2.1.3. DUMANLAMA İŞLEM BASAMAKLARI **7**

2.1.3.1. Materyal *7*

2.1.3.2. Ön Tuzlama *7*

2.1.3.3. Tuzlama *7*

2.1.3.4. Kurutma *8*

2.1.3.5. Pişirme *8*

2.1.3.6. Dumanlama *8*

2.1.3.7. Dumanlanmış Ürünlerde Ambalaj ve Depolama *10*

2.1.4. DUMANLANMIŞ SU ÜRÜNLERİ **11**

2.1.5. DUMANLANMIŞ ÜRÜNLERDE KALİTE VE KALİTE KAYBI **11**

2.1.5.1. Dumanlanmış Balıkta Kalite *11*

2.1.5.2. Dumanlanmış Balıkta Kaliteyi Etkileyen Faktörler *12*

2.1.5.3. Dumanlanmış Balıkta Bozulma 12
2.1.5.4. Dumanlanmış Balıkta Bozulmayı Etkileyen Faktörler 12
2.1.6. YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR 14
2.1.6.1. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Uygulama Alanları 17
2.1.6.2. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Sahip Olması Gereken Özellikler ...19
2.1.6.3. Doğal Biyopolimer Tabanlı Ambalaj Malzemelerinin Avantajları 19
2.1.6.4. Doğal Biyopolimer Tabanlı Ambalaj Malzemelerinin Dezavantajları 20
2.1.7. POLİSAKKARİT BAZLI YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR 21
2.1.7.1. Aljinat Bazlı Yenilebilir Kaplamalar 21
2.1.7.2. Aljinatın Kullanım Alanları 24
2.1.7.3. Aljinat Bazlı Yenilebilir Kaplamalar İle İlgili Uygulamalar.....26
3. MALZEME VE YÖNTEM.....31
3.1. MALZEME 31
3.1.1. Sodyum Aljinat Temini ve Sodyum Aljinat Solüsyonlarının Hazırlanması 31
3.1.2. Dumanlanmış Materyalin Hazırlanması 34
3.1.3. Dumanlama Ünitesi ve Dumanlama İşlemi 34
3.1.4. Sodyum Aljinat Kaplama Uygulanması ve Vakum Paketleme 38
3.2. YÖNTEM 40
3.2.1. Duyusal Analiz 40
3.2.2. Mikrobiyolojik Analizler 40
3.2.2.1. Mezofilik Aerobik Bakteri Yükünün Belirlenmesi 41
3.2.2.2. Psikrotrofik Bakteri Yükünün Belirlenmesi 41
3.2.2.3. Anaerobik Bakteri Yükünün Belirlenmesi 41
3.2.2.4. Anaerobik Sülfit İndirgeyici Clostridium sp. Yükünün Belirlenmesi 41
3.2.2.5. Maya-Küf Yükünün Belirlenmesi 41
3.2.3. Kimyasal Analizler 42
3.2.3.1. Kimyasal Kompozisyon Analizleri 42
3.2.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarının Belirlenmesi 42
3.2.3.3. Trimetilamin Azot (TMA-N) Miktarının Belirlenmesi 43
3.2.3.4. Tiyobarbitürik Asit İndeksinin (TBA) Belirlenmesi 44

3.2.3.5. Serbest Yağ Asidi (FFA) Miktarının Belirlenmesi 46
3.2.4. İstatistiksel Analiz 46
4. BULGULAR 47
4.1. HAMMADDE BULGULARI 47
4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI 47
4.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI 54
4.3.1. Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları 54
4.3.2. Psikrotrofik Bakteri Bulguları 56
4.3.3. Anaerobik Bakteri Bulguları 57
4.3.4. *Clostridium spp.* Bulguları 59
4.3.5. Maya-Küf Bulguları 60
4.4. KİMYASAL ANALİZ BULGULARI 62
4.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları 62
4.4.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Bulguları 63
4.4.3. Tiyobarbitürik Asit İndeksi (TBA) Bulguları 65
4.4.4. Serbest Yağ Aistleri (FFA) Bulguları 66
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 68
5.1. HAMMADDE ANALİZ SONUÇLARI 68
5.2. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI 69
5.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI 71
5.4. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI 75
5.5. SONUÇ 81
KAYNAKÇA 82
ÖZGEÇMİŞ 101

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Yenilebilir film ve kaplama bileşenleri 16
Şekil 2.2 : Sodyum aljinat üretim şeması 22
Şekil 2.3 : Sodyum aljinatın moleküler yapısı 23
Şekil 2.4 : Aljinatı oluşturan bileşenler 23
Şekil 3.1 : Gökkuşağı alabalığı(*Onchorynchus mykiss*) 31
Şekil 3.2 :Sıcak dumanlanmış, aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş alabalık hazırlanması 33
Şekil 3.3 : Tuz solüsyonu içindeki alabalıklar 35
Şekil 3.4 : Dumanlama fırınına yerleştirilmiş alabalıklar 36
Şekil 3.5 : Sıcak dumanlanmış alabalıklar 37
Şekil 3.6 : Sodyum aljinat uygulanmış sıcak dumanlanmış alabalık filetoları 39
Şekil 3.7 : Vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalıklar 39
Şekil 3.8 : Destilasyon cihazı 43
Şekil 3.9 : TMA ve TBA spektrofotometrik ölçümleri 45
Şekil 4.1 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler 48
Şekil 4.2 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler 50
Şekil 4.3 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (tat) meydana gelen değişimler 51
Şekil 4.4 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (doku) meydana gelen değişimler 52
Şekil 4.5 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde meydana gelen değişimler 54
Şekil 4.6 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri yükü değerinde meydana gelen değişimler 55
Şekil 4.7 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında toplam psikrofilik bakteri yükü değerinde meydana gelen değişimler 57
Şekil 4.8 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında toplam anaerob bakteri yükü değerinde meydana gelen değişimler 58

Şekil 4.9 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında *Clostridium* spp. değerinde meydana gelen değişimler..... 60
Şekil 4.10 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında maya-küf değerinde meydana gelen değişimler..... 61
Şekil 4.11 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında TVB-N değerinde meydana gelen değişimler..... 63
Şekil 4.12 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında TMA-N değerinde meydana gelen değişimler..... 64
Şekil 4.13 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında TBA değerinde meydana gelen değişimler..... 66
Şekil 4.14 : Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında FFA değerinde meydana gelen değişimler..... 67

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 : Duyusal analiz tablosu..... 40
Tablo 4.1 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler 48
Tablo 4.2 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler..... 49
Tablo 4.3 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (tat) meydana gelen değişimler..... 51
Tablo 4.4 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (doku) meydana gelen değişimler..... 52
Tablo 4.5 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde meydana gelen değişimler..... 53
Tablo 4.6 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri yükü değerinde meydana gelen değişimler 55
Tablo 4.7 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında toplam psikrofilik bakteri yükü değerinde meydana gelen değişimler 56
Tablo 4.8 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında toplam anaerob bakteri yükü değerinde meydana gelen değişimler 58
Tablo 4.9 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında *Clostridium* spp. değerinde meydana gelen değişimler..... 59
Tablo 4.10 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında maya-küf değerinde meydana gelen değişimler..... 61
Tablo 4.11 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında TVB-N değerinde meydana gelen değişimler 62
Tablo 4.12 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında TMA-N değerinde meydana gelen değişimler 64

Tablo 4.13 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında TBA değerinde meydana gelen değişimler 65
Tablo 4.14 **:** Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında FFA değerinde meydana gelen değişimler 67

SEMBOL LİSTESİ

µL : Mikrolitre

BHT : Butylated hydroxytoluene

dk : Dakika

g/L : gram / litre

Kob : Koloni oluşturan birim

Log : Logaritma

MDA : Malondialdehit

mL : Mililitre

ºC : Santigrad derece

p< : İstatistik değer (önemli)

p> : İstatistik değer (önemsiz)

PS : Peroksit sayısı

TBA : Tiyobarbitürik asit

TEP :1,1,3,3-tetraethoxy-propane

TCA : Triklorasetikasit

TMA-N : Trimetilamin azot

TMAO : Trimetilaminoksit

TVB-N : Toplam uçucu bazik azot

Na-aljinat: Sodyum aljinat

Ca-aljinat: Kalsiyum aljinat

FDA: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi

FAO: Amerikan Gıda ve Tarım Organizasyonu

GRAS: (Generally Recommended as Safe) Genellikle güvenilir olarak kabul gören madde

ÖZET

DUMANLANMIŞ BALIĞIN KALİTESİNDE ALJİNAT KAPLAMANIN ETKİSİ

Bu çalışmanın amacı, soğukta depolanan (2±2 ºC) farklı konsantrasyonlarda sodyum aljinat [%1 (AL1), %2 (AL2), %3 (AL3) ve kekik yağı katkılı %3 (AL3K)] içeren kaplamalar uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının kalitesi ve raf ömrünün belirlenmesidir.

Duyusal, mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde kontrol grubu örneklerin 2 hafta, AL1 grubu örneklerin 3 hafta, AL2 grubu örneklerin 4 hafta, AL3-AL3K grubu örneklerin 5 hafta süreyle vakum ambalaj içinde tüketilebilir kalitede bulunduğu ve bundan sonra bozulmuş oldukları tespit edilmiştir.

AL3 ve AL3K grubu örneklerde kontrol grubu örneklerine kıyasla daha düşük mikroorganizma yükü, daha düşük TVB-N, TMA-N, TBA, FFA değerleri belirlenmiştir.

AL3K grubu kaplamaların sıcak dumanlanmış balık ürünlerinde lipit oksidasyonunun engellenmesinde iyi bir oksijen bariyeri olduğu bulunmuştur. Yenilebilir kaplama olarak et ve et ürünlerinde başarılı sonuçlar veren aljinat kaplamaların vakum paket uygulaması ile kombineli olarak su ürünlerinde de başarılı sonuçlar verdiği bu tez çalışması ile ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Sodyum aljinat, yenilebilir kaplama, dumanlanmış balık, kalite, raf ömrü

SUMMARY

EFFECT OF ALGINATE COATING ON SMOKED FISH QUALITY

This study was carried out to evaluate the shelf life and quality of hot vacuum packaged smoked rainbow trout fillets coated by different concentration sodium alginate [1 % (AL1), 2 % (AL2), 3% (AL3) and 3% and thyme oil (AL3K)] stored at 2±2 ºC.

The results of this study indicate that the shelf-life of hot smoked rainbow trout fillets, as determined by overall acceptability sensory scores, microbiological data and chemical analysis result, is 2 week for control samples, 3 week for AL1 samples, 4 week for AL2 samples and 5 week AL3 and AL3K samples.

The results indicated that coating treatments retarded the decay of hot smoked rainbow trout compared to uncoated hot smoked rainbow trout. AL3 and AL3K samples more efficiently inhibited the growth of total viable counts than other samples. Lower TVB-N, TBA and FFA value is determined in AL3K group samples.

The lipid oxidation is important problem affecting the quality in this product. AL3K group coatings were found to be a good oxygen barrier in preventing lipid oxidation.

Alginate coatings in combination with vacuum packaging have been presented in this thesis gave successful results in the seafood.

Key words: Sodium alginate, edible coating, smoked fish, quality, shelf life

1. GİRİŞ

Su ürünleri, besleyiciliği ve fonksiyonel özellikleriyle insan gıdası olarak hep önemli sayılmış ve genel diyet önerileri içerisindeki yerini korumuştur (Hunter ve diğ., 2000, Dursun ve diğ., 2010, Alçiçek ve diğ., 2010). Balıkta vücudumuz için gerekli olan protein, yağ, vitaminler ve mineraller gibi tüm besin öğeleri bol miktarda bulunmaktadır (Erkan ve diğ., 2010). Balık, taze olarak bulunamadığı zamanlarda tüketebilmek, taze balığın pişirilmesi ile elde edilen lezzetlere ilave yeni tat ve sunumlar oluşturmak üzere tuzlama, kurutma, dumanlama gibi işleme yöntemleri uygulanmaktadır (Erkan, 2004).

Ülkemizde ve dünyada sıklıkla tercih edilen işlenmiş su ürünleri içerisinde dumanlanmış ürünler yer almaktadır. Gıda işleme yöntemlerinden dumanlama bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden biridir (Olley ve diğ., 1988, Che-Man ve Ramadas, 1998, Sunen ve diğ., 2003, Røra ve diğ., 2005, Stołyhwo ve Sikorski, 2005, Bilgin ve diğ., 2008). Özellikle et ve balık ürünlerini uzun süreli saklamak için tarihte farklı kültürler tarafından kullanılmıştır. Dumanlama işlemi ürünün görünüşünü daha cazip kılması, aromasını artırması ve dayanım ömrünü uzatması bakımından tercih edilmektedir (İzci ve Ertan, 2004). Dumanlama işleminin uygulanacağı ürünün tazeliği, ürünün türü, kimyasal bileşimi, uygulanan işlemde dumanın elde edildiği ağacın türü, dumanlama süresi, sıcaklığı, ambalaj şekli dumanlanmış ürününün depolama süresini ve kalitesini etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Bligh ve diğ., 1988, Pan, 1988, Poulter, 1988).

Dumanlanmış su ürünlerinin dayanım ömrü oldukça kısadır, dayanım ömrünü etkileyen faktörlerin başında ambalaj şekli gelmektedir. Piyasada sıklıkla uygulanan ambalaj şekli vakum ambalaj uygulamasıdır (Rørvik, 2000). Ayrıca modifiye atmosferle paketleme teknolojisi de dumanlanmış ürünlerde tercih edilen ambalaj uygulamaları arasında yer almaya başlamıştır (Dufresne ve diğ., 2000, Gram, 2001).

Son yıllarda tüketicilerin; besin değeri yüksek, lezzetli ve doğal gıdalara olan talepleri gıda teknolojisi alanında yapılan araştırmaların büyük bir bölümü'nü yeni muhafaza tekniklerinin geliştirilmesine ve kombine tekniklerin kullanılmasına yöneltmiştir (Devlieghere ve diğ., 2004). Gıdaların daha iyi muhafaza edilmesinde ambalaj önemli bir yer tutmaktadır. Gıdaların ambalajlanmasında kullanılan malzemeler asıl olarak kâğıt, plastik, metal ve camdan oluşmaktadır (Marsh ve Bugusu, 2007). Ancak bu maddelerin çoğu çevre kirliliğine ve sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Ambalaj seçiminde gıda maddelerinin bileşimine uygun, çevre kirliliğine neden olmayan dönüşümlü ambalajların geliştirilmesi ürün kalitesini geliştirebilen, atık problemini azaltabilen ve biyolojik olarak parçalanabilen filmlerin ambalaj teknolojisinde kullanımını teşvik edici hale getirmiştir (Zactiti ve Kieckbusch, 2006, Temiz ve Yeşilsu, 2006).

Yenilebilir film ve kaplamalar polietilen gibi sentetik ambalaj malzemeleri yerine doğaya zarar vermeyen doğal ve biyobozunur maddelerden üretilebilmektedir (Guilbert, 1986; Chen, 1995; Tharanathan, 2003, Rhim ve Perry, 2007). Günümüzde yenilebilir kaplama ve filmler sebze ve meyve ürünlerinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Et ve su ürünlerinde polietilen torba, vakum ambalaj gibi diğer ambalajlarla birlikte kombine edildiği uygulamalar da mevcuttur. Elde edilen olumlu bilimsel sonuçlar ve çevreci etkisi ile yenilebilir film ve kaplamaların gıda ürünlerinde yakın gelecekte yaygın olarak kullanılabileceği ihtimalini kaçınılmaz kılmaktadır. Yenilebilir kaplamaların uygulanmasında amaç ambalajlanacak gıdanın fiziksel ve kimyasal özellikleriyle uyum sağlayacak, çeşitli gaz ve sıvı etkileşiminin olmayacağı şekilde ürünün kaplanmasıdır. Ayrıca kaplama için seçilecek olan hammaddenin GRAS (Genellikle güvenilir olarak kabul gören madde) niteliklere sahip olması ve herhangi bir allerjenik durum oluşturmaması gerekmektedir (Pavlath ve Orts, 2009).

Yenilebilir kaplamalar ve filmler yağ, protein, polisakkarit bazlı ve kompozit olmak üzere dört ana başlıkta incelenmektedir (Han ve Gennadios, 2005, Artharn ve diğ., 2009, Fan ve diğ., 2009, Jeon ve diğ., 2002). Polisakkarit bazlı yenilebilir kaplamaların başında sıklıkla kahverengi deniz alglerinden elde edilen aljin, aljinik asit, aljinatlar gelir (Rhim, 2004, Norajit ve diğ., 2010). Bunlardan başka agar agar, karregenan ve kitin de denizel kaynaklı polsakkarit bazlı kaplamalardandır.

Aljinat, kahverengi alg türlerinde hücre duvarını oluşturan yapı taşı olmakla birlikte et, balık ve diğer benzeri ürünlerin kaplanmasında film oluşturucu madde olarak kullanılmaya elverişlidir. Aljinatlar ilk olarak 1950'lerde denizciler için hazırlanan gıdalarda ürünlerin daha uzun süreli muhafazası için kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise oldukça yaygın olarak birçok gıdada kullanılmaktadır (Gennadios ve diğ., 1997).

Aljinatlar gıdalarda sıklıkla; kıvam arttırıcı, emülsiyon stabilitesini sağlayıcı, jel oluşturucu, su almayı engelleyici ve ağızda dolgunluk hissi oluşturucu olarak kullanılmaktadır (Moe ve diğ., 1995; Fabra ve diğ., 2008a, Fabra ve diğ., 2008b). Bunların dışında dondurulmuş ürünlerde, dondurarak muhafaza sırasında oluşan don yanıklarının engellenmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Taze et, balık ve tavukların yenilebilir film ile kaplama işlemlerinde kullanılabilmektedir. Sodyum aljinat ayrıca C vitamini parçalanmasını ve yağ oksidasyonununu önleyici etkiye sahiptir (Desai ve diğ., 2005).

Deniz yosunlarından elde edilen aljinat ve türevlerinin antibakteriyel (Reyes, 2011), antifungal (Chidanandaiah ve diğ., 2009) ve antioksidan etkisinin (Norajit ve diğ., 2010) olduğu belirlenmiş ve bu özellikleri ile kırmızı et başta olmak üzere birçok gıdanın raf ömrünü uzatmada etkili olduğu (Song ve diğ., 2011, Lu ve diğ., 2010, Neetoo ve diğ., 2010) görülmüş güvenli bir şekilde kullanılabilirliği bilimsel çalışmalarla onaylanmıştır.

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda aljinat içeren film kaplamaların sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının soğukta muhafaza sırasında kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL KISIMLAR

Su ürünleri, yüksek besin değeri nedeniyle çocuk, yetişkin ve belirli bir diyetle beslenen bireyler tarafından alınması uygun görülen gıdalardandır. Su ürünlerinin yüksek besin değeri; kaliteli proteince zengin yapısı, zengin esansiyel aminoasit içeriği, beyin gelişimi ve kalp ve damar hastalıklarının iyileştirilmesinde etkili omega 3 ve omega 6 yağ asitlerini en uygun oranda içermesi ve düşük bağ dokusu nedeniyle kolay sindirilebilir olmasından kaynaklanmaktadır (Kietzmann ve diğ., 1969, Ludorff ve diğ., 1973).

Ülkemizde ve dünyada gerek avcılık gerekse de yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri öncelikle taze olarak tüketilmektedir. Ancak, gelişen sanayileşmeyle birlikte insanların hazır gıdalara yönelimi artmış ve farklı besin kaynaklarıyla bu alternatif çeşitlendirilmeye çalışılmıştır. Su ürünleri de hazır gıda trendine uyum sağlamış ve çeşitli işlenmiş ürünler tüketicilerin beğenisine sunulmuştur. Bu bağlamda dumanlanmış, tuzlanmış, kurutulmuş, marine edilmiş ve konserve teknikleri uygulanmış su ürünleri ön plana çıkmaktadır (İzci ve Ertan, 2004).

İşlenmiş ürünler arasında dumanlanmış su ürünleri konserve ürünlerden sonra en çok tercih edilen ürünlerdir. Dumanlama teknolojisinin ve dumanlanmış ürün tüketiminin gelişip yaygınlaştığı ülkeler Japonya ve Uzak Doğu ülkelerinin yanı sıra Kanada, Avrupa Birliği Ülkeleri ile İskandinav ülkeleridir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Anonim (2008) verilerine göre dünya'da yakalanan su ürünlerinin %80,9'u insan tüketimi için kullanılmaktadır. İnsan tüketiminde kullanılan bu su ürünlerinin %38,6'sı taze, %21,5'i dondurularak, %12'si konserve ve %8,7'si dumanlama gibi işlemler uygulanarak satışı gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2008). Ülkemizde dumanlanmış ürünlere olan talep bahsi geçen ülkelere göre çok daha düşük miktardadır, ancak dumanlanmış su ürünlerinin üretimi ve ihracatı yapılmaktadır (Anonim, 1986). Balık, midye ve kalamar gibi birçok su ürününe dumanlama yöntemiyle istenilen düzeyde lezzet ve aroma kazandırılabilmektedir (Bilgin ve diğ., 2007).

2.1. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ

Su ürünlerinin daha uzun süreli muhafazasında ve yeni tatların ortaya konmasında kurutma, tuzlama, dumanlama, marinasyon ve ısıl işlemli konserve teknolojileri başlıca uygulamalardır. Dumanlama metodu balık ve diğer et ürünlerini muhafazada kullanılan en eski yöntemdir. Öyleki arkeolojik bulgular dumanlama yönteminin 90.000 yıl önce yiyecek hazırlamada kullanıldığını ispatlamaktadır (Möhler, 1978). Dumanlama teknolojisi balık türü, miktarı, işleme koşulları ve dumanlama süresine paralel olarak gelişme göstermiştir (Dokumacı, 2005).

Dumanın mikroorganizmalar üzerindeki etkisi çok daha sonra anlaşılmış ve dumanlama yöntemi bir koruma ve lezzet artırıcı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hall, 1992). Dumanlanmış ürünlerde koruyucu özellik; dumanın ürün yüzeyini kurutması, dumanlama öncesi tuzlama, dumandaki fenolik antioksidanların balık yüzeyinde birikmesiyle yağ oksidasyonunu engellemesi ve fenoller, formaldehitler, nitritler gibi antimikrobiyallerin ürüne tutunmasıyla olmaktadır (Horner, 1992). Dumanlamanın prensipleri; dumanın aroma ve renginden faydalanarak balığın duyusal albenisinin artırılması, ısıtılarak dehidrasyona uğratılması, dumandaki bileşenlerin antimikrobiyal ve antioksidan etkileriyle raf ömrünün uzatılması olarak sıralanabilmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Duman içindeki bakterisid (bakteri öldürücü) ve germisid (bakterilerin üremesini engelleyici) maddelerin balığa geçmesiyle mikroorganizmaların çoğalması engellenerek değişik tat, koku ve lezzet alternatifi oluşturulması sağlanmaktadır (Bligh ve diğ., 1988, Ward, 1995, Kolsarıcı ve Özkaya, 1998, Pan 1998, Poulter, 1988).

2.1.1. DUMANLANMIŞ ÜRÜN TANIMI

Dumanlanmış ürün; odun ve odun talaşı ile elde edilen duman içerisinde et ve su ürünlerinin belirli tekniklerle işlenip, dayanım ömrü artırılan üründür (Leitsaetze, 1994, Varlık ve diğ. 2007). Dumanlanmış ürünlerin kalitesini belirlemede kullanılan duman miktarı ve kimyasal içerik, üretim sıcaklığı, ürünün tuz, nem ve yağ içeriği etkilidir (Connell, 1975).

2.1.2. DUMAN ELDESİ ve DUMAN BİLEŞİMİ

Dumanlamada duman elde etmek için kullanılabilen en uygun ağaç türleri kışın yapraklarını döken ve sert yapıdaki; meşe, diş budak, söğüt, akasya, ak kayın, kızılağaç, akağacın yanında değişik aroma ve koku kazandırmak için portakal, limon ve elma gibi meyve ağaçlarıdır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Çam vb iğne yapraklı ağaçlar, yüksek oranda katran içerdiklerinden dolayı bu ağaçların dumanında dumanlanan ürünlerde acımsı bir tat oluştuğundan tercih edilmemektedir. Dumanın ana bileşenleri; aldehitler, ketonlar, fenoller, organik asitler, kresoller ve çeşitli aromatik hidrokarbonlardır (Erkan, 2004).

Dumanlamada yukarıda adı geçen ağaçların yakımıyla elde edilen duman veya sıvı duman kullanılmaktadır. Klasik duman üretiminde odun talaşı yakılmakta ve hava akımıyla yakım hızlandırılmaktadır. Talaş yandıkça su oranı azalmakta, sıcaklık yükselmektedir. Yanma ve duman oluşumunda 150 ºC'de kısa zincirli karbondioksit ve karbonmonoksit açığa çıkarken, 250-280 ºC'lerde hidrokarbonlar oluşmaya başlar. Bu esnada lignin, selüloz, ham selüloz parçalanır ve duman oluşumu başlar. 260-310ºC'lerde katran ve benzeri maddeler oluşurken, daha yüksek sıcaklıklarda (340-400ºC) fenoller ve türevleri oluşmaktadır. Fenol ve türevlerinin fazla oluşmaması için dumanlama işleminde kullanılacak olan dumanın eldesinde sıcaklığın 340 ºC civarında tutulması tavsiye edilir (Erkan 2004).

Sıvı duman, suda çözünebilen odun bileşenlerinin su içerisindeki çözeltisidir. Uygun ağaçlardan elde edilen odun ve talaş belirli bir nem içeriğine gelinceye kadar kurutulup, oksijen içeren fırınlarda yavaş yavaş yanması sağlanır. Oluşan dumandan katran ve uçucu küller uzaklaştırılır. Duman unsurları ters akımlı ekstraksiyon yöntemiyle absorbe edilir, istenen konsantrasyona ulaşana dek kondanse edilen duman 10 gün çözünmeyen katran bileşiklerinin çökmesi için bırakılır. Üstte kalan koyu renk ve yoğun kokuya sahip faz püskürtme veya daldırma yöntemiyle gıdaya uygulanır (Erkan, 2004).

2.1.3. DUMANLAMA İŞLEM BASAMAKLARI

2.1.3.1. Materyal

Dumanlanacak su ürünlerinde materyal taze ve orta derecede yağlı olmalıdır. Yağsız balıklardan yapılan ürünler daha kuru bir yapıya sahip olmakla birlikte yağlı balıklardan yapılan ürünlere göre daha az lezzetlidir. Materyalin başlangıç kalitesi oldukça önemlidir. Materyalin başlangıç mikrobiyolojik yükü yüksek olduğunda raf ömrü azalırken, yağ oksidasyonu oluşmuş ürün kullanıldığında duyusal olarak beğeni bulmayan acı tat hissedilir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

2.1.3.2. Ön tuzlama

Ön tuzlama ürüne belli bir lezzet kazandırmak, tuzun antiseptik etkisiyle başlangıç mikroroganizma yükünü belli bir düzeyde düşürerek ön konservasyon yapmak, ürüne belli bir sertlik vermek ve etin duman alımını kolaylaştırmak için yapılan işlemdir. Dumanlama işleminde kullanılacak balık türüne, balık et yapısına göre ön tuzlama süresi, tuz solüsyonundaki tuz konsantrasyonu ve ön tuzlamanın yapıldığı alanın sıcaklığı değişiklik gösterir. Soğuk dumanlamada tuzlanmış balık tercih edildiğinden genellikle sıcak dumanlamada yapılan bu aşamada sıklıkla tercih edilen tuz konsantrasyonu %10-20 arasında değişiklik göstermekte ve tuz solüsyonunda bekletme süreside 2-10 saat olarak bildirilmektedir (FAO, 2004).

2.1.3.3. Tuzlama

Soğuk dumanlanmış ürünlerde tercih edilen bir basamaktır. Son üründeki tuz konsantrasyonu sıcak dumanlanmış ürüne göre yüksektir. Tuzlama dokulara nufüz ederek temel bir koruma sağlar (Gökoğlu ve diğ., 1994). Tuzlama tüketici tercihine göre kuru tuzlama, salamura veya enjeksiyon olarak üç şekilde yapılmaktadır (Rørvik, 2000). Genellikle kullanılan yöntem, ağırlık ve kalite kaybı açısından avantajlı olan salamura metodudur. Fakat bazı üreticiler tarafından kullanılan yöntem kurutma süresini uzatmamak için kuru tuzlama yöntemidir (Mills, 2001).

2.1.3.4. Kurutma

Dumanlamadan önce yapılan kurutma kalite üzerinde etkili bir rol oynamaktadır. Mikroorganizmaların gelişimi için biyokimyasal reaksiyonlarda solvent görevi gören su uzaklaştırılarak ürünün dumanı daha iyi alması sağlanır ve su aktivisinin düşürülmesi ile bozulma geciktirilir (Gökoğlu, 2002).

2.1.3.5. Pişirme

Dumanlamadan önce uygulanan işlem olan pişirme; üründeki mikrobiyal içeriğin azaltılmasında ve son ürünün oluşmasında önemli bir adımdır (Hui ve diğ., 2001). Pişirme işlemi ürünün pastörizasyon etkisiyle kısa süreli korunmasını ve tüketime hazır besin haline gelmesini sağlar. Pişirme süresi, balık türü, bileşimi ve dumanlama tipine göre değişiklik gösterir (Anonim, 1981).

2.1.3.6. Dumanlama

Dumanlanmış ürüne has aroma ve kokuyu veren ana işlemdir. Dumanlama süre ve sıcaklığı önemlidir. Sıcak ve soğuk dumanlama olarak iki şekilde yapılır. İşlemin yapıldığı sıcaklık derecesine göre isimlendirilir.

Sıcak Dumanlama

Sıcak dumanlamada yaklaşık bir veya birkaç saat boyunca 50-85 ºC (pişmiş ve haşlanmış ürünlerde 25-50 ºC) sıcaklıklarda odun talaşından çıkan dumanla birlikte muamele edilir (Motohiro, 1988). Dumanlama süresi 3-8 saat arasında değişiklik gösterebilir. Eğer ürünün kuruması isteniyorsa sıcaklık düşürülerek dumanlama zamanını 2-3 güne çıkartılabilir. Bir gece salamurada bekletilen balıklar önce temiz suyla yıkanır, üzerlerindeki suyun süzülmesi sağlanır. Soğuk dumanlanmış ürünlere nazaran balıketi daha az tuzludur. Ürün sıcaklığı oda sıcaklığına geldiğinde dumanlama fırınından çıkartılır ve ürünün nem oranı % 65-70, tuzluluk oranı ise %2-3 oranında olmaktadır. Sıcak dumanlamada çok yağlı balıklar tercih edilmemelidir (Ünlüsayın ve diğ., 2001, Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Soğuk Dumanlama

Soğuk dumanlamada ise iki gün ila birkaç haftalık süre boyunca 12-25 ºC'de (15-30 ºC) dumanlama işlemi yapılır (Belitz ve diğ., 2009, Poulter, 1988, Motohiro, 1988). Dumanlama süresi 1 hafta - 2 ay süre aralıklarında olabilmektedir. Soğuk dumanlamaya başlamadan önce alabalıklarda kuru veya doymuş tuz çözeltisiyle tuzlama işlemi yapılır. 3-7 gün boyunca tuzlamaya maruz bırakılır. Tuzla muamelesi kesilen balıklar yıkanır ve bir süre askıda bekletilip fazla suyun akması sağlanır. Dört, altı (4-6) hafta olan uzun süresi dolayısıyla hava sıcaklığının düşük olduğu bölgelerde uygulanabilen bir metottur (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992, Poulter, 1988, Motohiro, 1988).

Çoğunlukla, sıcak dumanlamada sıcaklık 60 ºC'nin üzerinde iken soğuk dumanlamada 30ºC'nin altında seyretmektedir (Rørvik, 2000). Çok yüksek sıcaklıklarda (100-120ºC'de) yapılan dumanlama işlemine ise çok sıcak dumanlama adı verilmiştir, ancak pratik uygulamada rastlanan bir durum değildir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Dumanlama sonrası ısıl işlem etkisiyle su içeri azaldığından balığın protein, yağ ve kül yüzdeleri artış gösterir. Su içeriğinin düşmesi mikrobiyal faaliyetin azalmasına yardımcı olur (Sunen ve diğ., 2003, Che-Man ve Ramadas, 1998). Dumanlanmış ürünler kısa raf ömürleri dolayısıyla mutlaka dondurulmuş veya soğutulmuş olarak muhafaza edilmelidirler (Poulter, 1988). Yaygın olarak kullanılan sıcak ve soğuk dumanlama olamakla birlikte son 30 yıldır kullanılmaya başlanan başka bir yöntem ise sıvı dumanlamadır (Alçiçek ve diğ., 2010).

Sıvı Dumanlama

Sıvı dumanlama geleneksel dumanlama yöntemlerine alternatif oluşturan bir yöntemdir (Hattula ve diğ., 2001). Sıvı dumanlama aroması odun talaşı dumanının yoğunlaştırılmasıyla elde edilir ve genellikle aroma artırıcı olarak kullanılır (Siskos ve diğ., 2007). Kolay ve daha hızlı uygulanması, ürün yüzeyine eşit derecede dağılması, düşük maliyeti ve diğer dumanlama yöntemlerine göre çevreci olmasıyla avantajlı bir dumanlama yöntemidir (Simon ve diğ., 2005). Dumanlanacak ürün duman sıvısına konulmadan önce belli oranlarda seyreltilir ve % 0,5-% 2,00 oranında tuz eklenir. Baharat katkısıyla lezzet artırılabilmektedir (Bykowski ve Dutkiewicz, 1996, Horner, 1997, Dillon ve diğ., 1994). Bu yöntemde amaç konserve veya kurutulacak ürüne duman aroması katmaktır (Aitken ve diğ., 1982).

2.1.3.7. Dumanlanmış ürünlerde ambalaj ve depolama

Paketleme ürünün satışa sunulmadan önceki son aşamasını oluşturur ve raf ömrünü belirlemede kilit rol oynar. Dumanlanmış su ürünleri soğutulduktan sonra folyo, plastik torba, vakum paketleme gibi çeşitli materyallerle ambalajlanabilir (Varlık ve diğ., 2007). Balıkların polietilen ambalaj materyaliyle paketlenmesi ürünün oksidasyonunu ve kurumasını azaltmada etkili olmaktadır (Mills, 2001). Dumanlanmış gıdaların raf ömrünün arttırılmasında kullanılan bir başka yöntem olan modifiye atmosferle paketleme (MAP) 19. yüzyılda icad edilmiştir. Ambalaj içeriğindeki CO_2 oranının arttılmasının ve O_2 oranının azaltılmasının su ürünleri gibi çabuk bozulan gıdalarda yıkımlanma sürecini ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini yavaşlatmaktadır (Emblem, 2000). Son yıllarda sıkça tercih edilen bu paketleme yönteminde çeşitli gaz kombinasyonlarıyla mikrobiyal aktivite sonucu oluşan üründeki bozulma geciktirilmektedir (Davis ve Slade, 1995, Varnam ve Sutherland, 1995, Emborg ve diğ., 2002).

Piyasada satışa sunulan tüketime hazır dumanlanmış balık filetoları genellikle vakum paketlenir (Lyhs ve diğ., 2001). Dumanlanmış balıklarda en sık rastlanan bozulma tipi iç ve/veya dış yüzeyde küflenme olmasıdır (Varlık ve diğ., 2007). Su ürünlerinin kalitesindeki istenmeyen değişimlerin nedeni mikrobiyolojik faaliyet, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve biyokimyasal olaylardır. Bu sebeple su ürünlerinin besin değerinin, kalitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılmasında vakum paketleme ilk tercih edilen paketleme çeşitidir (Reddy ve diğ., 1994, İzgi, 1996). Bu şekilde raf ömrü buzdolabı koşullarında 3-4 haftadan 6 haftaya kadar uzatılabilir (Rørvik ve diğ., 1991). Ürünlerin paketlenmesinde vakum paketleme ambalaj ürün yüzeyine yapışarak ürün depolama ve sevkiyatında yer tasarrufu sağlanmaktadır (Eilert, 2005). Dondero ve diğ. (2004) yaptıkları çalışmada soğuk dumanlanıp vakum paketlenmiş alabalık filetolarının duyusal analiz sonuçlarına göre 0, 2, 4, 6 ve 8 ºC de sırasıyla 26, 21, 20, 10 ve 7 gün dayanabildiğini belirtmişlerdir. Vakum ambalaj veya MAP ile kombineli olarak farklı bitki ekstraklarının ve diğer işleme teknolojilerinin kullanımı dumanlanmış su ürünlerinin dayanım ömründe önemli artışlar elde edildiğini göstermiştir (Erkan ve diğ., 2009; Erkan ve diğ., 2011a, Erkan ve diğ., 2011b, Erkan ve diğ., 2012).

2.1.4. DUMANLANMIŞ SU ÜRÜNLERİ

Dumanlanmış su ürünleri olarak odun talaşından elde edilen dumanın su ürünlerine çeşitli yöntemlerle uygulanarak işlenmesi ve raf ömrü artırılmış ürünler elde edilmesi olarak tanımlanabilir (Varlık ve diğ., 2007). Tüm su ürünleri dumanlama işlemine tabi tutulabilir ancak yağ oranları dikkate alınmalıdır. Alabalık ve somon gibi yağlı balıklar dumanı daha çabuk absorbe ederler. Bunun sonucunda daha iyi bir tekstür yapısına sahip olurlar (Kılıç, 2005). Somon, alabalık (Howgate, 1979), uskumru, çaça balığı (Stolyhwo ve diğ., 2005), hamsi (Ashton ve Sharnbrook, 2002), sazan (Allam ve diğ., 1988) gibi birçok su ürünleri değişik dumanlama metodlarıyla dumanlanabilir. Atlantik somonu en çok soğuk dumanlanarak tüketiciye sunulur. Kabuklu su ürünleride dumanlanabilmektedir. Bazı konserve edilmiş balık ve kabuklu ürünlerinde farklı aroma ve tat için dumanlama ön işlem olarak uygulanmaktadır (Howgate, 1979).

Dumanlanacak su ürünleri türlerini; büyüklükleri, üreme dönemleri, bulundukları coğrafik bölge, avlandıkları mevsim, yağ miktarları ve buna bağlı yağ asitleri kompozisyonu etkilemektedir. Son üründeki aroma ve tekstür için bu faktörler oldukça etkilidir (Baran ve diğ., 1982, Kılıç, 2005).

2.1.5. DUMANLANMIŞ ÜRÜNLERDE KALİTE ve KALİTE KAYBI

2.1.5.1.Dumanlanmış balıkta kalite

Kalite; gıdanın tüketiciler tarafından kabul gören karakteristik özellikleridir ve tüketici istek ve tercihlerine göre değişebilmektedir (Peri, 2006). Görünüm (şekil, büyüklük, renk, parlaklık, kıvam), tekstür ve tat kaliteyi belirleyen parametrelerdendir. Kaliteyi belirleyen diğer faktörler ise besleyicilik özelliği, hijyenik (mikroorganizmalar vb.) özellikler, bulaşan veya işlem sırasında ilave edilen/oluşan katkı ve kontaminatlar olarak sıralanabilir. Kaliteyi belirleyen bu parametreler ürünün işlenmesi, dağıtımı ve tüketimi aşamalarında önemle üzerinde durulması gereken faktörlerdir (Giusti ve diğ., 2008).

Dumanlanmış su ürünlerindeki kalite bozulmaları tüketime sunulan ürünün tür özellikleri, işleme koşulları, uygun paketlenmesi, depolama süresi ve sıcaklığına

bağlıdır (Kılıç, 2005, Nettleton, 1995). Ayrıca hasat sonrası hızla işlenen su ürünlerinin daha iyi kalitede oldukları bildirilmiştir (Duran ve diğ., 2008).

2.1.5.2. Dumanlanmış balıkta kaliteyi etkileyen faktörler

Dumanlanmış balıkta kaliteyi etkileyen başlıca faktörler; hammadde kalitesi, hammaddenin bileşimi, dumanlanmış balığın üretim yöntemi, dumanlama ünitesinin hijyenik üretim koşulları, üretim miktarı ve üretim sıcaklığı, dumanlanacak balığın mikroflorası, işlenecek olan ürün dondurulmuşsa depolama sürecindeki kalite kaybı, çözündürme şekli, dumanlama öncesi uygulanacak tuzlama solüsyonunun kalitesi, tuz oranı, depolama süresi, depolama sıcaklığı ve ambalajlama yöntemidir (Leroi ve diğ., 2001, Dondero ve diğ., 2004, Connell, 1975).

2.1.5.3. Dumanlanmış balıkta bozulma

Bozulma; bir gıda ürününün çeşitli etkenlerle tüketiciler tarafından tüketimi kabul edilemeyecek derecede değişiklik göstermesi olarak tanımlanır. Fiziksel zarar, kimyasal değişimler (oksidasyon renk değişimleri) veya mikrobiyal gelişimle metabolizma artıklarının meydana getirdiği tat ve koku değişiklikleri olabilir (Gram ve diğ., 2002). Paketlemeyle beraber işlenmiş ve ham gıda ürünlerindeki mikrobiyal gelişim ve oksidatif bozulma geciktirilerek raf ömrünün artırılması sağlanmıştır (Tharanathan, 2003).

2.1.5.4. Dumanlanmış balıkta bozulma etkileyen faktörler

Dumanlanmış su ürünlerinin raf ömrünü etkileyen faktörler; kullanılan balığın türü, dumanlama yöntemi, dumanlanmış ürünün su ve tuz oranı, paketleme ve depolama şekli olarak sıralanabilir (Gülyavuz ve Altınkurt, 1991). Tuz ve nem içeriği yeterli ve uygun olmayan dumanlanmış su ürünleri neme ve sıcaklığa daha duyarlı olmaktadır. Bu sebeple kuru ve soğuk muhafaza edilmelidir (Gökoğlu, 2002). Dumanlanmış su ürünleri diğer işlenmiş ürünlere göre çabuk bozulmaya yatkın ürünler olduğu için çeşitli koruma yöntemleri uygulanmalıdır (Gram, 2009). Sıcak dumanlanmış ürünlerin 2 ºC ve daha düşük sıcaklıklarda depolama ve dağıtımının kalitenin korunması için önemli olduğu bildirilmiştir (Price ve Tom, 2002, Kaya ve diğ., 2006).

Dumanlanmış ürünlerin muhafaza edildiği sürede duyusal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik bozulmalar meydana gelmektedir (Kerry ve diğ., 2006, Yener, 2007, Varlık ve diğ., 1993). Kalite üzerindeki bu değişimler balık türü, yağ oranı, dumanlama yöntemi, duman içeriği, dumanlama süresi, dumanlama sıcaklığı, dumanlama öncesinde balığa uygulanan işlemlere bağlıdır (Bilgin ve diğ., 2007). Dumanlanacak balığın taze olması önemli bir ön şarttır. Dumanlama sırasında yeterli sıcaklığa ulaşılmadığında bazı mezofilik hatta psikrofilik bakterilerin yaşayabileceği mümkün olduğu gibi, bakterisit etkisi olan dumanın fırın içinde yeterli derecede sirküle olamaması patojen mikroorganizmaların sporlarla yaşamasına ve dolayısıyla bozulmanın hızlanmasına neden olur (Varlık ve diğ., 2007, Rørvik, 2000). Dumanlama sırasında deri etten ayrılmadıysa mikroorganizmaların ete bulaşması ve çoğalması daha kolay olur. Bunun yanı sıra paketleme, depolama ve nakliyat gibi durumlarda soğuk zincirin kırılması veya kontaminasyon olması da kalitenin bozulmasında etkendir (Connell, 1975). Ayrıca dumanlama sırasında inhibe olmayan *Pseudomonas sp.* ve *Aeromonas sp.* türleri depolama sırasında çoğalarak dumanlanmış balıkların etlerinin yapışkanlaşmasını ve kokularının yakıcı hale gelmesini sağlayabilirler. Sıcak dumanlanmış balıkların vakum paketlenmesi sonucu laktobasillerin zamanla balıketinde ekşimsi bir tat oluşturduğu gözlemlenebilir. Dumanlanmış balık ürünleri su aktivitesi düşük ürünler olduğu için bu ürünlerde baskın mikroorganizmalar küf ve mayalardır (Varlık ve diğ., 2007). Meydana gelen bozulmanın büyük çoğunluğunda bu mikroorganizmalar etkilidir. Balık kaslarındaki lipitler yüksek seviyede çoklu doymamış yağ asitlerini ihtiva ederler ve bu durum yüksek derecede oksidasyon oluşmasını tetikler. Böylece bu yağ asitlerinde meydana gelecek kalite kayıplarını engellemek için işleme ve depolama sırasında ekstra önem gösterilmelidir (Choubert ve diğ., 2005).

İşlenmiş gıdaların paketlenmesi bilindiği üzere kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması için yapılmaktadır. Dumanlanmış ürünlerdeki bozulmayı başlatan ve sürdüren etmenler çeşitli yöntemlerle yavaşlatılabilir. Yaygın olarak kullanılan muhafaza yöntemlerinden biri de vakum paketlemedir (Özkaya, 1995; Almenar ve diğ. 2009; Cutter, 2002, Del Nobile ve diğ., 2008, Kerry ve diğ. 2006, Kilcast ve Subramaniam, 2000).

2.1.6. YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR

Gıdaların ambalajlanması gıdaların oksidasyonunun ve üzerlerindeki mikrobiyal faaliyetlerin gelişimini engellemesiyle raf ömrünü artırmada ve içeriklerinin korunmasını sağlamada önemli bir adımı oluşturur. Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaların bozulmasını engellemek amacıyla geliştirilmiş gıdayı sararak üzerinde ince bir tabaka oluşturmak suretiyle gıdaların neminin uygun oranlarda tutulmasını, oksijen, karbondioksit, etilen gibi gazların ve çözünmüş madde geçişini düzenleyip gıdanın korunmasını sağlayan bir yöntemdir (Guilbert, 1986, Pavlath ve Orths, 2009). Yenilebilir film ve kaplamalar aslında yüzyıllardan beri çeşitli gıdaların nem kaybını önlemek ve daha parlak görünüm almasını sağlamak için kullanılmıştır. "Yenilebilir film" terimi son 50 yıldır kullanılmaktadır (Pavlath ve Orts, 2009). Yenilebilir film materyali ile oluşturulan ambalajlar biyobozunur ambalajlardır. Bunlar, doğaya zararsız olmasıyla, az miktarda atık oluşturmasıyla, düşük maliyetiyle ve ürünü koruma düzeyiyle son yıllarda gıda endüstrisi içerisinde giderek artan bir talebe sahiptir (Cha ve Chinnan, 2004).

Yenilebilir film ve kaplamaların ambalajlama sektöründeki giderek artan önemi ise ambalaj materyallerinin çevreye duyarlı olmasıyla, tüketici açısından daha kolay kullanılmasıyla, daha kolay koruyucu katkı maddesi ilavesi yapılabilir olması gibi çeşitli avantajlarıyla anlaşılmaktadır (Tharanathan, 2003). Biyobozunur filmler, çevreye zarar vermeden doğada çözünebilen, geri dönüştürülebilen, düşük maliyetli ve daha sağlıklı ambalaj filmleridir (Marsh ve Bugusu, 2007, Farba ve diğ., 2008, Panprung ve diğ., 2011, Tharanathan, 2003, Rhim, 2004). Yaygın olarak kullanılan biyobozunur olmayan ambalaj filmleri artan çevre bilinciyle tüketiciler tarafından tercih edilmemeye başlanmıştır. Bu da biyobozunur film endüstrisinin giderek büyüyeceğini göstermektedir (Srinivasa ve Tharanathan, 2007). Yenilebilir filmler için öngörülüp uygulanan bir başka yöntem ise biyoaktif bileşenlerin yenilebilir filmler ile birlikte kullanımı sonucu gıdaların raf ömürlerinin uzatılmasına yöneliktir (Lopez-Rubio ve diğ., 2006). Biyoaktif maddeler film içeriğine karıştırılıp uygulanabildiği gibi filmin iç yüzeyine de eklenerek ürünle temas etmesi sağlanabilir (Marsh ve Bugusu, 2007).

Yenilebilir film ve kaplamalar başlıca 4 başlık atlında incelenebilir (Li ve Barth, 1998, Guilbert ve diğ., 1996, Mahmoud ve Savello, 1992, Arvanitoyannis ve Gorris, 1999). Bunlar;

1-Protein bazlı yenilebilir film ve kaplamalar

Protein bazlı olarak kullanılan bazı film ve kaplamaların yapımında kullanılanları soya proteini, peynir altı suyu proteini, kazein ve mısır proteini (zein), darı, yumurta albumini, kollajen ve buğday proteinini (gluten) sıralayabiliriz (Baldwin ve diğ., 1995). Protein bazlı film ve kaplamalar polisakkaritlerde olduğu gibi dış ortamla ürün arasında iyi birer oksijen, aroma ve yağ bariyeri oluştururlar (Krochta ve Mulder-Johnston, 1997, Mc Hugh ve Krochta, 1994). Peynir altı suyu protein bazlı yenilebilir filmlerin içeriğindeki yağ asitleri ile filmin nem bariyer özelliğini artırdığı, ayrıca süt proteinlerinden yapılan yenilebilir filmlerin üründeki enzimatik kararmayı engellediği gözlemlenmiştir (Tien ve diğ., 2001).

2-Lipid bazlı yenilebilir film ve kaplamalar

Lipid bazlı olarak kullanılan bazı film ve kaplamaların yapımında kullanılanları bal mumu, mineral yağ, sebze yağları, sürfaktanlar, asetil monogliseridler, karnauba mumu ve parafin mumu olarak sıralayabiliriz (Kester ve Fennema, 1986). Lipidler mikroskobik porları, yüksek çözünme ve difüzyon özelliğiyle sınırlı oksijen bariyer özelliklerine sahiptirler (Sothornvit ve Krochta, 2000). Düşük polariter özelliklerinden dolayı iyi birer su buharı bariyeri görevi görürler (Kester ve Fennema, 1986), ancak genellikle opak görünüşleri ve esnek olmayışları dezavantajlarıdır (Guilbert ve diğ., 1996).

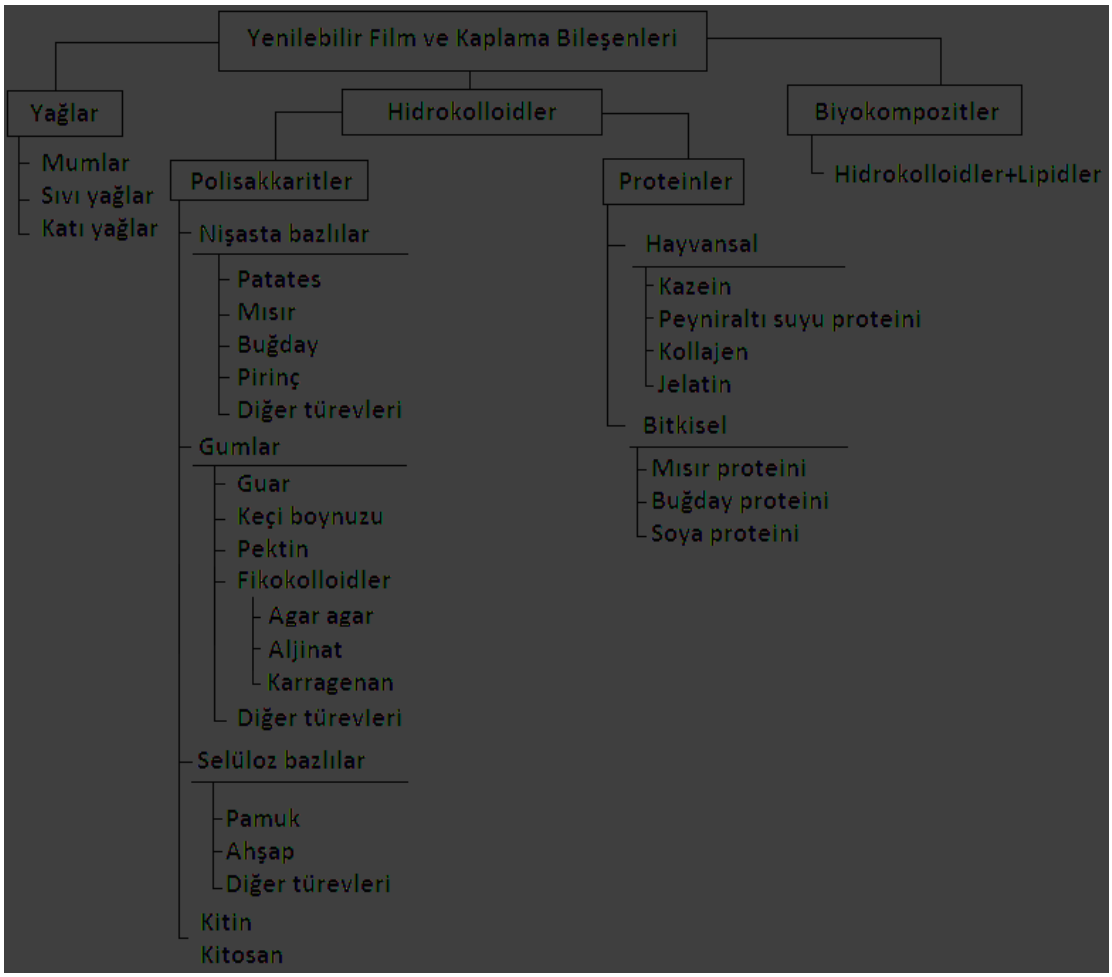
3-Polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamalar

Polisakkarit bazlı olarak kullanılan bazı film ve kaplamaların yapımında kullanılanları nişasta, pektin (Baldwin ve diğ., 1995), selüloz (Tien ve diğ., 2001), kitosan (Zhang ve Quantick, 1998, Cheah ve diğ., 1997, Li ve Yu, 2000) ve aljinat (Tien ve diğ., 2001, Baldwin ve diğ., 1995) olarak sıralayabiliriz. Polisakkarit bazlı film ve kaplamalar dış ortamla ürün arasında iyi birer oksijen, aroma ve yağ bariyeri oluşturup güçlü bir film

yapısı ve bütünlük sağlarlar. Ancak hidrofilik özellikleri dolayısıyla iyi birer nem bariyeri oluşturamazlar (Kester ve Fennema, 1986).

4-Kompozit film ve kaplamalar

Tüm bu kaplama çeşitlerinin amacı; kaplanan gıdadaki su buharı, oksijen, karbondioksit ve yağ gibi parametrelerin korunmasını sağlamaktır (Guilbert ve diğ., 1996). Polisakkarit, protein ve lipid bazlı yenilebilir filmler kompozit olarak kullanıldıklarında tek başlarına kullanıldıklarından daha etkili sonuçlar vermektedir. Örneğin plastikleştirici eklenmiş protein filmler daha iyi mekanik özellik gösterirler (McHugh ve Krochta, 1994). Nanokompozit filmler içeriklerinde yapılan değişikliklerle ve katkılarla raf ömrünün belirlenmesinde ve gıda içeriğinin geliştirilmesinde avantaj sağlamaktadır (Lopez-Rubio, 2006).



Şekil 2.1: Yenilebilir film ve kaplama bileşenleri (Yener, 2007)

Biyoçözünür kompozitler ve paketleme filmleri çeşitli plastikleştirici katkı maddeleriyle daha iyi hale getirilebilmektedir. Biyoçözünür paketleme filmleri ve kompozitleri hazırlanırken genellikle hidrokolloidler ve lipidler bir arada kullanılmaktadır. Birlikte kullanıldıklarında yapısal bütünlük ve karakteristik işlevler kazanmaktadırlar. Buna örnek vermek gerekirse; hidrokolloidler düşük nem bariyer özelliği göstermektedir, fakat yağ takviyesi yaparak iyi bir nem bariyer özelliği kazandırılabilmektedir. Kompozit filmlerin amacı aslında bu ve bunun gibi başka bileşenlerin (H_2O, O_2, CO_2 ve aroma bileşikleri) filme geçişini engellemek ve diğer mekanik özellikleri kazandırmaktır. Ayrıca plastikleştiricilerin kullanılması hidrokolloid ve lipid molekülleri arasındaki hidrojen bağlarına etki eder, filmin kırılganlığını azaltır (Tharanathan, 2003).

Yenilebilir kaplamaların yapımında yararlanılan ana kurallardan biri de filmde kullanılan yağların nem ve gaz geçişinin iki taraflı olarak engellenmeye çalışılmasıdır. Polisakkarit bazlı yenilebilir filmler oksijen ve diğer gazların geçişini engellemede etkiliyken, protein bazlı yenilebilir filmler mekanik stabilite kazandırmada etkilidir. Su ve oksijen geçirgenliği genellikle ters orantılıdır. Bu materyaller tek başlarına kullanılabildiği gibi kompozit olarak da kullanılabilmektedirler (Pavlath ve Orts, 2009).

2.1.6.1. Yenilebilir film ve kaplamaların uygulama alanları

Film kaplama son yıllarda pek çok alanda yaygın olarak kullanılan teknolojik bir adımdır (Bauer, Lehmann, Osterwald, ve Rothang, 1988, Cole, Hogan, ve Aulton, 1995). Son yıllarda petrol rezervlerinin azalması ve bu kaynakların çevreye zarar veren katı atıklara neden olması sebebiyle yenilebilir kaynakların kullanımı yaygınlaşmıştır (Debeaufort ve diğ., 1998). Tüketicilerin talepleriyle de gıdalarda daha güvenilir korumanın yanı sıra üreticilerin çevreci ve insan sağlığına zararsız ambalaj malzemelerine yönelmesini gereklilik haline getirmiştir (Hugas ve diğ., 1998, Lemay ve diğ., 2002). Bu amaçla daha çevreci materyaller, biyobozunur ve geri dönüşümlü biyopolimerler kaplama materyalleri olarak araştırılmışlardır. Polisakkarit ve lipid içeren biyopolimer filmler iyi mekanik ve su bariyeri oluşturan özellikler sağlarlar (Karbowiak ve diğ., 2006). Protein ve polisakkarit filmler de iyi mekanik özelliklere sahiptir, fakat yenilebilir biyokompozit film ve kaplamalar doğal ve geri dönüşümü

mümkün olduğu için çevre dostu ve insan sağlığını tehdit etmeyen materyaller olarak göze çarpmaktadırlar (Debeaufort ve diğ., 1998). Uzun yıllardır bilinen biyobozunur polimerler sentetik polimerlerin fiyatlarının daha uygun olduğu için talep görmemiştir. Ancak biyobozunur filmler pek çok sentetik polimerin yerini alabilir, böylece geleneksel plastiklerin oluşturduğu problemlerinin azaltılması mümkün olabilir (Briassoulis, 2006). Aljinat, kitosan, selüloz, nişasta ve karragenan gibi karbonhidratlar, sodyum kazeinat, peynir altı suyu proteini ve jelatin gibi proteinler, mumlar ve gliseridler gibi lipidler tek başlarına veya kompozit şekilde yenilebilir kaplama veya film yapılarak gıda ambalaj materyali olarak kullanılabilmektedir (Cha ve Chinnan 2004, Wang ve diğ., 2007). Polisakkaritler, proteinler ve lipidlerden elde edilen yenilebilir filmler gıdalardaki çözünen maddeleri engelleyip, gaz ve buhar bariyeri oluşturarak raf ömrünü uzatabilmektedir (Gennadios ve diğ., 1997).

Yenilebilir film ve kaplamaların gıda ürünlerindeki uygulamaları başlıca fiyat, uygunluk, fonksiyonel nitelik, mekanik özellikler (güç ve esneklik gibi), optik kalite (opaklık ve parlaklık gibi), bariyer özellikleri (su buharı, oksijen ve karbondioksit geçirgenliği gibi), suya ve duyusal kabul edilebilirliğe olan dirence bağlıdır (Da Silva ve diğ., 2009). Bu film ve kaplamaların özelliklerini yapısal matriksler (konformasyon, moleküler kütle, yük dağılımı), film işleme koşulları (çözücü, pH, konsantrasyon, sıcaklık) ve tipiyle yoğunluğuna göre katkı maddeleri (antimikrobiyaller, çaprazlama ajanları, plastikleştiriciler, antioksidanlar) etkilemektedir (Debeaufort ve diğ., 1998; Guilbert ve diğ., 1996).

Yenilebilir film ve kaplamaların gıdalardaki potansiyel uygulama alanları oldukça geniştir. Bunlar arasında et, balık, tavuk, unlu mamüller, peynir, meyve ve sebzeler gibi birçok gıda ürünü bulunmaktadır (Cagri ve diğ., 2004, Cha and Chinnan, 2004, Han, 2000, Labuza ve Breene, 1989). Yenilebilir film ve kaplamaların özellikleri kaplanacak gıda ürününün özelliklerine uygun nitelikte olmalıdır.

Aşağıda yenilebilir film ve kaplamaların kullanıldığı gıda örnekleri sunulmuştur;

- Sükroz esterleri kavun, karpuz gibi ürünlerin raf ömrünü artırmada ve yumuşak çekirdekli meyvelerin su kaybını azaltmada, renk değişimini engellemede,
- Kalsiyum pektinat balık, patates ve sebzelerin kızartma sırasında kızartma yağının ürüne işlemesini engellemede,

- Kalsiyum askorbat elma, avakado, havuç ve diğer sebzelerin muhafazasında,
- N, O -Carboxymethyl kitosan avokadodaki suyun buharlaşmamasını sağlamada ve meyveyi diri tutmada,
- Kalsiyum asetat kızartma sırasında patateslerin kararmasını engellemede;
- Mısır proteini fındık içi, fıstıklı çikolata ve pekanın raf ömrünü artırmada kaplama olarak kullanılmaktadır (Pavlath ve Orths, 2009).

2.1.6.2.Yenilebilir film ve kaplamaların sahip olması gereken özellikler

- Toksik ve allerjik olmayıp kolay sindirilebilir,
- Depolama, dağıtım ve taşıma gibi durumlarda stabil yapıda ve güçlü mekanik özellik,
- Kapladığı gıdaya uygun olarak yapışma ve kapladığı her alanda aynı etkiyi göstermek,
- Ambalaj içindeki nem oranını korumalı ve dışarıdan gelen sıvıyı içeri almamasını sağlamak,
- Film veya kaplamanın yarı gaz geçirgenliğini sağlayarak aerobik ve anaerobik solunumla iç dengeyi korumak,
- Aroma, tat, besleyicilik ve organoleptik karakterin korunmasını veya arttırılmasını sağlamak,
- Bozulmaya neden olan biyokimyasal ve mikrobiyal aktiviteleri kontrol altında tutmak veya azaltmak,
- Estetik ve duyusal olarak kabul edilebilir nitelikte olmak,
- Gıdayı olumlu etkileyecek çeşitli katkı maddelerinin eklenebilir nitelikte olması (aroma, antioksidan, antibakteriyal gibi),
- Kolay üretilebilir ve ekonomik olması(Pavlath ve Orts, 2009).

2.1.6.3. Doğal Biyopolimer tabanlı ambalaj malzemelerinin avantajları

- Yenilebilir,
- Doğada çözünür,
- Besin değerini artırıcı etki gösterir,
- Duyusal özelliklerini geliştirir,

- Ambalaj hacmini ağırlığını ve atığını minimuma indirir,
- Antimikrobiyal ve antioksidan maddelerin ihtiva edilmesini sağlar,
- Genellikle paketlenemeyen ürünlere uygulanarak raf ömrünü ve kalitesini artırır.
- Çözünen maddelerin, yağların, gazların ve nemin dış ortamla olan dengesini sağlar,
- Bireysel paketleme olanağıyla fındık, üzüm gibi küçük gıdaları paketleme imkanı sağlar,
- Antimikrobiyal ve antioksidan ajanlar için tutucu görev üstlenir,
- Mikroenkapsülasyon ve aktif maddelerin kontrolünü sağlar,
- Yenilemeyen gıda ambalaj materyalleri ile kullanılarak çok katlı daha dayanıklı ürünler elde etmeye olanak sağlar,
- Düşük maliyet ve optimum verim sağlar,
- Yenilenebilir kaynaklardan elde edilir (Rhim ve Perry, 2007, Nisperos-Carriedo ve diğ., 1992, Sothornvit ve Krochta, 2000).

2.1.6.4. Doğal Biyopolimer tabanlı ambalaj malzemelerinin dezavantajları

- Kitosan gibi bazı yenilebilir film materyallerinin neme çok duyarlı olması (Yener, 2007)
- Yağ bazlı yenilebilir filmlerin sınırlı oksijen geçirgenliğine sahip olması (Kamper ve Fennema, 1984)
- Kalın uygulanan kaplamalar çeşitli meyve ve sebzelerde dış ortam ile ürün arasında yeterli oksijen sirkülasyonun sağlanamamasıyla üründeki ethanol miktarının artmasına sebep olmakta ve bu da tat kayıplarına neden olabilmektedir (El Ghaouth, 1992, Howard ve Dewi, 1995).
- Film veya kaplamanın düşük su buharı tutma kapasitesi olması halinde üründe nem kayıplarına bağlı olarak ağırlık kayıpları ve kurumalar söz konusu olabilir (Ben-Yehoshua, 1985).
- İyi gaz bariyeri oluşturan yenilebilir filmlerde anaerob mikroorganizmalar artış gösterebilir ve bu durum kalite bozukluklarına neden olabilir (Meheriuk ve Lau, 1988).
- Peyniraltı suyu proteini gibi mikrobiyal gelişime katkı sağlayacak maddeler yenilebilir film ve kaplama olarak kullanıldığında nemli ortamlarda ürüne

negatif etki yapacaktır (Avena-Bustillos ve diğ., 1997). Potasyum sorbat gibi antimikrobiyaller eklenerek bu tip etkiler azaltılabilir.

2.1.7. POLİSAKKARİT BAZLI YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALAR

Polisakkaritler suda çözünebilen ve molekül ağırlığı yüksek olan hidrokolloidlerdir. Suda kolay çözünürler ve suda hidrojen bağlarıyla yoğun bir yapı oluştururlar. Polisakkarit bazlı solüsyonlar düz bir yüzey üzerine dökülüp kurutulduğunda kendine özgü plastikleşme gösterdiği, gerilme direncinin meydana geldiği, parlaklık ve karakteristik çözünürlüklerinin olduğu görülmüştür (Nieto, 2009).

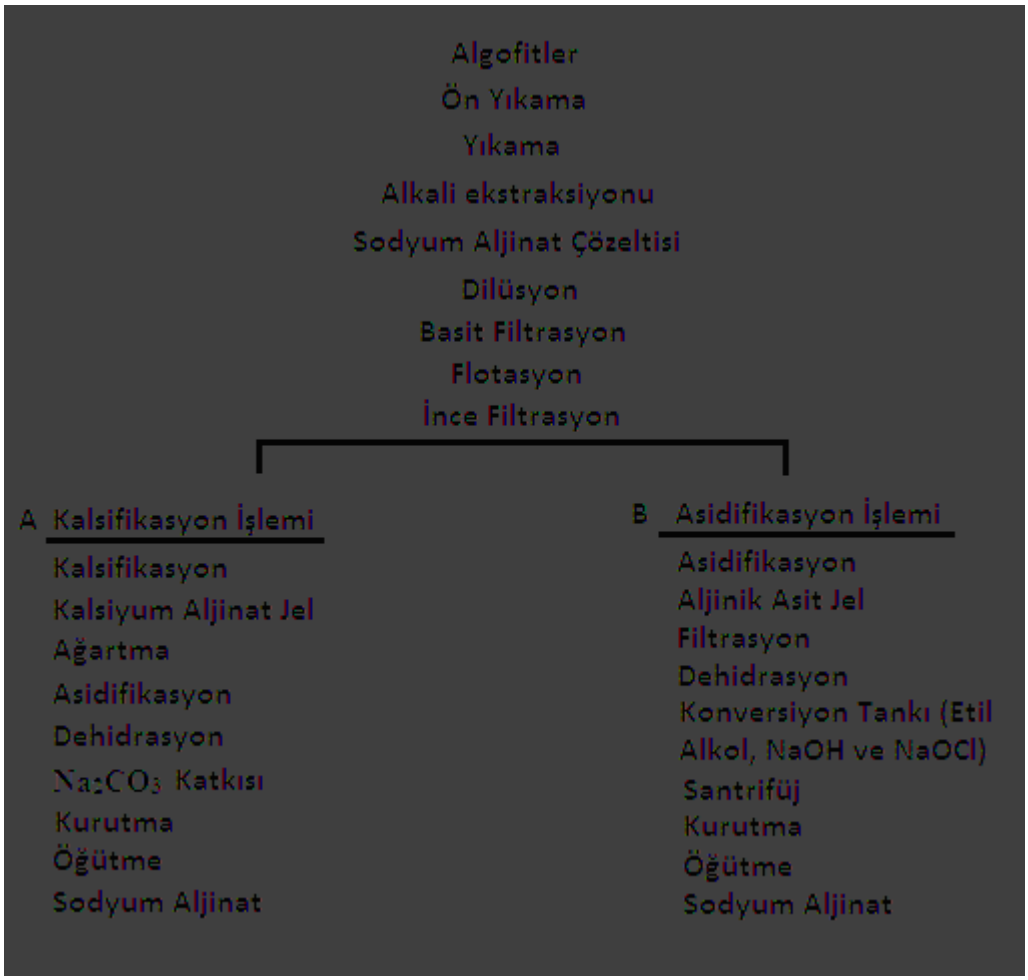
Polisakkaritlerin içinde nişasta, selüloz, karboksimetil selüloz, metil selüloz, hidroksipropil metil selüloz, aljinat, karragenan ve kitosanın film formu oluşturma özellikleri araştırılmış ve oluşturdukları filmlerin mekanik özellikleriyle ilgili çalışmalar yapılmıştır (Cha ve Chinnan, 2004, Bourtoom, 2008). Nişasta, nişasta türevleri, aljinatlar, selüloz türevleri, karragenan, çeşitli bitki ve mikrobiyal gumlar, kitosan ve pektinazlardan film oluşturulması ve özellikleri araştırılmıştır (Nisperos-Carriedo, 1994).

Polisakkarit bazlı filmlerin en önemli özelliği film yüzeyinin oksijen geçişini önemli derecede azaltmasıdır (Pavlath ve Orts, 2009). Hidrofilik özelliği yüksek yenilebilir filmler oksijen ve karbondioksit için iyi birer bariyer olurlar ve düşük bağıl nemde uygun mekanik özellik göstermektedir. Fakat hidrofilik özellikleriyle polisakkarit filmlerin nem bariyer özelliği düşük olabilmektedir (Gontard ve diğ., 1996, Baldwin ve diğ., 1995, Kester ve Fennema, 1986).

2.1.7. 1. Aljinat Bazlı Yenilebilir Kaplamalar

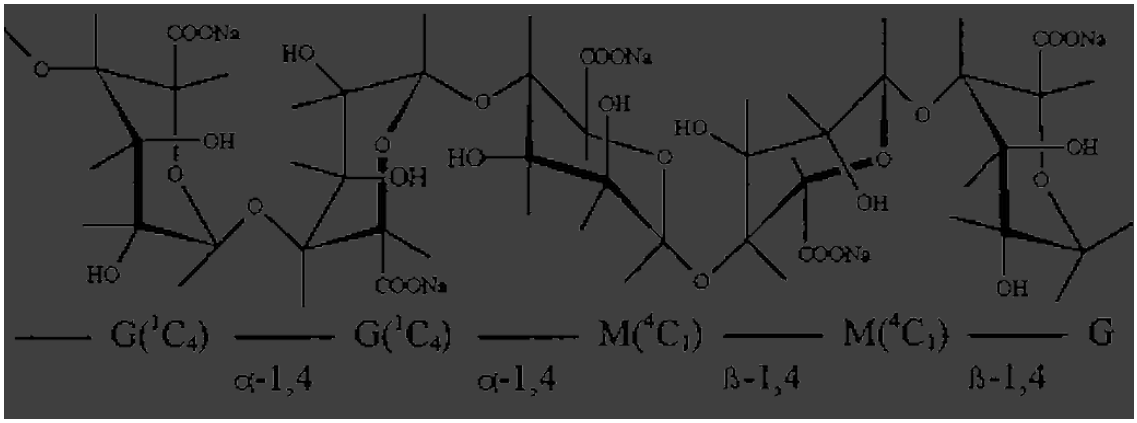
Aljinat kahverengi deniz yosunlarının *Phaeophyceae* sınıfından ekstrakte (izole) edilen linear D-mannuronik ve L-guluronik asit monomerlerinin aljinik asit tuzudur (Lu ve diğ., 2009, Sanderson, 1981). Sodyum aljinat ve kalsiyum aljinat kahverengi deniz yosunlarının hücre çeperlerinden elde edilmiş olan aljinik asitin sodyum ve kalsiyum tuzlarıdır.

Aljinatın ticari olarak elde edildiği türler *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria hyberborea*, *Laminaria digitata*, ve *Ascophyllum nodosum* olarak bilinmektedir. Aljinik asit polimannuronik asit ve poliguluronik asit oligomerlerinin kompleks karışımlarıyla oluşmaktadır (Cordoba ve diğ. 2008). Aljinatlar suda çözünen doğrusal polisakkaritlerdir. Biyokimyasal olarak R-D-mannuronate (M) ve aˆ-L-guluronate (G) birimlerinden oluşup (1-4)-bağlantılı farklı pozisyonlarda ve zincirin farklı yerlerinde bulunurlar. M ve G birimlerinin kimyasal bileşimi ve sırası algin ne kadar olgunlaştığına ve biyolojik kaynağına bağlıdır (King, 1983). Aljinatlar aljinik asitlerin sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi tuzlarıyla kombine edilmesiyle oluşur ve aljinik asit algin talluslarından elde edilir (Draget ve diğ., 2002, Cordoba ve diğ., 2008).

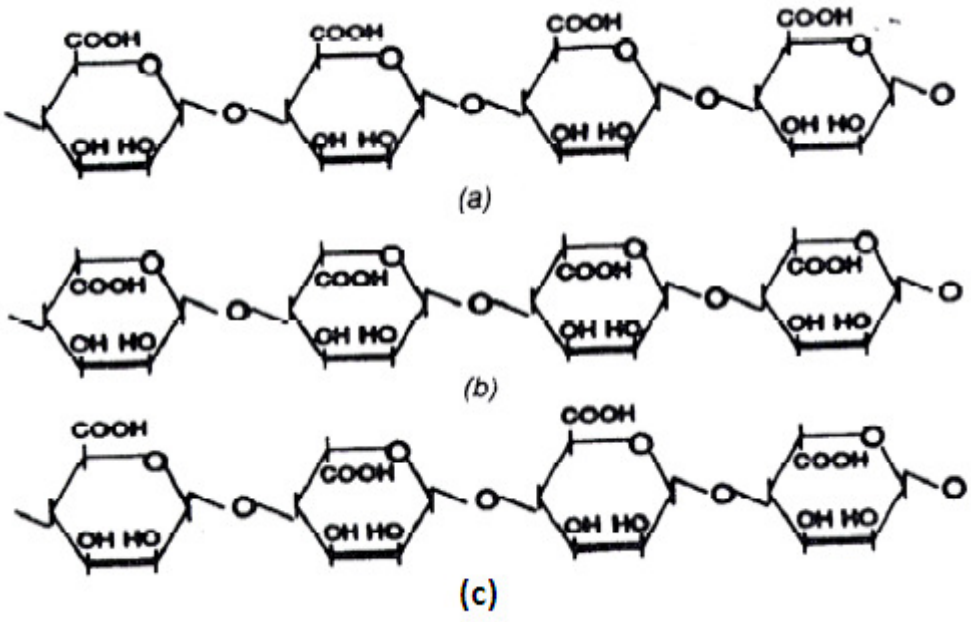


Şekil 2.2: Sodyum Aljinat Üretim Şeması (FAO 2011a)

Sodyum aljinat elde edilirken; kahverengi deniz yosunları ilk aşamada çeşitli oranlarda seyreltilmiş HCl veya CH_3COOH gibi asitlerle muamelesiyle aljinik asit oluşturulur ve ardından seyreltilmiş NaOH veya Na_2CO_3 gibi bazlarla muamele edilerek NaAlg (sodyum aljinat) oluşması sağlanır (Nieto, 2009). Aljinat FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından GRAS kategorisinde yer almaktadır (FDA, 2011).



Şekil 2.3: Sodyum aljinatın moleküler yapısı (Philips ve diğ. 1990)



Şekil 2.4: Aljinatı oluşturan bileşenler; (a):M blokları, (b): G blokları, (c): Dalgalı M ve G blokları (Krochta ve diğ. 1994).

2.1.7. 2. Aljinatın kullanım alanları

Aljinatlar üç temel özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Bunlar jel oluşturma kapasiteleri, yapışma kapasiteleri (yoğunlaştırma kapasiteleri) ve film formu oluşturma kapasiteleridir (FAO 2011b). Kullanım alanları aşağıdaki gibi sınıflanabilir.

1. Tekstil Baskısı
2. Gıda
3. İmmobilize biyokatalizör
4. İlaç ve tıbbi kullanım
5. Diğer Uygulamalar
    a) Kağıt yapımında
    b) Kaynak çubukları yapımında
    c) Balık yemi üretiminde tutucu olarak
    d) Ayırıcı ajan olarak

Kalsiyum katyonlarıyla jelleştirilen sodyum aljinat solüsyonu 1950'li yıllarda Norveç'teki balıkçılar tarafından ticari olarak dondurulmuş uskumru ve ringa balıklarındaki oksidasyon bozulmasını engellemek amaçlı kullanılmaya başlanmıştır (Gennadios ve diğ., 1997). Kalsiyum aljinat (Ca-aljinat) yenilebilir kaplamasıyla kaplanmış olan balık, sığır eti ve kanatlı etlerinde soğuk depolama süresince su kaybında azalmada ve oksidasyondan kaynaklanan renk kaybının korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir (Lazarus, 1976). Pişirilip dondurularak muhafaza edilen aljinat kaplamayla kaplanmış köftelerin duyusal anlamda kontrol grubuna göre daha iyi durumda olduğu görülmüştür (Wanstedt ve diğ., 1981). Ayrıca Earle' (1968) nin yenilebilir Ca-aljinat kaplamasıyla yaptığı çalışmada balık, et ve kanatlıların soğuk depolamada renk oksidasyonunu ve nem kaybını azalttığını belirtmiştir. Aljinat gibi kompozit filmler hazırlanırken oluşabilecek faz ayrımları emülsifiyerlerle giderilebilir ve daha homojen yapı sağlanmış olur (Srinivasa ve Tharanathan, 2007). Sarımsak yağı içeren (% 0,1-0,4 oranında) antimikrobiyal aljinat filmlerin içeriğindeki sarımsak yağı konsantrasyonunun artması gerilme gücünü azaltmış, uzama miktarında ise çok az bir artışa neden olmuştur. Ayrıca aynı çalışmada % 0,4 oranında sarımsak yağıyla yapılan aljinat filmlerin *S. aureus*'a karşı inhibitör etki gösterdiği belirtilmiştir (Pranato ve diğ., 2005). Sulu sodyum aljinat kaplamalarının ürünlere uygulanması sprey, sarma, sürme

veya daldırma yöntemleriyle yapılmaktadır, bu uygulamanın ardından sodyum aljinat çözeltisinin film formu oluşturmasında rol oynayan çapraz bağların güçlendirilmesi ise başta kalsiyum klorür olmak üzere bazı kalsiyum tuzlarından yararlanılmaktadır. Fakat daha güçlü çapraz bağlar oluşturmak için kalsiyum glukonat, nitrat veya propionat gibi çözeltilerin eklenmesiyle mümkündür (Allen ve diğ., 1963).

Aljinat bazlı kaplamalarda M ve G birimlerinin oranı (M:G) su buharı geçirgenliği özelliğini etkilemektedir. Kalsiyum aljinat filmlerde G birimlerinin daha fazla oranda olması M birimlerinin daha yüksek oranda olduğu filmlere göre daha düşük su buharı geçirgenliğine neden olmaktadır. Çünkü G blokları kalsiyum tuzlarıyla çaptığı çapraz bağlarla daha güçlü film formu oluşturma kabiliyetine sahiptir (Olivas ve Barbosa-Cánovas, 2008).

Sodyum aljinat bazlı yenilebilir kaplamalar suda hazırlanabildiği gibi asitli ve bazlı solüsyonlarda da hazırlanabilmektedir. Kaplama olarak kullanımı özellikle sebze ve meyvelerin raf ömrünü artırmada iyi sonuçlar vermektedir (Wang ve diğ., 2007).

Sodyum aljinat birçok sanayi dalında hammadde olarak kullanılır. Gıda sektöründe fonksiyonel olarak stabilize edici, dolgunlaştırıcı, jelleşme ajanı ve emülgatör olarak kullanılmaktadır (FAO, 2011b). Biyokimyada çeşitli tiplerdeki hücre immobilizasyonlarında, biyokimyasal işleme uygulamalarında ve kıkırdak doku mühendisliğinde kullanılmaktadır (Wang ve diğ., 2003). İlaç yapımında ve gıdalarda jelleştirici, enkapsülasyon ajanı, dolgunlaştırıcı ve stabil edici özellikleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Veliky ve Kalab, 1990). Vücutta oluşan yaraların iyileştirilmesinde gümüş iyonlu sodyum aljinat kaplamalar kullanılmaktadır (Longterm, 2011). Bakteriyolojik çalışmalarda özellikle *Pseudomonas* cinslerinin üretilmesinde önemli bir maddedir (Remminghorst ve Rehm, 2009). Dental alanda ise diş kalıbı almada ve diş macunu yapımında kullanılmaktadır (King, 2008).

2.1.7.3. Aljinat bazlı yenilebilir kaplamalar ile ilgili uygulamalar

Aljinat bazlı yenilebilir kaplamalar uzun zamandan beri çeşitli gıda ürünlerinin muhafazasında kullanılmaya devam etmektedir. Bu gıda ürünleri arasında kırmızı et, tavuk eti ve balıketinin yanı sıra çeşitli sebze ve meyveler de yer almaktadır. Kullanım amacında daha çok oksidasyonu önleyici özelliği ön plana çıkmaktadır. Neme karşı çok fazla dayanıklı olmayan bu materyal iyi bir oksidasyon önleyicidir. Bu şekilde meyve ve sebzelerdeki kararmayı, ayrıca hayvansal ürünlerdeki yağ acılaşmasını engellemektedir. Sodyum aljinatın gıda kaplama materyali olarak kullanıldığı çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Earle (1968) yenilebilir özellikteki Ca-aljinat kaplamanın kanatlı etleri, kırmızı et ve balıklarda soğuk depolama boyunca renk oksidasyonuna ve su kaybına karşı bir koruma sağladığını belirtmiş ve bu çalışmayla patent almıştır.

Lazarus ve diğ. (1976) Ca-aljinat ile kaplanan kuzu karkaslarındaki mikrobiyal kaliteyi inceledikleri bir çalışmada, aljinat ile kaplanmış kuzu karkasında soğukta 7 gün depolamadan sonra yüzeydeki toplam mikrobiyal yükün plastik bazlı ambalajlamaya kıyasla önemli derecede azaldığını ve yaptıkları bir diğer çalışmada da aljinat kaplamaların, taze biftek dilimi, pirzola, derili tavuk butu ve kuzu karkaslarında nem kaybını azaltarak sululuk özelliklerinin iyileştirilmesinde etkili olduklarını bildirmişlerdir.

Wanstedt ve diğ. (1981) pişirilmiş ve dondurularak depolanmış aljinat kaplı domuz köftelerinde, nem ve aroma maddelerinin kaybının azaltıldığını ve kaplama uygulanmış örneklerin duyusal kalitesinin kontrol grubu örneklerine kıyasla daha kabul edilebilir düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir.

Field ve diğ. (1986) glikoz oksidaz enzimini aljinat kaplamayla beraber dondurulmuş ve taze *Pseudopleuronectes americanus* türü yassı balık filetosunda ve bütün balıkta kullanmışlardır. Bu çalışmada glikoz oksidaz katkılı aljinat kaplamanın duyusal kalitenin korunmasında ve bozuşma kokusunun engellenmesinde etkili olduğu saptanmıştır.

Siragusa ve Dickson (1992) sığır etinde laktik asidi aljinat kaplamayla beraber kullanarak *Listeria monocytogenes*'in inhibisyonunu sağlamaya çalışmışlardır. Depolama sürecinde (7 gün) aljinat kaplamaların potansiyel koruyucu olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Gennadios ve diğ. (1997) ringa balığında -18°C de depolama sırasında, aljinat kaplamalarla muamele edilen ve polietilen torbalara konulmuş balık örneklerinin polietilen torbalardaki kaplanmayan kontrollerden biraz daha fazla nem içeriğine ve daha az lipid oksidasyonuna (daha düşük TBA değeri) sahip olduğunu belirtmiştir.

Erickson ve Hung (1997) dondurulmuş karideslerde uygulanan kalsiyum veya alüminyum içeren jelleştirici ajanlarla hazırlanan aljinat kaplamaların 3 aylık depolama sonunda orijinal tat, tekstür ve rengin korunmasında kontrol grubu örneklere göre etkili sonuç verdiğini rapor etmişlerdir.

Pranoto ve diğ. (2005) doğal bir antibakteriyel ajan olan sarımsak yağını aljinat esaslı yenilebilir film içerisinde çalışmışlardır. *E. coli*, *S. typhimurium*, *S. aureus* ve *B. cereus*'un yaşayan hücre sayısında 4 saatlik beklemeden sonra sırasıyla 2,28, 1,24, 4,31 ve 5,61 $\log_{10}$ kob/g azalma belirlenmiştir.

Dong ve diğ. (2006) ilaç sektöründe kaplama olarak kullanılan aljinat ve jelatin karışımı filmlerde ambalajlamada önemli faktörlerden biri olan elastikiyetin ve gerilme kuvvetinin 20^{o}C ve %65 bağıl nemde mekanik testlerde başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Wang ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada karboksimetil selüloz (CMC), jelatin, peynir altı suyu proteini izolatı, patates nişastası, sodyum kazeinat ve sodyum aljinat ile hazırlanan yenilebilir filmlerle yapılan çalışmada sodyum aljinatın en düşük su buharı geçirgenliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada sodyum aljinat filmin uzama yüzdesi ve gerilme gücü en yüksek bulunan yenilebilir film olduğu belirtilmiştir.

Rojas-Graü ve diğ. (2007) aljinat ve jelatin kaplı elmalarda kaplamaların su buharı direncini ayçiçeği yağı kullanarak artırmışlardır (Aljinatta 15,7`den 19,2`ye, jelatinde ise 14,6`dan 27,6 s/cm`ye çıkmıştır). Ayçiçeği yağı eklenmesi aljinat kaplamaya göre jelatin kaplamada daha iyi bir etki göstermiştir.

Marcos ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada sığır jambonunda *Listeria monocytogenes*'i inhibe etmek amacıyla Enterosin katkılı belli konsantrasyonlardaki aljinat filmlerle kaplama yapmışladır. Soğuk muhafazada (6 ^{o}C) kontrol grubunun mikrobiyolojik yükü 8 gün sonunda 10^4 'den 10^7 kob/g 'a yükselirken, % 5 aljinat içeren kaplamalı jambon gruplarında patojen olan bu mikroorganizmanın inhibisyonunun sağlandığı belirtilmiştir.

Olivas ve diğ. (2007) tarafından "Gala" elmalarında aljinat, asetilleştirilmiş aljinatlı monogliserid linoleik asit ve aljinat-yağ-linoleik asit gibi farklı kaplama formülasyonları uygulanmış ve 5 ^{o}C de % 85 bağıl nem oranında depolama yapılmıştır. Düzenli olarak ağırlık kaybı, renk, tekstür, mikrobiyal yük ve asidite kontrol edilmiştir. Bütün kaplama çeşitleri ile "Gala" elmalarında kahverengileşmeyi önleyici etki sağlanmıştır.

Datta ve diğ. (2008) salmon filetolarındaki patojen mikroorganizmaları inhibe etmek ve filetoların raf ömrünün artırılması için %1 kalsiyum aljinat %1 kalsiyum karbonat kaplamalarının uygulandığı üründe kalite parametrelerinin artış gösterdiğini belirtmektedirler. Bu kaplama formülasyununa istiridye lizozimi veya yumurta beyazı lizozimi eklendikten sonra kaplamanın etkinliği daha da gelişmiştir. Söz konusu mikroorganizmalara karşı istiridye ve yumurta beyazı lizozimi arasında belirgin bir fark bulunmazken *L. monocytogenes* ve *S. anatum*'un miktarlarının 2,2-2,8 $\log_{10}$ kob/g aralığında kontrol örneklerine göre gelişiminin azaldığı görülmüştür.

Lu ve diğ. (2009) bir tür tatlı su balığı *Channa argus* filetolarına EDTA ve nisin ilave edilmiş %3 aljinat içeren kaplamalar uygulamışlar, kaplama uygulanan balık filetolarının kontrol grubuna nazaran daha iyi kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal sonuçlar verdiği bildirilmişlerdir.

Bufalo etinden hazırlanmış köfteler %0-2-4 ve 6 Sodyum aljinat içeren filmlerle pişirilmeden ve pişirildikten sonra kaplanmıştır. Yirmibir günlük depolama sonunda aljinat kaplamalı örneklerin kontrol grubu örneklere ve % 0 aljinat içeren örneklere göre daha düşük TBA değerine sahip olduğu görülmüştür. Aynı etki mezofilik ve psikrofilik bakteri yükünde de tespit edilmiştir (Chidanandaiah ve diğ., 2009).

Neetoo ve diğ. (2010) soğuk dumanlanmış balık fileto ve dilimlerinde biyoaktif katkılı aljinat kaplamayla *Listeria monocytogenes* gelişimini önleyici etki sağlamaya çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda sodyum diasetat ve sodyum laktat katkılı aljinat kaplamanın değişik kombinasyonlarda *Listeria monocytogenes* 'in gelişimini engelleyici etki yaptığı bulunmuştur. En etkili biyoaktif katkılı madde oranı % 2,4 Sodyum laktat / % 0,125 Sodyum diasetat; % 2,4 Sodyum laktat/% 0,25 sodyum diasetat olarak bulunmuştur.

Lu ve diğ. (2010) hazırladıkları tarçın ve nisin katkılı kalsiyum aljinat yenilebilir kaplamalarıyla kaplanmış buzdolabı koşullarında (4 ±1ºC) muhafaza edilen *Channa argus* türü balık filetolarının tazeliğinin korunmasını araştırmışlardır. Bu çalışmada bütün kaplamalar kontrol grubundan daha iyi sonuçlar vermiştir. 10 µL mL-1 tarçın içeren kalsiyum aljinat kaplaması ve 10 µL mL^{-1} tarçın ve 2000 IU mL^{-1} nisin and 150 µg mL^{-1} EDTA) içeren kalsiyum aljinat kaplamasının bakteri gelişimini azalttığı lipit oksidasyonunu azaltmada daha etkili sonuçlar verdiği bulunmuştur.

Norajit ve diğ. (2010) yaptıkları çalışmada 0,5 g/ml ginseng ekstraktı içeren % 2'lik aljinat ihtiva eden biyoçözünür filmin antioksidan özelliklerini ve film yapısındaki değişiklileri araştırmışlardır. Ginseng ekstraktı filme iyi adapte olmuş ve antioksidan aktivitesi olumlu sonuçlanmıştır. Ginseng katkısı filmin nem içeriğinde belirgin bir değişikliğe neden olmamıştır. Ayrıca ginseng katkısıyla filmin gerilme direnciyle elastikiyetinde azalma olurken uzama yüzdesinde artış meydana gelmiştir.

Yüzde 5 C vitamini ve yüzde 0,3 çay polifenolü içeren %1,5'luk sodyum aljinat kaplamalarının uygulandığı çipura balığında uygulama işlemi kontrol grubuna nazaran olumlu sonuçlar vermiş, % 5 C vitamini ve %0,3 çay polifenolü içeren grupların yalnız sodyum aljinat içeren gruba göre bakteriyel gelişimi durdurmakta, su kaybını

engellemekte ve duyusal kalite parametrelerini korumada daha etkili olduğu belirtilmiştir (Song ve diğ., 2011).

Su ürünlerinin raf ömrünün artırılmasında ve kalite kayıplarının azaltılmasında çalışmalar yapılmakta ve sürekli yeni yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemler geliştirilirken ürün olabildiğince doğal kalmalı, insan sağlığını tehdit etmemeli, ambalaj malzemeleriyle doğaya zarar vermemeli, düşük maliyette ve kolay üretilebilir olmalıdır. Yenilebilir film ve kaplamalar tüketiciler tarafından yapılan bu isteklere cevap veren yeni bir yöntemdir. Yenilebilir filmler içerisinden sodyum aljinat alg kökenli olduğu için su ürünlerinin kaplanmasında sektör içinde bir tamamlama görevi üstlenmekte ve polisakkarit bazlı olduğu için birçok dini gruplarca ve vejeteryanlarca tercih edilebilecek yenilebilir kaplamadır. Bunların yanında herhangi bir alerjenik etkisine rastlanmayan sodyum aljinat raf ömrünü artırıcı ve kaliteyi koruyucu özellikleriyle dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada çeşitli konsantrasyonlarda sodyum aljinat içeren kaplamaların sıcak dumanlanmış alabalıklara uygulanması ile bu tip ürünlerin raf ömrünü olumsuz etkileyen mikrobiyal yük ve yağ oksidasyon problemlerinin azaltılması amaçlanmıştır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

Bu çalışmada Liman Alabalık Üretim Tesisleri Bilecik, Bozüyük'ten temin edilen toplamda 30 kg ağırlığı olan porsiyonluk boy (32.85 ±1.01 cm) ve ağırlıktaki (343.25 ±34.37 g) alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*) buz içerisinde strafor kutularda İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Proses Laboratuvarına getirilmiştir (Şekil 3.1). Araştırma İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın akış şeması Şekil 3.2'de verilmiştir.

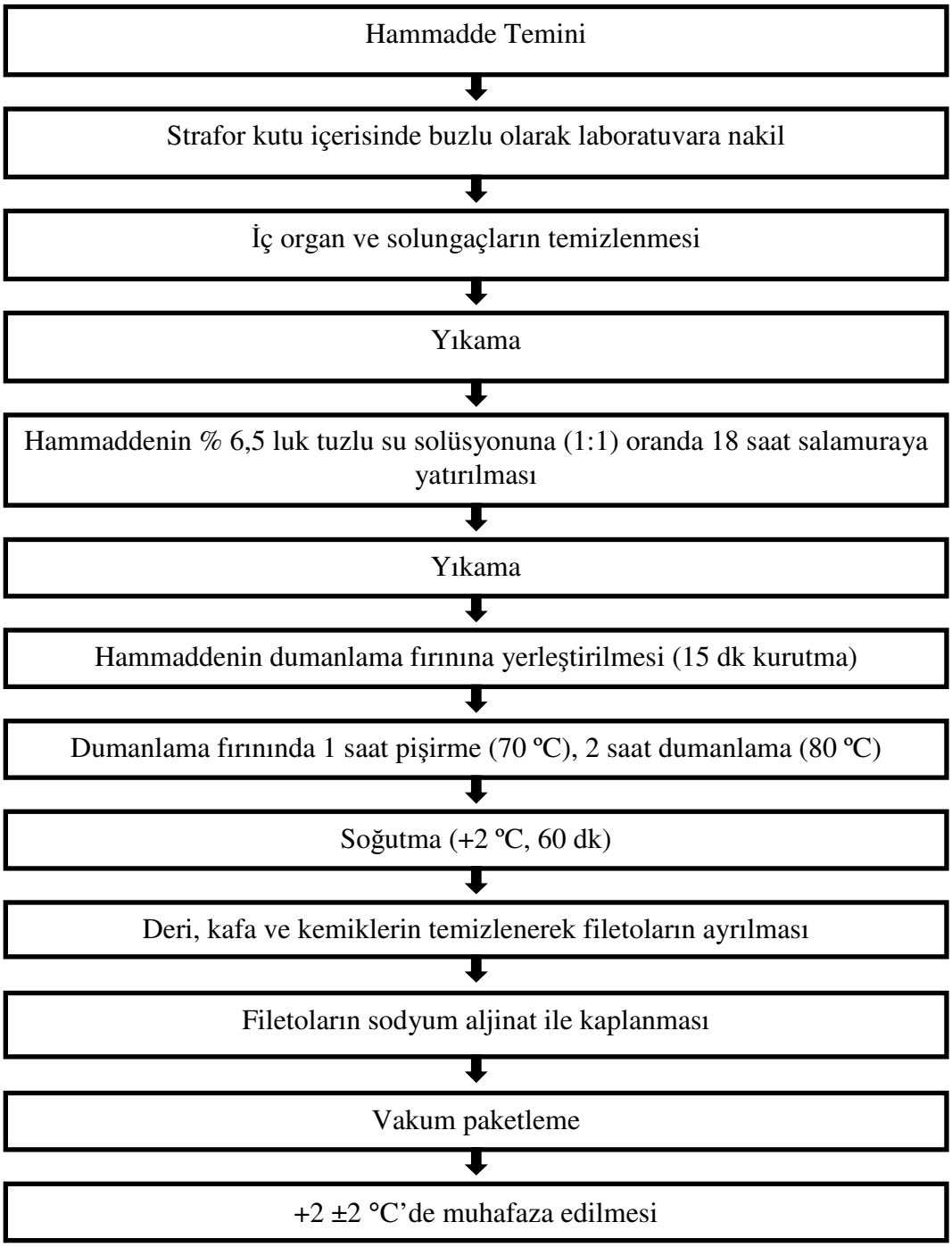


Şekil 3.1: Gökkuşağı Alabalığı (*Onchorynchus mykiss*)

3.1.1. Sodyum aljinat temini ve sodyum aljinat solüsyonlarının hazırlanması

Yenilebilir kaplamanın hammaddesi olan sodyum aljinat Çin Halk Cumhuriyeti menşeili olarak Smart Kimya Şirketi, İzmir, Türkiye firması vasıtasıyla temin edilmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda (% 1, % 2, % 3) sodyum aljinat içeren kaplama solüsyonları hazırlanmıştır. İstenen konsantrasyona göre tartılan sodyum aljinat hot plate üzerinde eriyene dek suda çözülerek, % 1 gliserol ilavesi ile iyice çözünene dek karıştırılmak suretiyle hazırlanmıştır.



Şekil 3.2: Sıcak dumanlanmış, aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş alabalık hazırlanması

3.1.2. Dumanlanmış materyalin hazırlanması

İç organları ayıklanan alabalıklar, buzdolabında 18 saat tuzlu su solüsyonunda bekletildikten sonra balıklara sıcak dumanlama işlemi uygulanmıştır.

3.1.3. Dumanlanma ünitesi ve dumanlama işlemi

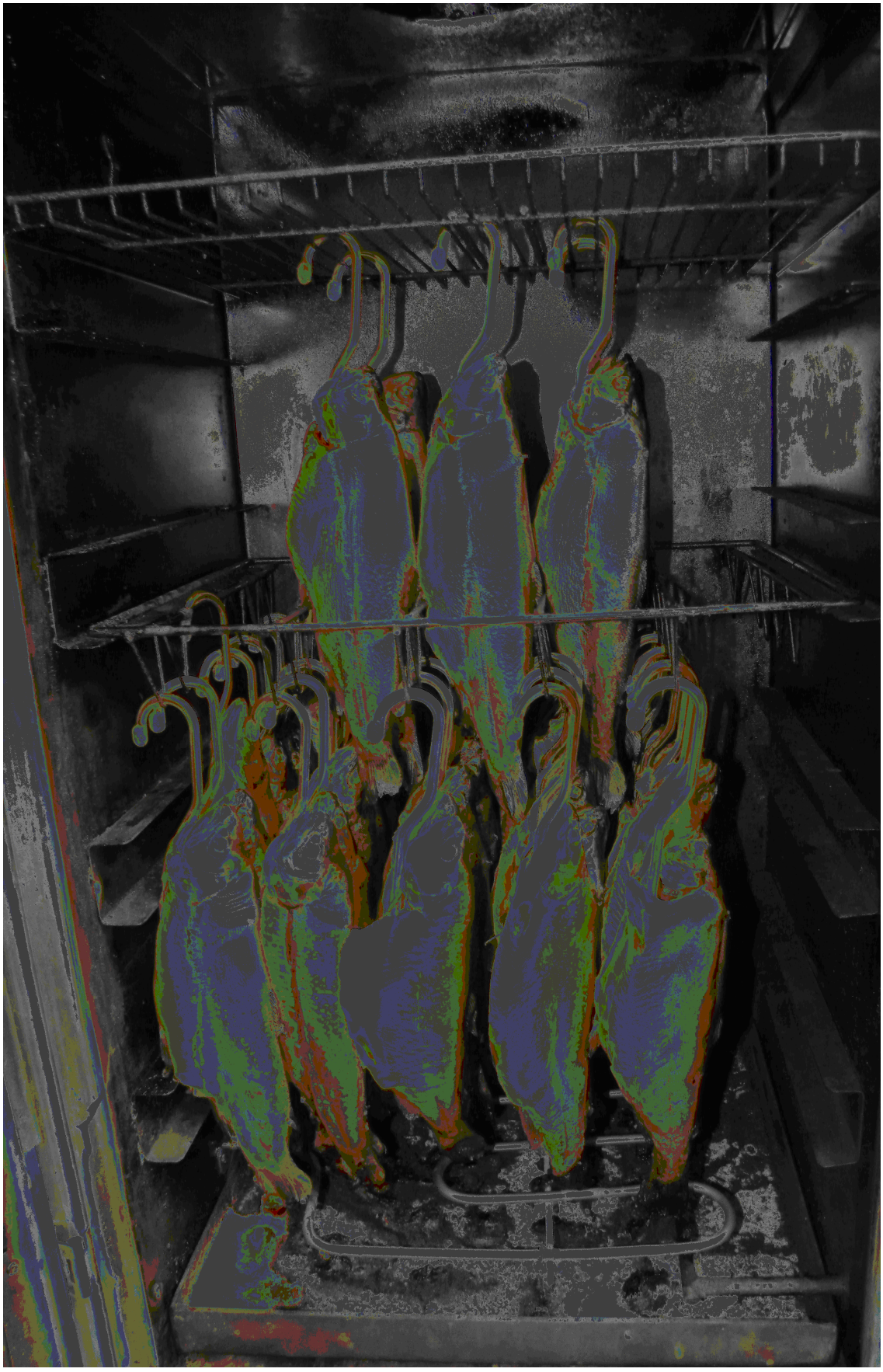
Dumanlama işleminde laboratuvar tipi dumanlama ünitesi kullanılmıştır. Duman üretilmesinde meşe talaşı (Sakarya Sapanca' dan temin edilmiş) kullanılmıştır. Ayıklanan ve yıkanan alabalıklar oda sıcaklığında hazırlanan % 6,5 tuz solüsyonunda balık**:**tuz solüsyonu 1:1 olacak şekilde yaklaşık 18 saat +2°C'de bekletilmiştir (Şekil 3.3). Salamuradan çıkarılan balıklar temiz içme suyu içinde 15 dakika tutulduktan sonra dumanlama ünitesine kancalara asılmak suretiyle yerleştirilmişlerdir. Dumanlama kabinine uygun aralıklarla yerleştirilen balıklar, fazla suyun süzülmesi için 15 dakika boyunca oda sıcaklığında tutulmuşlardır (Şekil 3.4). Bu işlemden sonra dumanlama işlemine geçilmiştir. Uygulanan işlemler sırasıyla; oda sıcaklığında (20 ºC'de) 15 dakika kurutma, 70 ºC'de 60 dakika boyunca pişirme işlemi ve de 80 ºC'de 120 dakika boyunca dumanlama işlemidir (Şekil 3.5). Dumanlama işlemi bittikten sonra alabalıklar soğuyana kadar 2 ºC bekletilmiştir. Soğuyan alabalıkların derileri çıkarılarak fileto edilmiştir. Hazırlanan filetolar üzerine önceden hazırlanmış sodyum aljinat solüsyonları fırçayla filetoların önce bir tarafına sürülmüş 15 dakika bekletilmiş daha sonra filetoların diğer tarafına sürülmüş 15 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.3: Tuz solüsyonu içindeki alabalıklar



Şekil 3.4: Dumanlama fırınına yerleştirilmiş alabalıklar



Şekil 3.5: Sıcak dumanlanmış alabalıklar

3.1.4. Sodyum aljinat kaplama uygulanması ve vakum paketleme

Aljinat kaplama uygulanmış filetolar alüminyum tabaklar içinde vakum ambalaj için Polinas Plastic Firması (Manisa, Turkiye) temin edilen polietilen bazlı torbalara (Kalınlık; 90µm, Toplam ışık geçirgenliği: 30%; O_2 geçirgenliği: 75% relative nem (RH) ve 25 ºC'de 160 cm^3/m^2/day/atm; su buhar geçirgenliği: 100% relative nem (RH) ve 25ºC'de 8.50 g/m^2/day) yerleştirilmiş ve Henkovac model (ML's Hertogenbosch, Hollanda) vakum makinası kullanılarak paketlenmiştir. Paketlenen örnekler 2±2 ºC' deki soğuk hava deposuna yerleştirilmiştir (Şekil 3.7). Uygulama yapılan gruplar aşağıda verilmiştir.

Kontrol grubu (K) örnekler aljinat solüsyonuyla işlem görmeden direkt vakum yapılarak paketlenmiştir. İkinci grup örnek % 1 aljinat solüsyonuyla işlem gördükten sonra vakum paketlenmiştir (AL1). Üçüncü grup örnek % 2 aljinat solüsyonuyla işlem gördükten sonra vakum paketlenmiştir (AL2). Dördüncü grup örnek % 3 aljinat solüsyonuyla işlem gördükten sonra vakum paketlenmiştir (AL3). Beşinci grup örnek % 0.5 v/v kekik yağı ilave edilmiş %3 aljinat solüsyonuyla işlem gördükten sonra vakum paketlenmiştir (AL3K).

Tüm gruplarda haftalık olarak duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmış, uygulanan sodyum aljinat kaplamanın dumanlanmış alabalık ürünlerinin raf ömrüne etkisi ve kalite değişimleri gözlemlenmiştir.



Şekil 3.6: Sodyum aljinat uygulanmış sıcak dumanlanmış alabalık filetoları



Şekil 3.7: Vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalıklar

3.2.YÖNTEM

3.2.1. Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirmede Huss (1988)'in geliştirdiği duyusal skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre numunelerdeki genel görünüş, koku, tat ve doku parametreleri panelistler tarafından 9 puan üzerinden değerlendirmeye alınmışlardır. Bu tabloda 9 puan "çok iyi", 8 puan "oldukça iyi", 7 puan "iyi", 6 puan "biraz iyi", 5 puan "beğeni sınırı, 4 puan "biraz kötü", 3 puan "kötü, 2 puan "oldukça kötü", 1 puan "çok kötü" olarak tanımlanmaktadır. Bu duyusal değerlendirme tablosunda "5 puanın altı" tüketilmezlik olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan form örneği Tablo 3.1'de verilmiştir. Değerlendirmede su ürünlerinin kalite kontrolü konusunda deneyimi olan 3 panelist görev almıştır.

Tablo 3.1: Duyusal analiz tablosu

	K	AL1	AL2	AL3	AL3K
Genel Görünüş					
Doku					
Tat					
Koku					

3.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

Depolama süresi boyunca tüm örneklerde incelenen toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam anaerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yükü için örnek (25 g) steril alüminyum folyo üzerinde tartıldıktan sonra steril bir şekilde stomacher poşetlerine (Seward Medical, İngiltere) alınmıştır. Daha sonra bu poşetlere 225 mL'lik steril peptonlu su (Merck, Kat No: 107214) ilave edilerek peristaltik karıştırıcı ile (Stomacher, IU Instrumnet, İspanya) homojenize edilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Bundan sonra 9 mL peptonlu su bulunan tüplerden seri dilüsyonlar hazırlanmış ve ekimler yapılmıştır (Bell ve diğ., 2005). Mikrobiyolojik analizler her

gruptan iki adet örnekleme ve her dilüsyondan çift paralleli ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Mezofilik aerobik bakteri yükünün belirlenmesi

Mezofilik aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA, cat No: 105463, Merck, Darmstadt, Almanya) besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemiyle 1,0 mL ekim yapılarak 37ºC'de 24-48 saat inkübasyon yapılmıştır (Bell ve diğ., 2005).

3.2.2.2. Psikrotrofik bakteri yükünün belirlenmesi

Psikrotrofik bakteri sayımında da Plate Count Agar (PCA, cat No: 105463, Merck, Darmstadt, Almanya) besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemine göre ekim yapılmış, 7ºC'de 10 gün inkübasyon yapılmıştır (Bell ve diğ., 2005).

3.2.2.3. Anaerobik bakteri yükünün belirlenmesi

Anaerob bakteri yükü de Plate Count Agar (PCA, cat No: 105463, Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılarak dökme plak yöntemiyle ekim yapılarak anaerobik şartlar CO_2'li inkübatör (5% CO_2, HF 90 model, Shanghai, Çin) kullanılarak sağlanmış ve 30ºC'de 72 saat inkübasyon yapılmıştır (Bell ve diğ., 2005).

3.2.2.4. Anaerobik sülfit indirgeyici Clostridium sp. yükünün belirlenmesi

Anaerobik sülfit indirgeyici *Clostridium* sp. yükü içinde Differential Reinforced Clostridial Broth (DRCM**,** cat No: Merck 1.11699, Darmstadt, Almanya) besi yeri kullanılarak ekim yapılmış ve 30°C'de 14 gün anaerobik koşullarda inkübasyon yapılmıştır. Sonuçlar EMS/g olarak hesaplanmıştır (Bell ve diğ., 2005).

3.2.2.5. Maya-küf yükünün belirlenmesi

Maya ve küf için Dichloran Rose Bengal Chloramphenical (DRBC) besiyeri kullanılarak yayma plak yöntemiyle 0,1 mL ekim yapılarak 25ºC'de 5-7 gün aerobik inkübasyon yapılmıştır.

Mezofilik aerobik bakteri, psikrotrofik bakteri, anerobik bakteri ve maya- küf yükünün sonuçları log kob/g olarak değerlendirilmiştir (Bell ve diğ., 2005).

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Kimyasal Kompozisyon Analizleri

Analizler için balıketi homojenizatörde (Retsch, GM 200, Almanya) parçalanarak analizlere hazır hale getirilmiştir. Ham protein analizi AOAC, 955.04 (1998a), yağ analizi AOAC, 948.15 (1998b), nem analizi Mattissek ve diğ. (1992), kül analizi AOAC, 938.08 (1998c)'e göre yapılmıştır.

3.2.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarının Belirlenmesi

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi Antonacopoulos ve Vyncke (1989) yöntemine göre yapılmıştır. Homojenizatörde parçalanmış 10 g balıketine, 90 mL % 6,5'luk perklorik asit solüsyonu ilave edilir. Karışım 1-2 dakika süreyle disperser (ultra turrax, IKA T 25 Basic, Staufen, Almanya) ile karıştırılır. Disperserde karıştırılan örnekler bir iki dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra kaba filtre kâğıdından filtre edilerek 250 mL'lik erlen mayerlere aktarılır. Elde edilen destilatdan 50 mL Kjeldahl tüpüne aktarılır. Üzerine 50 mL destile su ve 10 mL %20 lik Sodyum Hidroksit, bir kaç damla köpük önleyici eklenir. Destilasyon köprüsünün çıkışına koyulacak 250 mL lik erlenmayere 10 mL %3 lik Borik asit ve bir kaç damla taşiro indikatörü eklenir. Elli (50) mL destilat köprü çıkışında birikene kadar destilasyon işlemi gerçekleştirilir. Biriken destilat 0.01 N HCl içeren titratör (Brand model, Wertheim, Main, Almanya) yardımıyla titre edilerek aşağıdaki formüle göre hesap yapılarak sonuç mg/100g olarak bulunmaktadır. Destilasyon işlemi için Büchi (Model K-350, Flawil 1, İsviçre) marka destilasyon cihazı kullanılmıştır.

TVB-N (mg/100g)= (örnek için harcanan HCl- köre harcanan HCl) x 0,01 x14 x 2 x 100 /örnek ağırlığı



Şekil 3.8: Destilasyon cihazı

3.2.3.3. Trimetilamin Azot (TMA-N) Miktarının Belirlenmesi

Trimetilamin azot (TMA-N) analizi AOAC (1998d)'e göre yapılmıstır. Homojenizatörde homojenize edilen örnek üzerine bir erlen içerisinde %7,5'luk triklorasetik asit (TCA) eklenir ve disperser ile 1-2 dakika homojenize edilir. Homojenize örnek oda sıcaklığında 1-2 dakika tutulduktan sonra kaba filtre kâğıdından süzülür. Elde edilen destilattan pipet yardımıyla 4 mL alınıp reaktif tüplerine konulur. Ardından yöntemde belirtildiği gibi 1 mL %20'lik formaldehit, 3 mL %50'lik potasyum hidroksit (KOH) ve 10 mL saf toluol eklenir. Üç dört dakika süre ile karıştırıldıktan sonra 15 dakika bekletilerek faz oluşumu sağlanır. Üst fazdan pipet yardımıyla 5 mL alındıktan sonra üzerine 5 mL % 0,02'lik toluolde hazırlanmış pikrik asit çözeltisi eklenir ve spektrofotometrede (UV/VIS double beam spectrophotometer T80 Series, PG Instruments Ltd., Wibtoft. Leics, İngiltere) 410 nm dalga boyunda köre karşı okunur. Bu aşamada aynı islem 0,0025-0,01 mg/mL TMA içeren seri standartlara da uygulanır.

Standart olarak trimethylammoniumchlorid (Merck, 8.211/8.0005) kullanılır. TMA-N değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

TMA değeri (mg/100g balıketi): Standart eğriden okunan TMA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı

3.2.3.4. Tiyobarbitürik Asit İndeksinin (TBA) Belirlenmesi

Tiyobarbitürik asit indeksi Erkan ve Özden (2008)'e göre yapılmıstır. Daha önceden homojenize edilmiş balıketi örneği 10g (0,01 g hassasiyetindeki terazi ile) tartılarak üzerine, etanolde 1 g/L olacak şekilde hazırlanan BHT (Butylated hydroxytoluene) çözeltisinden 500 µL ve 90 mililitre % 5'lik triklorasetik asit (TCA) ilave edildikten sonra disperser ile orta devirde parçalanır. Elde edilen karışım kaba filtre kâğıdından süzüldükten sonra eldeki destilattan 5 ml alınarak 20 ml'lik tüpe aktarılır ve üzerine 0,02 mol/L %10 glasiyel asetik asitte hazırlanmış TBA reaktifi (Thiobarbituric acid, Fluka, 88481) eklenerek ağzı sıkıca kapatılır. Reaksiyonun oluşması için tüpler 80ºC'de su banyosunda 40 dakika tutulur. Tüpler oda sıcaklığına dek soğutulur.

Yukarıda anlatılan işlemlerin tümü kör ve 0,002-0,014 µg/mL MDA içeren standartlara uygulanır. Standart olarak 1,1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) malondialdehyde-(dimethyl acetal)) (Merck, 8.20756.0250, Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılır. Standart ve örnekler 532 nm de UV/VIS spektrofotometrede köre karşı okunması yapılır. Spektrofotometrede okunan örnek sonuçları standartların regresyon eğrisi denklemi üzerinden hesaplanarak aşağıdaki formülde yerine konur.

TBA değeri (mg MDA/kg balıketi): Standart eğriden okunan MDA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı



Şekil 3.9: TMA ve TBA spektrofotometrik ölçümleri

3.2.3.5. Serbest Yağ Asidi (FFA) Miktarının Belirlenmesi

Homojenizatörde homojenize edilen örnek üzerine bir erlen içerisinde 1-2 ±0.05 g hassasiyette tartılır. Üzerine 25 mL dietileter, 25 mL alkol karışımı dökülür biraz bekletilir. Sonra 1 mL fenolfitalyen (%1 alkolde hazırlanmış) eklenir. 0,1N NaOH ile kalıcı açık pembe renk 15 sn değişmeyene dek titre edilir. Harcanan NaOH formülde yerine konur ve aşağıda verilen formüle göre oleik asit cinsinden % olarak hesaplanır (Mattissek ve diğ., 1992).

% FFA= 28.2 X (Harcanan NaOH x NaOH un normalitesi / örnek ağırlığı)

3.2.4. İstatistiksel Analiz

Sonuçlar, paralellerin ortalaması alınarak ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir. Çoklu karşılaştırmalar için parametrik varsayımların gerçekleştiği verilerde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Bu test ile fark bulunan gruplarda, farklılığın nereden kaynaklandığını bulmak için TUKEY testi kullanılmıştır. Gruplar arası ve depolamaya bağlı parametrelerde değerlendirmeler ve parametreler arası ilişki $p<0,05$ olması anlamlı kabul edilmiştir. Bütün istatistik testler IBM firmasınca geliştirilen SPSS Statistics Version 20 bilgisayar programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanan yenilebilir sodyum aljinat kaplamaların dumanlanmış alabalıkların kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisi ve yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.1. HAMMADDE BULGULARI

Dumanlama işleminde kullanılan balıkların kimyasal kompozisyonu % 18,80 ±0,06 protein, % 4,23 ±0,02 yağ, % 1,38 ±0,03 kül, % 75,56 ±0,09 nem ve % 0,03±0,03 karbonhidrat olarak belirlenmiştir. Çiğ alabalıklarda toplam mezofilik arobik bakteri yükü 3,20 ±0,48 log kob/g, psikrotrofik bakteri yükü 3,03 ±0,24 log kob/g olarak tespit edilirken, anaerobik bakteri yükü ve maya-küf yükü <1 log kob/g olarak, *Clostridium* sp. yükü ise <0,47 EMS/g olarak bulunmuştur. Sıcak dumanlama işleminde kullanılacak olan alabalıklar duyusal olarak "çok taze" olarak değerlendirilmiştir. Kimyasal parametreleri sırasıyla pH'ı 6,40 ±0,04, TVB-N değeri 17,06 ±0,81 mg/100g, TMA-N değeri 0,63 ±0,01 mg/100g, TBA değeri 0,38 ±0,05 mg MA/kg, FFA değeri % 0,47 ±0,04 olarak tespit edilmiştir.

Dumanlanmış alabalığın protein değeri % 30,76 ±0,63, yağ değeri % 7,50 ±0,50, kül değeri % 1,60 ±0,24, nem değeri % 54,58 ±0,01 ve karbonhidrat değeri % 5,66 ±0,20 olarak tespit edilmiştir.

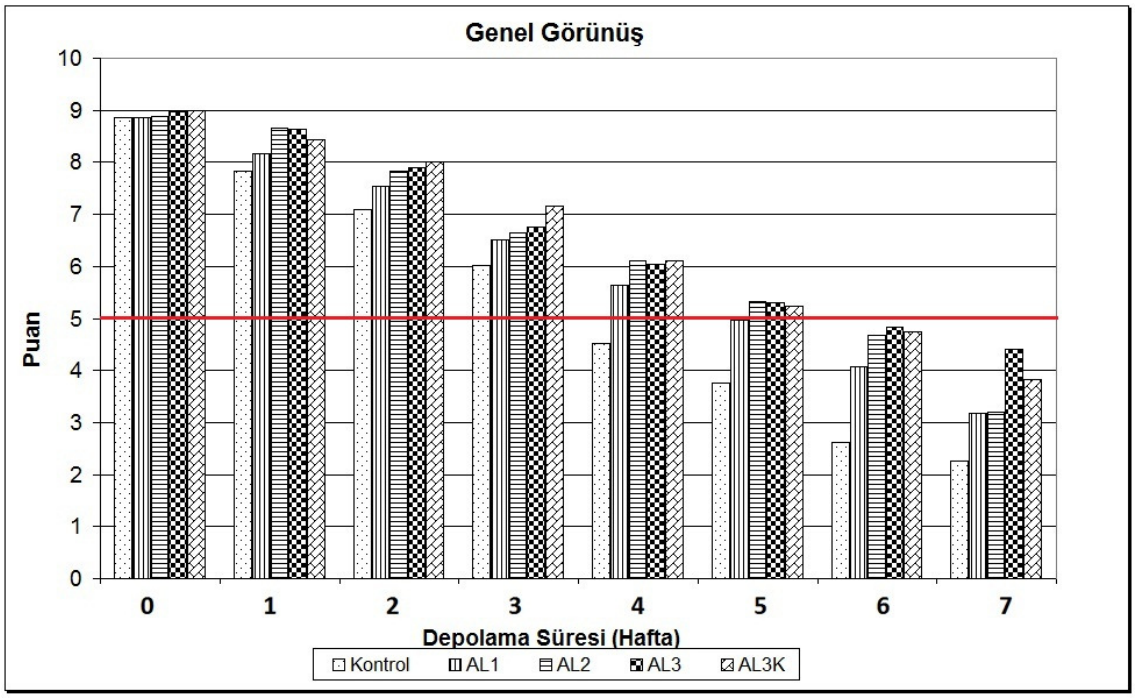
4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

Farklı konsantrasyonlarda aljinat içeren kaplamaların uygulandığı sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin duyusal değerlendirilmesi yapıldığında genel görünüş bakımından kontrol grubu örneklerin depolamanın 4. haftasında, AL1 grubu örneklerin depolamanın 5. haftasında ve AL2, AL3, AL3K grubu örneklerin depolamanın 6. haftasında tüketilemez kaliteye indiği belirlenmiştir (Tablo 4.1 ve şekil 4.1).

Tablo 4.1: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler (Puan)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki gruplar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Süresi (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	8,85 ±0,13^{Aa}	8,85 ±0,09^{Aa}	8,88 ±0,03^{Aa}	8,97 ±0,03^{Aa}	8,98 ±0,13^{Aa}
1	7,83 ±0,03^{Ab}	8,17 ±0,29^{ABb}	8,67 ±0,29^{Ba}	8,63 ±0,32^{Ba}	8,43 ±0,12^{ABab}
2	7,08 ±0,14^{Ac}	7,53 ±0,25^{ABc}	7,83 ±0,15^{Bb}	7,90 ±0,17^{Bb}	8,00 ±0,0^{Bb}
3	6,02 ±0,08^{Ad}	6,50 ±0,50^{ABd}	6,65 ±0,65^{BCc}	6,75 ±0,75^{BCc}	7,15 ±0,65^{Cc}
4	**4,52** ±0,08^{Ae}	5,63 ±0,57^{Be}	6,10 ±0,53^{Bc}	6,03 ±0,50^{Bd}	6,10 ±0,53^{Bd}
5	3,75 ±0,25^{Af}	**4,97** ±0,45^{Bf}	5,33 ±0,29^{Bd}	5,30 ±0,30^{Be}	5,23 ±0,40^{Be}
6	2,62 ±0,13^{Ag}	4,07 ±0,12^{Bg}	**4,67** ±0,29^{BCe}	**4,83** ±0,15^{Cf}	**4,73** ±0,06^{Ce}
7	2,25 ±0,25^{Ah}	3,17 ±0,29^{Bh}	3,20 ±0,72^{Bf}	4,40 ±1,04^{Cg}	3,83 ±0,29^{Cf}



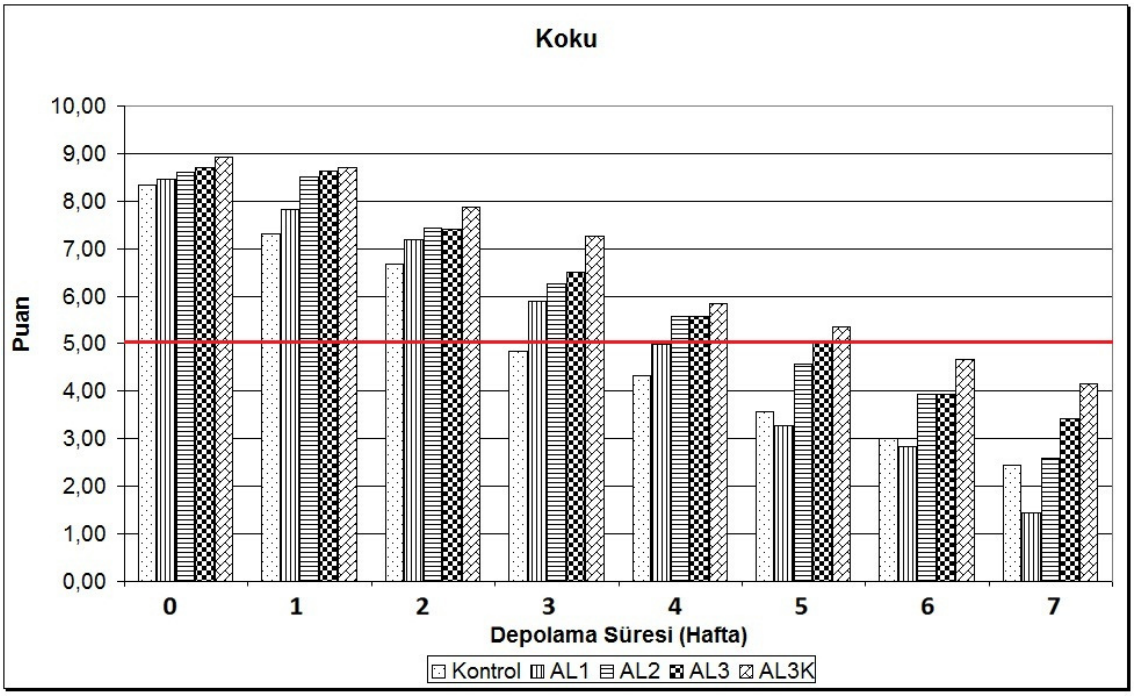
Şekil 4.1: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler

Duyusal parametrelerden koku skorları incelendiğinde Tablo 4.2. ve Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi depolama başlangıcında tüm grup örneklerin çok iyi kalitede oldukları, depolama süresi boyunca bu kalitenin azaldığı görülmektedir. Kontrol grubu örneklerin 4,83±1,08 kalite skoru ile depolamanın 3. haftasında "tüketilemez" kaliteye ulaştığı görülmüştür. Depolamanın 5. haftasında AL1 ve AL2 grupları sırasıyla 3,27±1,1 ve 4,58±0,72 değerleriyle, depolamanın 6. haftasında AL3 ve AL3K grupları sırasıyla 3,93±0,51 ve 4,67±0,76 kalite skorlarıyla "tüketilemez" kalitede değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler (Puan)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki gruplar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Süresi (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	8,33 ±0,06^{Aa}	8,45 ±0,05^{Aa}	8,62 ±0,10^{Aa}	8,70 ±0,1^{Aa}	8,93 ±0,06^{Aa}
1	7,30 ±0,44^{Aab}	7,83 ±0,24^{ABab}	8,50 ±0,08^{Ba}	8,63 ±0,26^{Ba}	8,70 ±0,22^{Bab}
2	6,68 ±0,16^{Ab}	7,20 ±0,26^{ABb}	7,43 ±0,12^{ABb}	7,40 ±0,10^{ABb}	7,87 ±0,12^{Bbc}
3	**4,83** ±0,31^{Ac}	5,90 ±0,90^{Bc}	6,25 ±0,75^{BCc}	6,50 ±0,50^{BCbc}	7,25 ±0,25^{Cc}
4	4,33 ±1,08^{Acd}	5,00 ±1,22^{ABc}	5,57 ±1,37^{Bc}	5,58 ±0,72^{Bc}	5,83 ±0,76^{Bd}
5	3,57 ±1,01^{ABde}	**3,27** ±1,10^{Ad}	**4,58** ±0,72^{BCcd}	5,02 ±0,45^{Cc}	5,37 ±0,32^{Cde}
6	3,00 ±0,78^{ABe}	2,83 ±0,76^{Ad}	3,93 ±0,51^{BCd}	**3,93** ±0,51^{BCd}	**4,67** ±0,76^{Cef}
7	2,43 ±0,51^{ABe}	1,43 ±0,75^{Ae}	2,60 ±0,53^{Be}	3,43 ±1,37^{BCd}	4,17 ±0,76^{Cf}



Şekil 4.2: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler

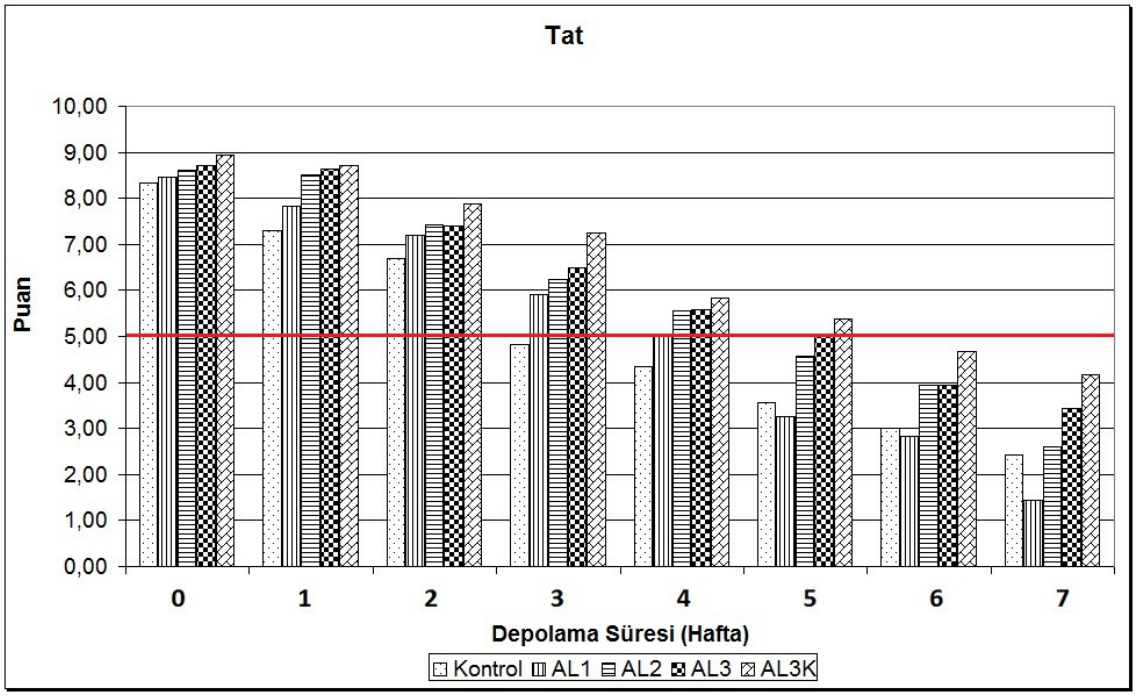
Tablo 4.3 ve Şekil 4.3'de görüldüğü gibi tat parametresinin sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin 4,95 ±0,04 kalite skoru ile depolamanın 3. haftasında "tüketilemez" kaliteye ulaştığı görülmüştür. AL1 ve AL2 grupları depolamanın 5. haftasında sırasıyla 4,6 ±0,49 ve 4,97 ±0,56 değerleriyle ve depolamanın 6. haftasında AL3 ve AL3K grupları sırasıyla 3,85 ±0,53 ve 4,5 ±0,41 kalite skorlarıyla "tüketilemez" kaliteye ulaşmıştır.

Doku skorları incelendiğinde kontrol grubu örneklerin depolamanın 4. haftasında, AL1 ve AL2 grubu örneklerin depolamanın 5. haftasında, AL3 ve AL3K örneklerinin ise 6. haftasında tüketilemez kalitede olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.4. ve şekil 4.4).

Tablo 4.3: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (tat) meydana gelen değişimler (Puan)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Süresi (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	7,90 ±0,10^{Aa}	7,95 ±0,06^{Aa}	8,18 ±0,08^{Aab}	8,28 ±0,08^{Aa}	8,47 ±0,15^{Aa}
1	7,50 ±0,20^{Aab}	7,93 ±0,33^{ABa}	8,27 ±0,21^{ABa}	8,40 ±0,43^{Ba}	8,47 ±0,05^{Ba}
2	6,83 ±0,21^{Ab}	7,30 ±0,36^{ABa}	7,37 ±0,33^{ABb}	7,57 ±0,49^{ABa}	7,77 ±0,21^{Ba}
3	**4,95** ±0,04^{Ac}	5,85 ±0,69^{Bb}	6,25 ±0,61^{Bc}	6,35 ±0,69^{Bb}	6,70 ±0,57^{Bb}
4	4,25 ±0,20^{Ac}	5,38 ±0,46^{Bbc}	5,80 ±0,85^{Bcd}	5,67 ±0,47^{Bbc}	6,00 ±0,41^{Bbc}
5	4,17 ±0,24^{Ac}	**4,60** ±0,49^{ABc}	**4,97** ±0,56^{ABd}	5,15 ±0,36^{Bc}	5,20 ±0,36^{Bcd}
6	2,17 ±0,62^{Ad}	3,00 ±0,00^{ABd}	3,75 ±0,61^{BCe}	**3,85** ±0,53^{Bd}	**4,50** ±0,41^{Cde}
7	1,25 ±0,26^{Ae}	1,50 ±0,41^{ABe}	2,15 ±0,12^{Bf}	3,25 ±0,61^{Cd}	3,90 ±0,90^{Ce}

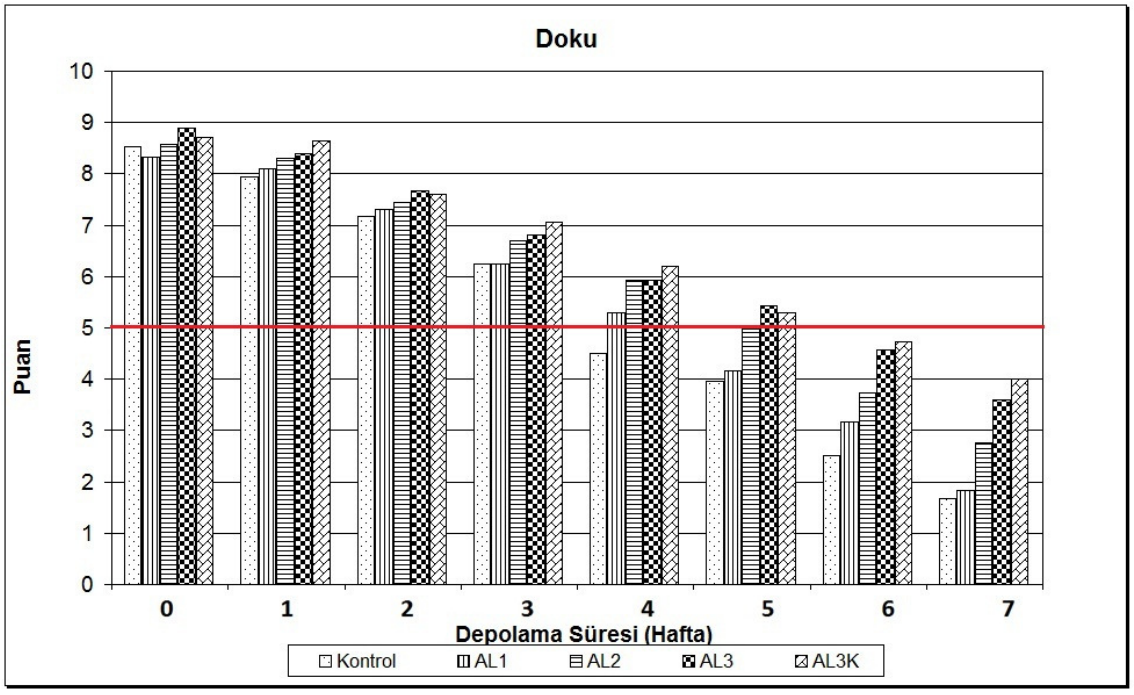


Şekil 4.3: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (tat) meydana gelen değişimler

Tablo 4.4: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (doku) meydana gelen değişimler (Puan)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Süresi (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	8,53 ±0,46^{Aa}	8,33 ±0,13^{Aa}	8,58 ±0,15^{Aa}	8,90 ±0,10^{Aa}	8,72 ±0,19^{Aa}
1	7,93 ±0,33^{Aab}	8,10 ±0,14^{Aab}	8,30 ±0,22^{Aab}	8,40 ±0,14^{Aab}	8,63 ±0,26^{Aa}
2	7,17 ±0,41^{Ab}	7,30 ±0,36^{Ab}	7,43 ±0,42^{Abc}	7,67 ±0,62^{Abc}	7,60 ±0,43^{Ab}
3	6,25 ±0,12^{Ac}	6,25 ±0,61^{Ac}	6,70 ±0,57^{Acd}	6,80 ±0,65^{Acd}	7,05 ±0,45^{Abc}
4	**4,50** ±0,71^{Ad}	5,30 ±0,62^{ABd}	5,93 ±0,66^{BCd}	5,93 ±0,33^{BCde}	6,20 ±0,14^{Cc}
5	3,97 ±0,53^{Ad}	**4,17** ±0,62^{ABe}	**4,97** ±0,37^{BCe}	5,43 ±0,09^{Cef}	5,30 ±0,22^{Cd}
6	2,52 ±0,18^{Ae}	3,17 ±0,24^{ABf}	3,73 ±0,38^{BCf}	**4,57** ±0,61^{CDf}	**4,73** ±0,38^{Dde}
7	1,67 ±0,47^{Ae}	1,83 ±0,62^{Ag}	2,77 ±0,33^{Bg}	3,60 ±0,57^{BCg}	4,00 ±0,82^{Ce}



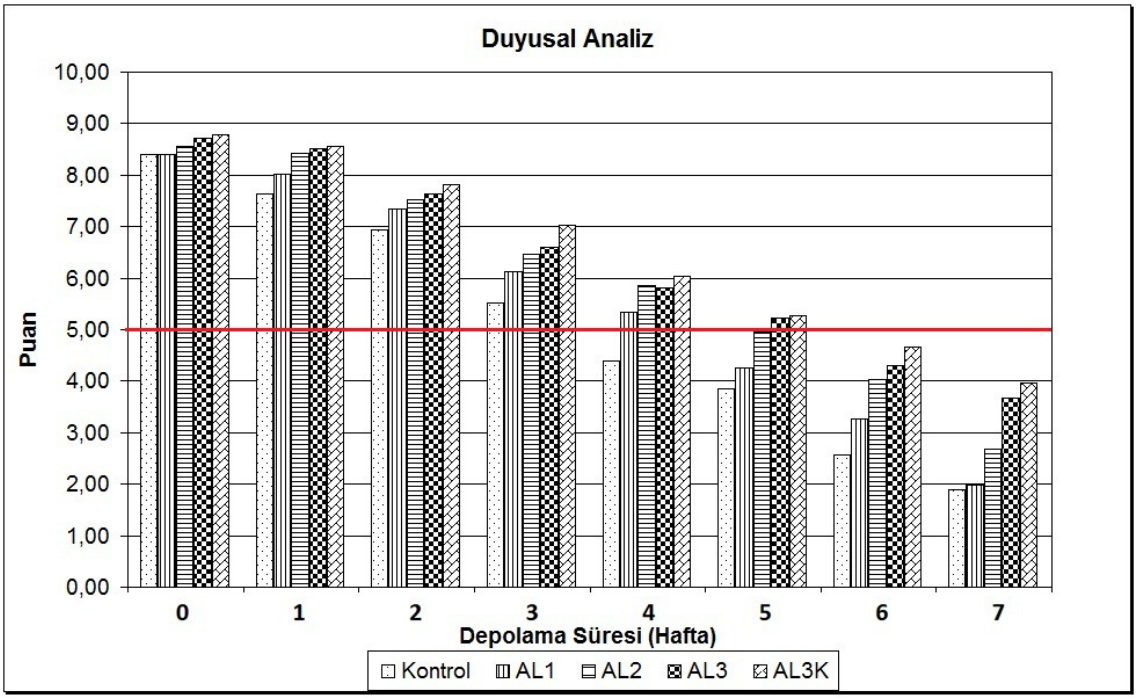
Şekil 4.4: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde (doku) meydana gelen değişimler

Genel görünüş, tat, koku ve doku parametrelerinin ortalaması alındığında duyusal analiz sonuçlarına göre (Tablo 4.5. ve şekil 4.5.) aljinat kaplaması uygulanmayan kontrol grubu örneklerin yaklaşık 3 hafta, AL1 ve AL2 grubu örneklerin 4 hafta, AL3 ve AL3K grubu örneklerin 5 hafta süreyle tüketilebilir kalitede kaldığı belirlenmiştir.

Tablo 4.5: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde meydana gelen değişimler (Puan)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Süresi (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	8,40 ±0,40^{Aa}	8,40 ±0,37^{Aa}	8,57 ±0,29^{Aa}	8,71 ±0,31^{Aa}	8,78 ±0,24^{Aa}
1	7,64 ±0,29^{Ab}	8,01 ±0,15^{ABab}	8,43 ±0,19^{Ba}	8,52 ±0,13^{Ba}	8,56 ±0,13^{Ba}
2	6,94 ±0,22^{Ab}	7,33 ±0,14^{ABb}	7,52 ±0,21^{ABb}	7,63 ±0,21^{ABb}	7,81 ±0,17^{Bb}
3	5,51 ±0,72^{Ac}	6,13 ±0,31^{ABc}	6,46 ±0,25^{BCc}	6,60 ±0,21^{BCc}	7,04 ±0,24^{Cc}
4	**4,40** ±0,13^{Ad}	5,33 ±0,26^{Bd}	5,85 ±0,23^{Bc}	5,80 ±0,21^{Bd}	6,03 ±0,16^{Bd}
5	3,86 ±0,26^{Ad}	**4,25** ±0,73^{ABe}	**4,96** ±0,31^{BCd}	5,23 ±0,18^{Cd}	5,28 ±0,07^{Ce}
6	2,58 ±0,34^{Ae}	3,27 ±0,55^{Af}	4,02 ±0,44^{Be}	**4,30** ±0,48^{Be}	**4,66** ±0,11^{Bef}
7	1,90 ±0,54^{Ae}	1,98 ±0,81^{ABg}	2,68 ±0,43^{Bf}	3,67 ±0,51^{Ce}	3,98 ±0,14^{Cf}



Şekil 4.5: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında duyusal parametrelerinde meydana gelen değişimler

4.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI

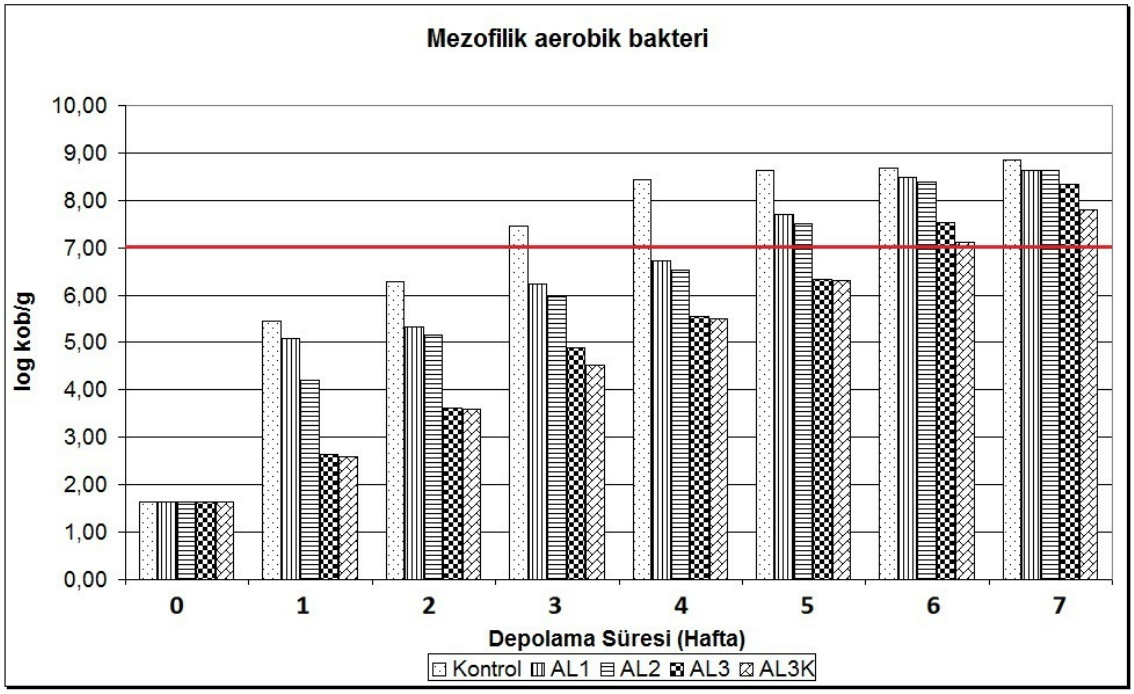
4.3.1. Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları

Sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin mezofilik aerobik bakteri yükü kontrol grubu örneklerde 1,65 ±0,07 log kob/g olarak bulunmuştur. Aljinat kaplama uygulanmış örneklerde mezofilik aerobik bakteri yükü <1 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın (2 ±2ºC) 2. haftasında kontrol grubu örneklerde 6,28 ±0,02 log kob/g mezofilik aerobik bakteri yükü tespit edilirken, AL1 grubu örneklerde 5,32 ±0,03 log kob/g, AL2 grubu örneklerde 5,17 ±0,12 log kob/g, AL3 grubu örneklerde 3,63 ±0,35 ve AL3K grubu örneklerde 3,60 ±0,09 log kob/g bakteri yükü tespit edilmiştir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.6). Depolama süresince kontrol grubuna göre aljinat kaplama uygulanmış örneklerin mezofilik aerobik bakteri yükü daha düşük değerlerde ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tablo 4.6: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında mezofilik aerobik bakteri yükünde meydana gelen değişimler (log kob/g)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	1,65 ±0,07^{Aa}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}
1	5,45 ±0,02^{Ab}	5,08 ±0,03^{Bb}	4,20 ±0,02^{Cb}	2,64 ±0,36^{Db}	2,60 ±0,09^{Db}
2	6,28 ±0,02^{Ac}	5,32 ±0,03^{Bc}	5,17 ±0,12^{Bc}	3,63 ±0,35^{Cc}	3,60 ±0,09^{Cc}
3	**7,46** ±0,06^{Ad}	6,23 ±0,01^{Bd}	5,98 ±0,04^{Cd}	4,89 ±0,16^{Dd}	4,54 ±0,09^{Ed}
4	8,43 ±0,60^{Ae}	6,72 ±0,04^{Be}	6,54 ±0,08^{Ce}	5,56 ±0,06^{De}	5,50 ±0,04^{De}
5	8,62 ±0,03^{Af}	**7,69** ±0,13^{Bf}	**7,51** ±0,04^{Cf}	6,34 ±0,19^{Df}	6,30 ±0,14^{Df}
6	8,69 ±0,02^{Afg}	8,48 ±0,07^{Bg}	8,38 ±0,04^{Bg}	**7,54** ±0,08^{Cg}	**7,13** ±0,08^{Dg}
7	8,85 ±0,21^{Ag}	8,63 ±0,02^{Bg}	8,64 ±0,04^{Bh}	8,34 ±0,00^{Ch}	7,81 ±0,04^{Dh}



Şekil 4.6: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında mezofilik aerobik bakteri yükünde meydana gelen değişimler

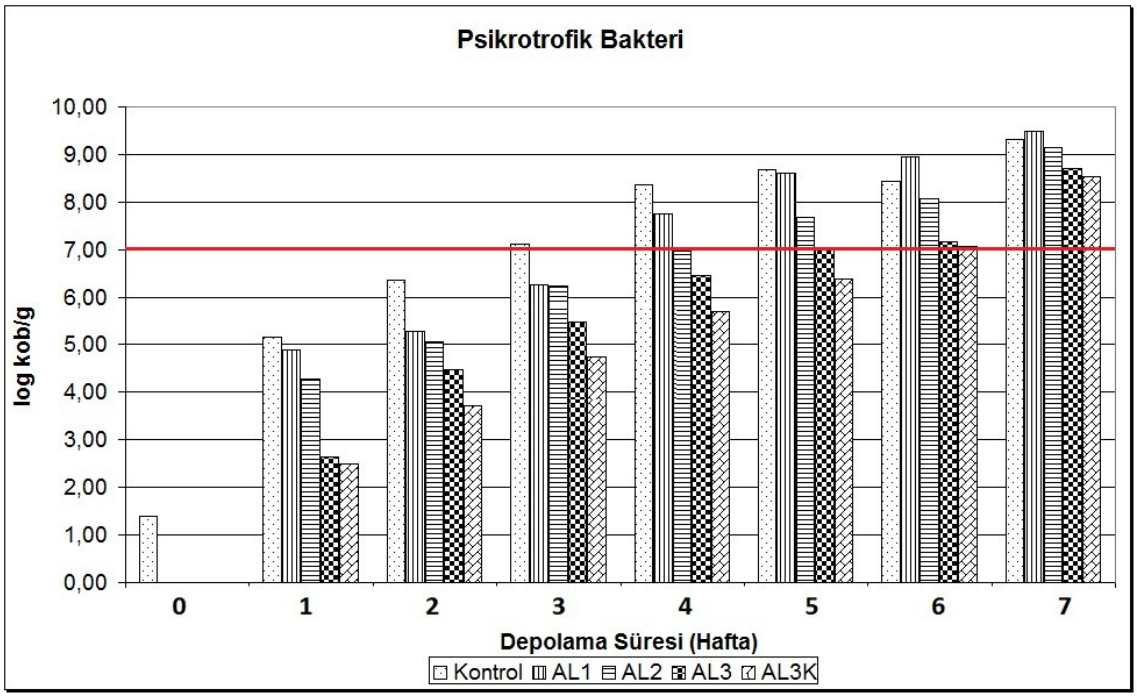
4.3.2. Psikrotrofik Bakteri Bulguları

Sodyum aljinat ile muamele edilen vakum uygulanarak ambalajlanan sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının soğukta muhafaza sırasındaki psikrotrofik bakteri sayım sonuçları Tablo 4.7 ve Şekil 4.7'de verilmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) hem kontrol grubu örneklerde psikrotrofik bakteri sayısı 1,39 log kob/g, aljinat ile muamele edilen örneklerde <1.00 log kob/g düzeyindedir. Depolama süresinin 2. haftasında, kontrol grubunda 6 log kob/g seviyesinin üzerinde 6,35 ±0,21 log kob/g psikrotrofik bakteri tespit edilmiştir. Depolamanın 3. haftasında psikrotrofik bakteri yükü AL1 ve AL2 grubu örneklerde 6,25 ±0,35 log kob/g ve 6,23 ±0,21 log kob/g düzeyine ulaşırken, depolamanın 4. haftasında AL3 grubu örneklerde 6,45 ±0,06 log kob/g ve 5. haftasında AL3K grubu örneklerde 6,38 ±0,0 log kob/g bakteri yükü bulunmuştur. Tablo 4.23 ve şekil 4.23'ten de görüldüğü üzere aljinat kaplama uygulanan örneklerde değerler kontrol grubuna nazaran daha düşüktür ($p<0,05$). Alabalık filetolarının psikrotrofik bakteri sayım sonuçları mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Tablo 4.7: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2°C'de depolama sırasında psikrotrofik bakteri yükünde meydana gelen değişimler (log kob/g)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	1,39 ±0,13^{Aa}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}
1	5,15 ±0,21^{Ab}	4,90 ±0,01^{Bb}	4,29 ±0,04^{Cb}	2,65 ±0,16^{Db}	2,50 ±0,09^{Db}
2	6,35 ±0,21^{Ac}	5,28 ±0,04^{Bc}	5,05 ±0,07^{Cc}	4,47 ±0,06^{Dc}	3,72 ±0,17^{Ec}
3	**7,13** ±0,18^{Ad}	6,25 ±0,35^{Bd}	6,23 ±0,11^{Bd}	5,47 ±0,06^{Cd}	4,75 ±0,14^{Dd}
4	8,36 ±0,02^{Ae}	**7,75** ±0,03^{Be}	6,98 ±0,03^{Ce}	6,45 ±0,06^{De}	5,70 ±0,04^{Ee}
5	8,69 ±0,10^{Af}	8,60 ±0,04^{Af}	**7,68** ±0,04^{Bf}	**7,05** ±0,01^{Cf}	6,38 ±0,04^{Df}
6	8,44 ±0,46^{Ag}	8,96 ±0,20^{Bg}	8,08 ±0,04^{Cg}	7,18 ±0,01^{Df}	**7,08** ±0,11^{Dg}
7	9,31 ±0,23^{Ah}	9,48 ±0,01^{Ah}	9,15 ±0,21^{Bh}	8,70 ±0,37^{Cg}	8,54 ±0,14^{Ch}



Şekil 4.7: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında psikrotrofik bakteri yükünde meydana gelen değişimler

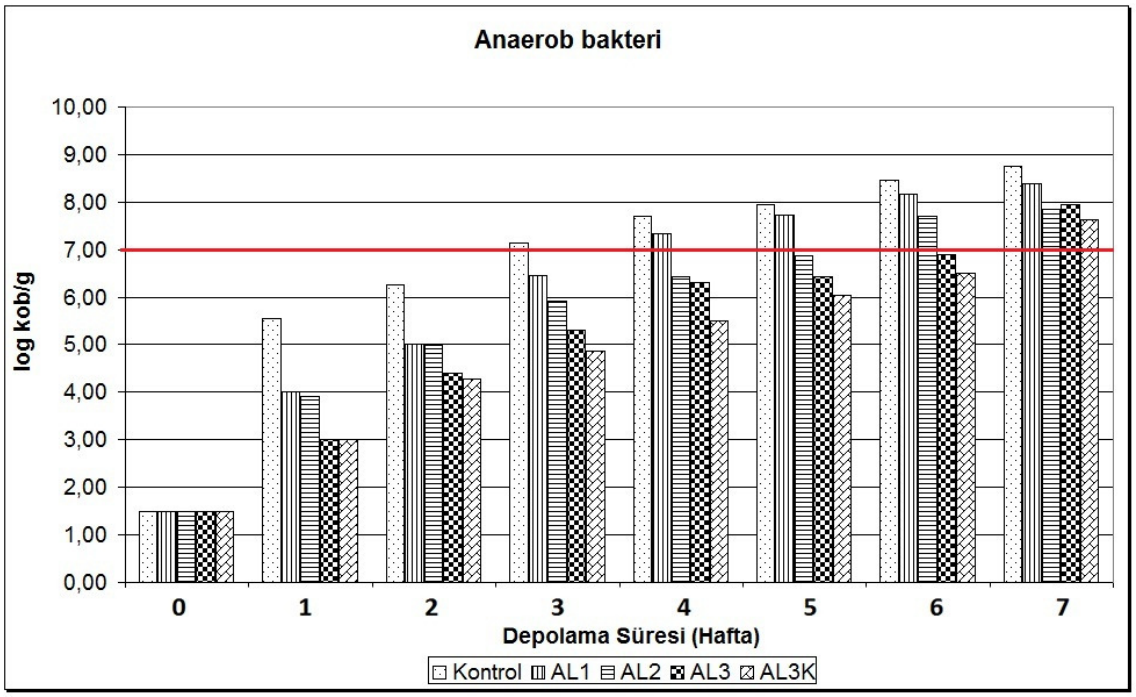
4.3.3. Anaerobik Bakteri Bulguları

Farklı konsantrasyonlarda sodyum aljinat ile muamele edilen vakum ambalajlanan sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının soğukta muhafaza (2±2°C) süresince anaerobik bakteri yükünde görülen değişimler Tablo 4.8 ve Şekil 4.8'te verilmiştir. Başlangıçta kontrol grubu örneklerde 1,50 log kob/g seviyesinde olan toplam anaerobik bakteri sayısı süre ilerledikçe artış göstermiştir. Kontrol grubunda depolamanın 6,27 ±0,16 log kob/g bakteri sayısı ile 6 log kob /g'ın üzerinde anaerobik bakteri bulunmuştur. Aljinat kaplama uygulanan örneklerde özellikle AL3 ve AL3K örneklerinde depolama boyunca kontrol grubuna göre daha düşük ($p<0.05$) bakteri yükü bulunmuştur.

Tablo 4.8: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında anaerobik bakteri yükünde meydana gelen değişimler (log kob/g)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	1,50 ±0,28^{Aa}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}
1	5,55 ±0,02^{Ab}	4,00 ±0,00^{Bb}	3,90 ±0,14^{Bb}	3,00 ±0,00^{Cb}	3,00 ±0,00^{Cb}
2	6,27 ±0,16^{Ac}	5,02 ±0,03^{Bc}	5,00 ±0,06^{Bc}	4,39 ±0,13^{Cc}	4,28 ±0,04^{Cc}
3	**7,15** ±0,05^{Ad}	6,45 ±0,21^{Bd}	5,92 ±0,06^{Cd}	5,31 ±0,01^{Dd}	4,88 ±0,04^{Ed}
4	7,70 ±0,04^{Ae}	**7,33** ±0,04^{Be}	6,44 ±0,05^{Ce}	6,32 ±0,02^{Ce}	5,50 ±0,040^{De}
5	7,96 ±0,06^{Af}	7,72 ±0,02^{Bf}	6,87 ±0,04^{Cf}	6,44 ±0,05^{Df}	6,05 ±0,07^{Ef}
6	8,45 ±0,52^{Ag}	8,16 ±0,01^{Bg}	**7,70** ±0,13^{Cg}	6,90 ±0,07^{Dg}	6,51 ±0,04^{Eg}
7	8,76 ±0,04^{Ah}	8,38 ±0,02^{Bh}	7,86 ±0,04^{Ch}	**7,94** ±0,06^{Ch}	**7,62** ±0,11^{Dh}



Şekil 4.8: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında anaerobik bakteri yükünde meydana gelen değişimler

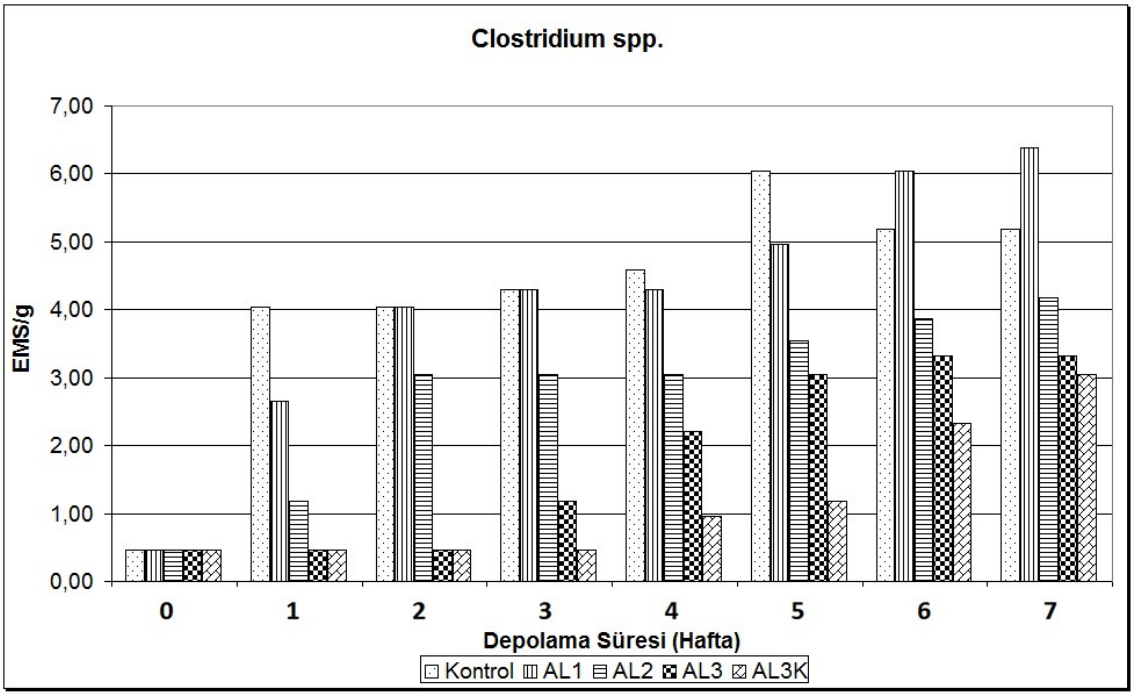
4.3.4. *Clostridium* spp. Bulguları

Clostridium spp. değeri kontrol ve aljinat kaplama uygulanmış sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinde depolama başlangıcında <0,47 EMS/g seviyesinde iken yedi haftalık depolama sürecinde bu değer tüm gruplarda düzenli artış gösterirken, depolama sonunda kontrol, AL1, AL2, AL3 ve AL3K grubu örnekler için 5,18 EMS/g, 6,28 EMS/g, 4,17 EMS/g, 3,32 EMS/g ve 3,04 EMS/g *Clostridium* spp. değeri tespit edilmiştir (Tablo 4.9 ve şekil 4.9). AL3 ve AL3K grubu örneklerde *Clostridium* spp. sayısı diğer gruplara göre önemli derecede düşük ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 4.9: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında *Clostridium* sp. bakteri yükünde meydana gelen değişimler (EMS/g)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	<0,47 ±0,00^{Aa}	<0,47 ±0,00^{Aa}	<0,47 ±0,00^{Aa}	<0,47 ±0,00^{Aa}	<0,47 ±0,00^{Aa}
1	4,04 ±0,00^{Ab}	2,66 ±0,00^{Bb}	1,18 ±0,00^{Cb}	<0,47 ±0,00^{Da}	<0,47 ±0,00^{Da}
2	4,04 ±0,00^{Ab}	4,04 ±0,00^{Ac}	3,04 ±0,00^{Bc}	<0,47 ±0,00^{Ca}	<0,47 ±0,00^{Ca}
3	4,30 ±0,00^{Ac}	4,30 ±0,00^{Ad}	3,04 ±0,00^{Bc}	1,18 ±0,00^{Cb}	<0,47 ±0,00^{Da}
4	4,58 ±0,00^{Ad}	4,30 ±0,00^{Bd}	3,04 ±0,00^{Cc}	2,20 ±0,00^{Dc}	0,96 ±0,00^{Eb}
5	6,04 ±0,00^{Ae}	4,96 ±0,00^{Be}	3,55 ±0,00^{Cd}	3,04 ±0,00^{Dd}	1,18 ±0,00^{Ec}
6	5,18 ±0,00^{Af}	6,04 ±0,00^{Bf}	3,86 ±0,00^{Ce}	3,32 ±0,00^{De}	2,32 ±0,00^{Ed}
7	5,18 ±0,00^{Af}	6,28 ±0,00^{Bg}	4,17 ±0,00^{Cf}	3,32 ±0,00^{De}	3,04 ±0,00^{Ee}



Şekil 4.9: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında *Clostridium* spp bakteri yükünde meydana gelen değişimler

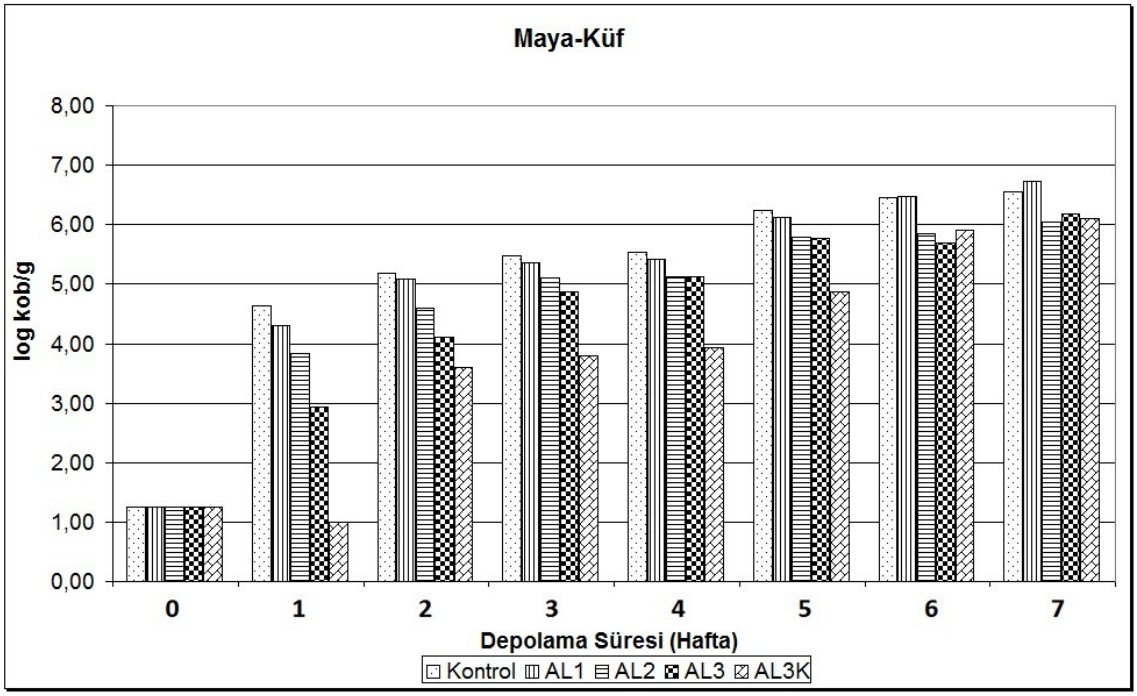
4.3.5. Maya-Küf Bulguları

Depolamanın başlangıcında maya ve küf sayısı kontrol grubu için 1,25 ±0,07 log kob/g, aljinat kaplama uygulanmış örnekler için <1 log kog/g olarak belirlenmiştir. Yedi haftalık depolama boyunca maya-küf değeri tüm gruplarda düzenli artış göstermiş ve kontrol ve AL1 grubu örneklerde depolamanın 2. Haftasında 6,19 ±0,02 ve 6,09 ±0,04 log kob/g maya küf değeri bulunmuştur. Aynı gün AL2, AL3 ve AL3K gruplarında sırasıyla 5,61 ±0,21 log kob/g, 5,11 ±0,11 log kob/g ve 4,59 ±0,00 log kob/g maya-küf değeri tespit edilmiştir. Aljinat kaplama uygulanan örneklerde maya-küf değeri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli düzeyde düşük ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.10 ve Şekil 4.10).

Tablo 4.10: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında maya-küf yükünde meydana gelen değişimler (log kob/g)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	1,25 ±0,07^{Aa}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}	<1,00 ±0,00^{Ba}
1	5,64 ±0,08^{Ab}	5,30 ±0,00^{Ab}	4,83 ±0,03^{Ab}	3,94 ±0,08^{Bb}	2,00 ±0,00^{Ca}
2	6,19 ±0,02^{Abc}	6,09 ±0,04^{Abc}	5,61 ±0,21^{ABbc}	5,11 ±0,01^{BCc}	4,59 ±0,00^{Cb}
3	**6,49** ±0,12^{Abc}	6,35 ±0,01^{Acd}	6,10 ±0,01^{Ac}	5,87 ±0,02^{Acd}	4,80 ±0,01^{Bb}
4	6,54 ±0,03^{Ac}	6,42 ±0,03^{Acd}	6,13 ±0,06^{Ac}	6,12 ±0,02^{Ade}	4,94 ±0,01^{Bb}
5	7,25 ±0,02^{Acd}	**7,13** ±0,04^{Ade}	**6,79** ±0,04^{Acd}	6,78 ±0,08^{Aef}	5,87 ±0,04^{Bc}
6	7,45 ±0,01^{Ad}	7,48 ±0,01^{Ae}	6,85 ±0,01^{Acd}	**6,69** ±0,02^{Aef}	**6,91** ±0,11^{Ad}
7	7,55 ±0,05^{Ad}	7,72 ±0,17^{Ae}	7,04 ±0,00^{Ad}	7,19 ±0,04^{Aef}	7,10 ±0,03^{Ad}



Şekil 4.10: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında maya-küf yükünde meydana gelen değişimler

4.4. KİMYASAL ANALİZ BULGULARI

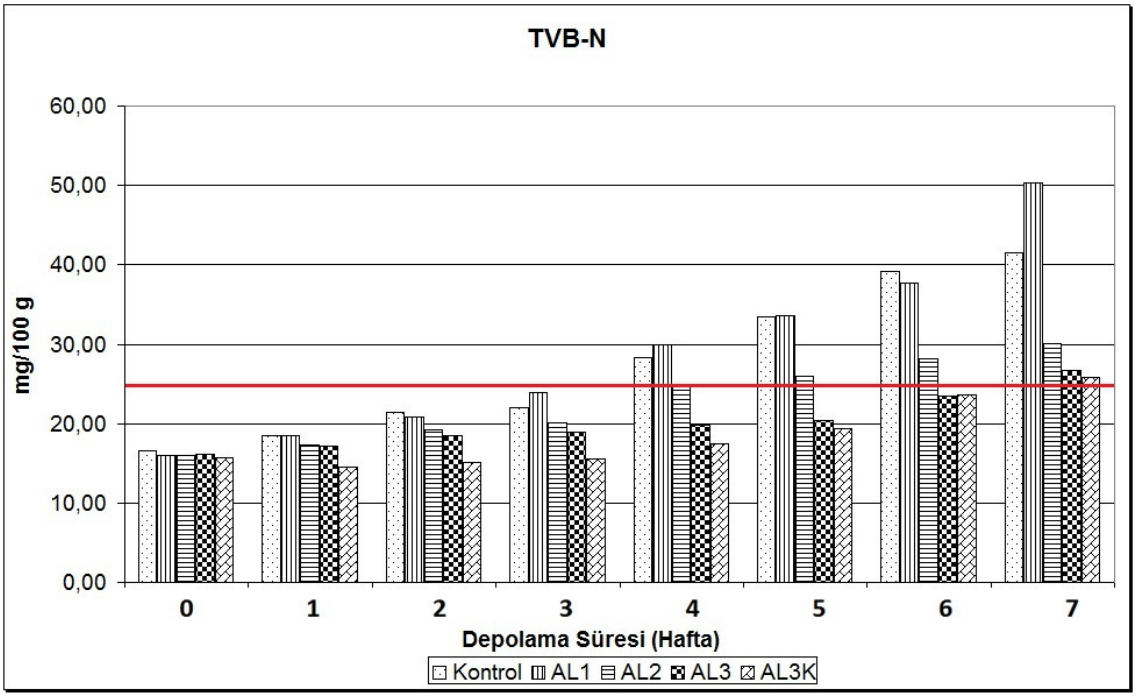
4.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları

Aljinat kaplama uygulanmış ve uygulanmamış sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin TVB-N değeri depolama başlangıcında kontrol grubunda 16,07±0,28 mg/100g olarak bulunmuştur. Aljinat uygulanmış örneklerde ise AL1, AL2, AL3 ve AL3K için sırasıyla 15,94 ±0,35 mg/100g, 16,04 ±0,06 mg/100g, 16,13 ±0,06 mg/100g, 15,64 ±0,45 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Bu değerler depolama boyunca düzenli bir yükseliş göstermiştir. Depolamanın 4. haftasında kontrol (28.26 ±0,24 mg/100g) ve AL1 (29.95 ±0.36 mg/100g) gruplarında alabalıklar için bildirilen tüketilebilir değer aşılmıştır. Depolamanın 5. haftasında AL2 (25.93 ±0,65 mg/100g), 7. haftasında ise AL3 (26,63 ±0,28 mg/100g) ve AL3K (25,81 ±0,07mg/100g) gruplarında tüketilebilir değerin üzerinde değerler tespit edilmiştir (Tablo 4.12 ve Şekil 4.12).

Tablo 4.11: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında TVB-N değerinde meydana gelen değişimler (mg/100g)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	16,58 ±0,47^{Aa}	15,94 ±0,35^{Aba}	16,04 ±0,06^{ABa}	16,13 ±0,06^{ABa}	15,64 ±0,45^{Ba}
1	18,48 ±0,20^{Ab}	18,44 ±0,15^{Ab}	17,28 ±0,21^{Bb}	17,11 ±0,10^{Bb}	14,54 ±0,18^{Cbc}
2	21,36 ±1,18^{Ac}	20,83 ±1,31^{Ac}	19,27 ±0,25^{Bc}	18,56 ±0,04^{Bc}	15,05 ±0,09^{Cac}
3	22,04 ±0,02^{Aa}	23,94 ±0,34^{Bd}	20,09 ±0,65^{Cc}	18,93 ±0,03^{Dcd}	15,48 ±0,02^{Ea}
4	**28,26** ±0,24^{Ad}	**29,95** ±0,36^{Be}	24,69 ±0,65^{Cd}	19,81 ±0,03^{Dde}	17,39 ±0,02^{Ed}
5	33,47 ±0,35^{Ae}	33,53 ±0,28^{Af}	**25,93** ±0,65^{Be}	20,36 ±0,02^{Ce}	19,30 ±0,17^{De}
6	39,14 ±0,23^{Af}	37,73 ±1,84^{Bg}	28,21 ±0,76^{Cf}	23,50 ±0,06^{Df}	23,58 ±1,16^{Df}
7	41,46 ±0,16^{Ag}	50,31 ±0,19^{Bh}	30,15 ±1,03^{Cg}	**26,63** ±0,28^{Dg}	**25,81** ±0,07^{Dg}



Şekil 4.11: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakumpaketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında TVB-N değerinde meydana gelen değişimler

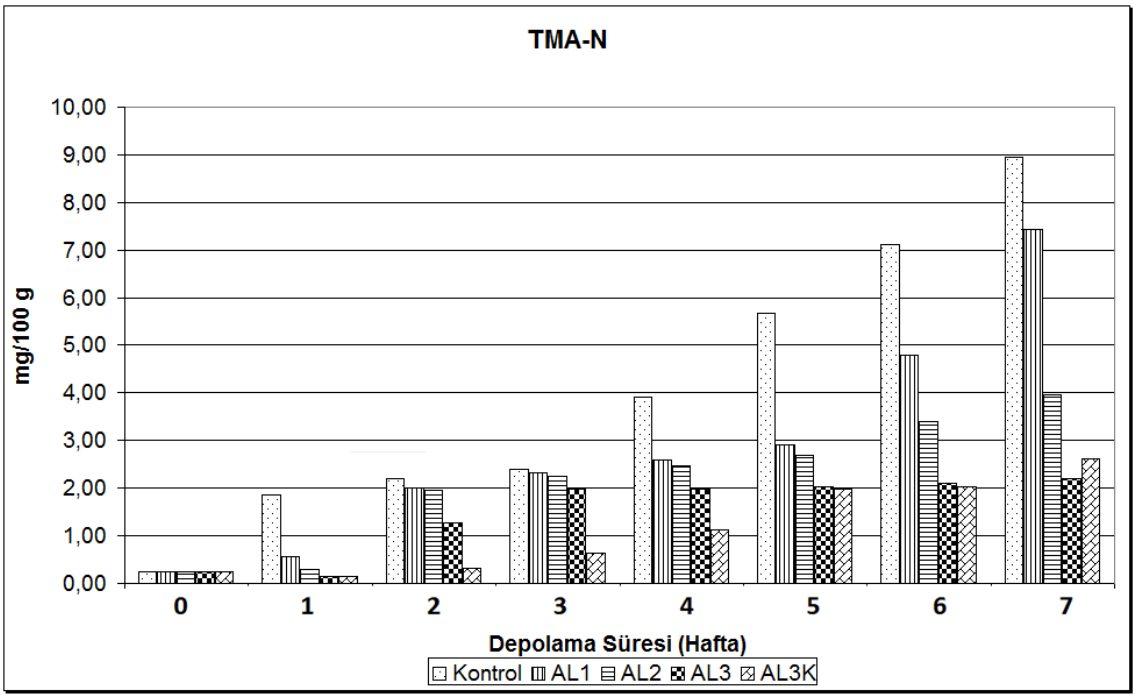
4.4.2. Trimetilamin Azot (TMA-N) Bulguları

Depolama başlangıcında sıcak dumanlanmış alabalıkların kontrol grubunda 0,25 ±0,01 mg/100g TMA-N değeri ölçülmüştür. Aljinat kaplama uygulanan örneklerde ise AL1 grubu örnekler için 0,23 ±0,02 mg/100g, AL2 grubu örnekler için 0.24 ±0,01 mg/100g, AL3 grubu örnekler için 0.21 ±0,03 mg/100g ve AL3K grubu örnekler için 0.22±0,01 mg/100g TMA-N değeri belirlenmiştir. Depolama süresince bütün gruplarda TMA-N değeri artış göstermiştir, depolamanın 7. haftasında sırasıyla Kontrol, AL1, AL2, AL3 ve AL3K örneklerinde 8,96 ±0,04 mg/100g, 7,43 ±0,01 mg/100g, 3,97 ±0,4 mg/100g, 2,21 ±0,07 mg/100g, 2,62 ±0,17 mg/100g TMA-N değeri bulunmuştur (Tablo 4.13 ve Şekil 4.13).

Tablo 4.12: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında TMA-N değerinde meydana gelen değişimler (mg/100g)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	0,25 ±0,01^{Aa}	0,25 ±0,01^{Aa}	0,25 ±0,01^{Aa}	0,25 ±0,01^{Aa}	0,25 ±0,01^{Aa}
1	1,86 ±0,04^{Ab}	0,55 ±0,55^{Bb}	0,30 ±0,30^{BCa}	0,15 ±0,15^{Ca}	0,15 ±0,15^{Ca}
2	2,20 ±0,01^{Ac}	2,00 ±0,10^{Ac}	1,96 ±0,05^{Ab}	1,28 ±0,11^{Bb}	0,32 ±0,03^{Ca}
3	2,40 ±0,05^{Ac}	2,33 ±0,05^{Ad}	2,25 ±0,10^{ABc}	1,97 ±0,17^{Bc}	0,65 ±0,09^{Cb}
4	3,92 ±0,10^{Ad}	2,59 ±0,09^{Bd}	2,47 ±0,00^{Bcd}	1,97 ±0,17^{Cc}	1,13 ±0,05^{Dc}
5	**5,67** ±0,07^{Ae}	2,91 ±0,45^{Be}	2,69 ±0,11^{Bd}	2,02 ±0,06^{Cc}	1,98 ±0,11^{Cd}
6	7,12 ±0,07^{Af}	**4,79** ±0,45^{Bf}	3,40 ±0,11^{Ce}	2,10 ±0,06^{Dc}	2,02 ±0,11^{Dd}
7	8,96 ±0,04^{Ag}	7,43 ±0,01^{Bg}	3,97 ±0,40^{Cf}	2,21 ±0,07^{Dc}	2,62 ±0,17^{Ee}



Şekil 4.12: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında TMA-N değerinde meydana gelen değişimler

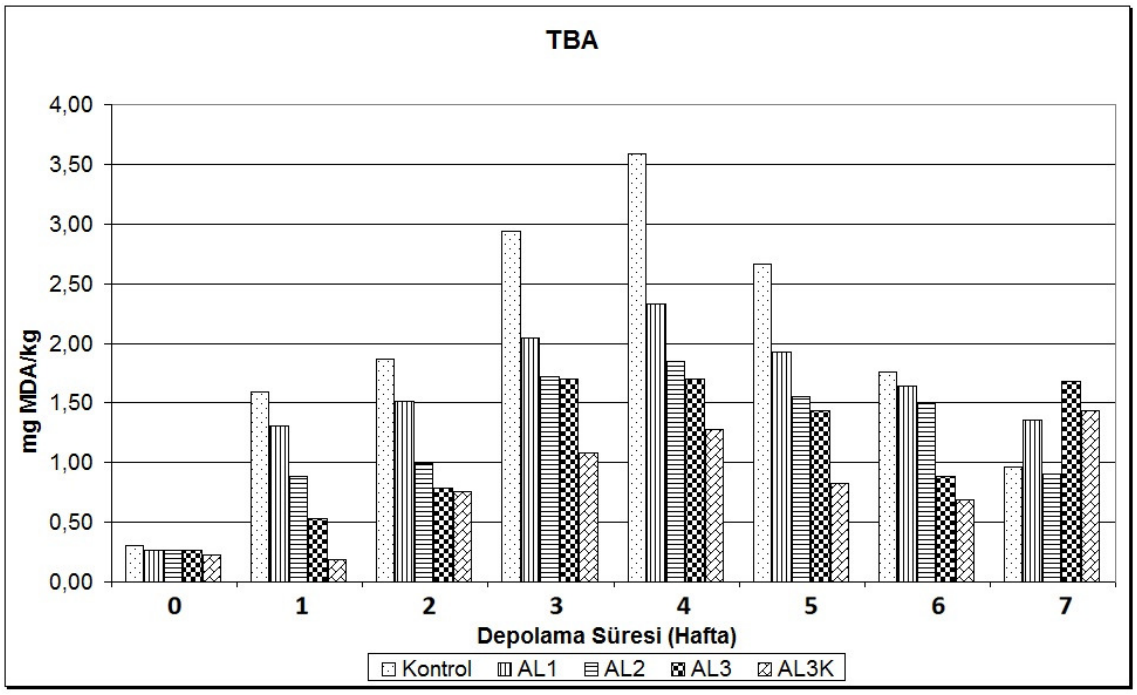
4.4.3. Tiyobarbitürik Asit İndeksi (TBA) Bulguları

Soğukta depolanan sıcak dumanlanmış alabalıklarda ilk gün yapılan analiz sonuçlarında TBA değeri sırasıyla Kontrol, AL1, AL2, AL3 ve AL3K grubu örnekler için 0,30±0,04 mg MDA/kg, 0,27 ±0,02 mg MDA/kg, 0,26 ±0,02 mg MDA/kg, 0,26 ±0,02 mg MDA/kg, 0,22 ±0,03 mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Bu değerler tüm gruplarda depolamanın 4. haftasına dek süresince artış göstermiştir. Bundan sonra tüm gruplarda TBA değeri düşüş göstermiştir. Depolamanın 7. haftasında kontrol, AL1, AL2, AL3 ve AL3K grubu örnekler için sırasıyla 0,97 ±0,03 mg MDA/kg, 1,36 ±0,1 mg MDA/kg, 0,9 ±0,02 mg MA/kg, 1,68 ±0,13 mg MDA/kg, 1,44 ±0,11 mg MDA/kg TBA değeri tespit edilmiştir (Tablo 4.14 ve Şekil 4.14). TBA değeri depolama süresince aljinat kaplama uygulanan örneklerde kontrol grubuna kıyasla daha düşük ($p<0,05$) değerlerde bulunmuştur. AL3K grubu örneklerde diğer aljinat uygulanan gruplara kıyasla en düşük ($p<0,05$) TBA değeri bulunmuştur.

Tablo 4.13: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında TBA değerinde meydana gelen değişimler (mg MDA/kg)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	0,30 ±0,04^{Aa}	0,27 ±0,02^{Aa}	0,26 ±0,02^{Aa}	0,26 ±0,02^{Aa}	0,22 ±0,03^{Aa}
1	1,60 ±0,01^{Ab}	1,30 ±0,02^{Bb}	0,89 ±0,05^{Cb}	0,53 ±0,06^{Db}	0,19 ±0,01^{Ea}
2	1,86 ±0,03^{Ac}	1,51 ±0,02^{Bc}	0,99 ±0,06^{Cc}	0,78 ±0,08^{Dc}	0,75 ±0,08^{Db}
3	2,94 ±0,01^{Ad}	2,04 ±0,10^{Bd}	1,72 ±0,05^{Cd}	1,70 ±0,04^{Cd}	1,08 ±0,02^{Dc}
4	3,59 ±0,01^{Ae}	2,33 ±0,11^{Be}	1,85 ±0,04^{Ce}	1,70 ±0,01^{Dd}	1,28 ±0,01^{Ed}
5	2,67 ±0,01^{Af}	1,93 ±0,05^{Bf}	1,55 ±0,07^{Cf}	1,43 ±0,06^{De}	0,82 ±0,02^{Ee}
6	1,76 ±0,02^{Ag}	1,64 ±0,04^{Bg}	1,50 ±0,01^{Cf}	0,89 ±0,02^{Df}	0,69 ±0,02^{Ef}
7	0,97 ±0,03^{Ah}	1,36 ±0,10^{Bb}	0,90 ±0,02^{Cg}	1,68 ±0,13^{Dg}	1,44 ±0,11^{Eg}



Şekil 4.13: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2 ±2ºC'de depolama sırasında TBA değerinde meydana gelen değişimler

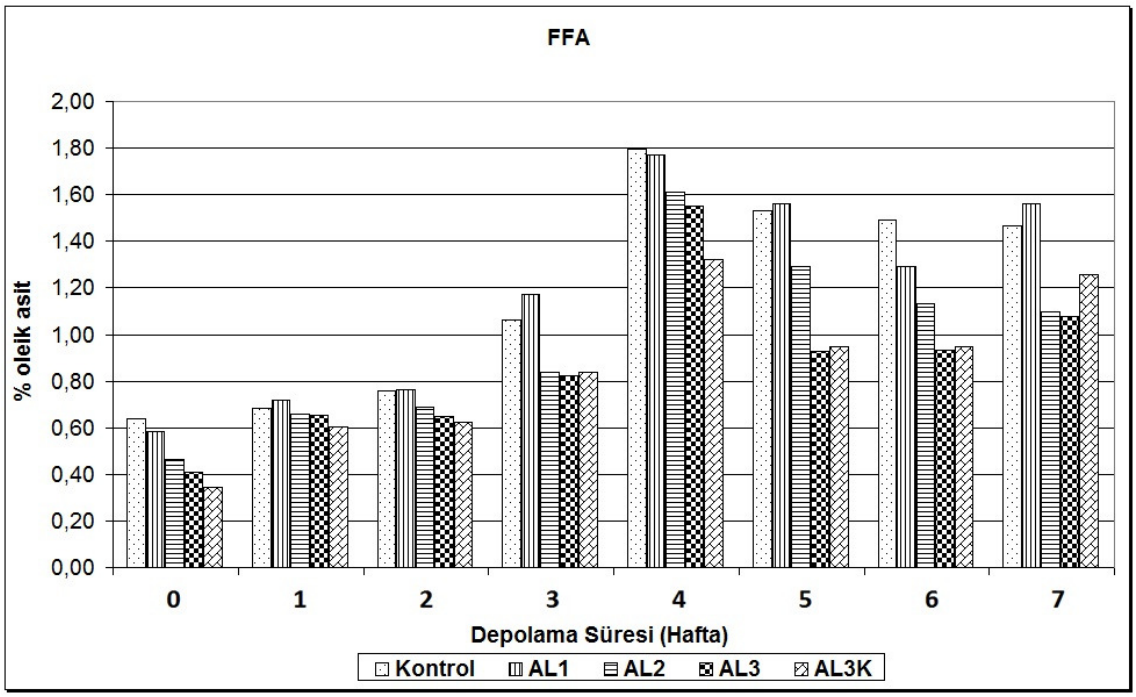
4.4.4. Serbest Yağ Asitleri (FFA) Bulguları

Depolama başlangıcında kontrol, AL1, AL2, AL3 ve AL3K örneklerinde %oleik asit cinsinden FFA değeri 0,64 ±0,08, 0,58 ±0,05, 0,46 ±0,05, 0,41 ±0,04, 0,34 ±0,06 olarak bulunmuştur. Bu değerler depolama süresince artış göstererek 7. Haftalık depolama sonunda sırasıyla kontrol, AL1, AL2, AL3 ve AL3K örnekleri için 1,47 ±0,05, 1,56 ±0,04, 1,1 ±0,09, 1,08±0,06, 1,26±0,04 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol grubu örneklerin FFA değeri AL1 grubu dışındaki diğer tüm gruplardan yüksek ($p<0,05$) olduğu görülmüştür (Tablo 4.15 ve Şekil 4.15).

Tablo 4.14: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında FFA değerinde meydana gelen değişimler (% oleik asit)

(Büyük harfler her satırdaki gruplar arası farkı, küçük harfler her kolondaki satırlar arası farkı ifade etmektedir)

Depolama Günleri (Hafta)	Kontrol	AL1	AL2	AL3	AL3K
0	0,64 ±0,08^{Aa}	0,58 ±0,05^{Aa}	0,46 ±0,05^{Ba}	0,41 ±0,04^{BCa}	0,34 ±0,06^{Ca}
1	0,68 ±0,03^{ABab}	0,72 ±0,14^{Ab}	0,66 ±0,05^{ABb}	0,65 ±0,02^{ABb}	0,60 ±0,01^{Bb}
2	0,76 ±0,12^{Ab}	0,76 ±0,05^{Ab}	0,69 ±0,02^{ABb}	0,65 ±0,02^{Bb}	0,62 ±0,03^{Bb}
3	1,06 ±0,06^{Ac}	1,17 ±0,06^{Bc}	0,84 ±0,06^{Cc}	0,82 ±0,08^{Cc}	0,84 ±0,03^{Cc}
4	1,79 ±0,04^{Ad}	1,77 ±0,02^{Ad}	1,61 ±0,06^{Bd}	1,55 ±0,10^{Bd}	1,32 ±0,11^{Cd}
5	1,53 ±0,03^{Ae}	1,56 ±0,06^{Ae}	1,29 ±0,08^{Be}	0,93 ±0,02^{Ce}	0,95 ±0,04^{Ce}
6	1,49 ±0,01^{Ae}	1,29 ±0,07^{Bf}	1,13 ±0,05^{Cf}	0,93 ±0,02^{De}	0,95 ±0,04^{De}
7	1,47 ±0,05^{Ae}	1,56 ±0,04^{Ae}	1,10 ±0,09^{Bf}	1,08 ±0,06^{Bf}	1,26 ±0,04^{Cd}



Şekil 4.14: Sodyum aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2ºC±2'de depolama sırasında FFA değerinde meydana gelen değişimler

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. HAMMADDE ANALİZ SONUÇLARI

Dumanlama işleminde kullanılan balıkların kimyasal kompozisyonu % 18,80 ±0,06 protein, % 4,23 ±0,02 yağ, % 1,38 ±0,03 kül, % 75,56 ±0,09 nem ve % 0,03 karbonhidrat olarak belirlenmiştir. Çalışmamız verilerine benzer şekilde Kolsarıcı ve Özkaya (1998) tarafından alabalıklar için % 19,05 protein, % 8,45 yağ, % 1,35 kül içeriği, Ayas (2006) tarafından alabalıklar için % 19,23 protein, % 7,02 yağ, % 1,54 kül ve % 72,06 nem içeriği, Bilgin ve diğ. (2007) tarafından alabalıklar için % 78,90 nem, % 2,55 yağ ve % 1,33 kül içeriği bildirilmiştir. Dumanlanmış alabalık örneklerinde nem değeri % 54,58 ±0,01, protein değeri % 30,76 ±0,63, yağ değeri % 7,5 ±0,005, kül değeri % 1,6 ±0,0024 ve karbonhidrat değeri % 5,66 olarak bulunmuştur. Kılıç (2005) dumanlanmış gökkuşağı alabalığı için nem değerini % 65,77 ±0,68, protein değerini % 22,31 ±0,64, yağ değerini % 8,19 ±0,04 ve kül değerini % 2,98 ±0,28 olarak tespit etmiştir. Bizim sonuçlarımıza benzer sıcak dumanlanmış alabalığın besin kompozisyon değerlerini % 59,26 ±1,04 nem, % 28,05 ±0,24 protein, % 9,51 ±0,15 yağ ve % 2,02 kül olarak bildirilmiştir (Oğuzhan ve diğ., 2006). Ayas (2006) dumanlanmış alabalık için %29,27 protein, %12,17 yağ, %53,66 nem ve %4,70 kül içeriği bildirmiştir. Dumanlanmış alabalık için besin kompozisyonunu % 68,5-69,8 nem, % 22,4-24,2 protein ve % 5,5-7,8 yağ olarak bildirmişlerdir (Siskos ve diğ. (2007). Bir başka çalışmada dumanlanmış alabalıkların besin kompozisyonu % 78,9 ±1 nem, % 16,22 ±0,01 protein, % 2,55 ±0,16 yağ, % 1,33 ±0,02 kül ve %1 karbonhidrat olarak bulunmuştur (Bilgin ve diğ. (2007).

Yukarıda görüldüğü üzere literatürlerde sunulan aynı şekilde işlenmiş aynı balık türü için verilen farklı besin kompozisyonu sonuçlarının nedeni Arvanitoyannis ve Kotsanopoulos (2012) tarafından dumanlanmış ürünlerin besin kompozisyonunu dumanlama süre ve sıcaklığı, uygulanan dumanlama tipine göre değişebileceğini, balığın beslenme şeklinin, kültür balıklarında yem kompozisyonun besin kompozisyonuna etki eden diğer faktörler olduğu görüşü ile açıklanabilir.

5.2. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda sodyum aljinat içeren yenilebilir kaplama uygulanmış sıcak dumanlanmış alabalıkların sekiz haftalık depolama süresinde kontrol grubuna göre duyusal özellikleri için daha yüksek puanlar aldıkları ve duyusal olarak kontrol grubundan daha sonra bozuldukları tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme şemasında 5 puan tüketilebilirlik için sınır kabul edilmiş ve bundan daha az puanla değerlendirilen balıkların "bozulmuş kalite" olarak kabul edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmamızda 2ºC'de depolanan farklı konsantrasyonlarda aljinat kaplama uygulanmış vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinden kontrol grubu örneklerin depolamanın 4. haftasında, AL1 ve AL2 grubu örneklerin depolamanın 5. haftasında AL3 ve AL3K grubu örneklerin depolamanın 6. haftasında bozulduğu görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarına kontrol grubu örneklerin raf ömrü 3 hafta, AL1 ve AL2 grubu örneklerin 4 hafta, AL3 ve AL3K grubu örnekleirn ise 5 hafta olarak bulunmuştur. Uyguladığımız aljinat kaplama işleminin dayanım süresini artırdığı görülmektedir. Erkan ve diğ. (2009), Erkan ve diğ. (2011a) vakum paketlenmiş alabalık için 4 hafta, Çaklı ve diğ. (2006) ve Erkan (2012) 5 hafta raf ömrü bildirilmektedir. Literatürde duyusal analiz sonuçlarına göre; karton kutularda paketlenmiş sıcak dumanlanmış soğukta muhafaza edilmiş (2 ºC) uskumru için raf ömrü 2 hafta olarak bildirilmiştir (Kolodziejska ve diğ. 2002). Streç filmle sarılmış buzdolabı koşullarında depolanmış sıcak dumanlanmış palamut için 2 hafta (Kaya ve diğ. 2006), tilapya için raf ömrü 3 hafta (Yanar, 2007) olarak bildirilmektedir. Çiğ materyalin türü, kalitesi, başlangıç mikrobiyal yükü, işleme koşulları, işleme sonrası kontaminasyona maruz kalması, paketleme şekli, paket materyali ve depolama sıcaklığının dumanlanmış balığın raf ömrü ve duyusal kalitesinde etkili olduğu bildirilmektedir (Shiau ve Chai, 1985, Kolodziejska ve ark. 2002, Dondero ve diğ. 2004, Koral ve diğ. 2009). Çaklı ve diğ. (2006) tarafından dumanlanmış balıkların raf ömrünü artırmada %60 CO_2 -% 40 N_2 gaz karışımlı modifiye atmosferle paketlemenin sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin raf ömrünün vakum ambalaj yapılmış kontrol grubuna göre 2 hafta daha artırdığı belirtilmektedir. Erkan ve diğ. (2009) tarafından benzer şekilde %50 CO_2 ve % 100 CO_2 gaz karışımında paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalıklar için bir hafta daha uzun raf ömrü bildirilmiştir. Erkan, (2012) dumanlanmış balıkların raf ömrünü uzatmak amacıyla vakum ambalaj ile kombineli olarak bitkisel kaynaklı ekstraklar

kullanılmışlardır. Sarımsak ve kekik yağı ekstrakları (%1 oranında (v/w)) uygulanmış sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin tüketilebilir duyusal kaliteyi kontrol örneklerine göre 2 hafta daha fazla koruduğu tespit edilmiştir. Erkan ve diğ. (2011a) ve Erkan ve diğ. (2011b) tarafından benzer şekilde uygulanmış sıcak dumanlanmış balıklara uygulanan adaçayı ve üzüm çekirdeği yağının 1 hafta, limon ve biberiye yağının 2 hafta, defne yağı uygulamasının 3 hafta daha uzun dayanım ömrü kazandırdığı tespit edilmiştir. Yenilebilir kaplama uygulaması dumanlanmış balıklar için ilk örnektir. Ancak yenilebilir protein kaplamaları ile aljinat bazlı kaplamaların özellikle taze su ürünlerine uygulaması yönünde bilimsel çalışmalar mevcuttur ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Aljinat kaplanmış (%1,5) çipura balıkları 15 gün tüketilebilir kaliteyi korurken, kaplama yapılmayan kontrol grubu örneklerin 12 gün tüketilebilir kalitede kaldığı Song ve diğ. (2011) tarafından bildirilmiştir. Aynı çalışmada çay polifenollü ve C vitaminli aljinat kaplama uygulanan çipura balıklarının 18–21 güne dek kabul edilebilir kaliteyi koruduğu belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada %3 sodyum aljinat kaplama uygulandıktan sonra polietilen torbalarda 4ºC'de depolanan balıkların duyusal kalitesi incelendiğinde 7 günlük depolama süresince aljinat kaplama uygulanan örneklerin çok daha yüksek duyusal kalite skoruna sahip olduğunu bildirmişlerdir (Lu ve diğ. 2009). Ayrıca soğukta muhafaza edilen et köftelerin duyusal kalitesinin korunmasında %2 aljinat kaplamanın olumlu sonuç verdiği Chidanandaiah ve Sanyal (2009) tarafından bildirilmiştir.

Aljinattan başka polisakkarit bazlı kitosan kaplama taze su ürünlerinin dayanım ömrünü artırmak amaçlı olarak kullanımı üzerine bilimsel çalışmalar bildirilmiştir. Kitosan kaplama (%1 ve %2) uygulanan sardalya filetoları için 8 ve 10 gün dayanım ömrü, uygulanmamış sardalya filetoları için duyusal parametrelere göre 5 gün dayanım ömrü Mohan ve diğ. (2012) tarafından bildirilmiştir. Aljinat kaplama yapılmış dumanlanmış balık veya işlenmiş bir başka su ürünü ile ilgili uygulamaya rastlanmamıştır. Farklı konsantrasyonlarda aljinat içeren kaplamalarla muamele edildikten sonra vakum paketleme işleminin sıcak dumanlanmış alabalıkların duyusal raf ömrü üzerine olumlu bir etki yaptığı diğer yeni geliştirilen tekniklere alternatif olabileceği tespit edilmiştir.

5.3.MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI

Dumanlanmış ürünlerin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesinde toplam aerobik psikrotrofik ve mezofilik bakteriler önemli bir indikatördür. Bu bakteriler sıcak ve soğuk dumanlanmış ürünlerin bozulmasında etkin rol oynayan bakterilerdir. Bundan başka su aktivitesi taze ürünlere göre daha düşük ürünler oldukları için maya-küf yükü kalitede önemli yer tutar. Ayrıca dumanlanmış ürünler genellikle vakum vb. ambalaj içinde satışa sunuldukları için anaerobik bakteriler ve özellikle *Clostridium* spp. kalite güvenliği bakımından önemlidir (Truelstrup Hansen ve diğ., 1995, Halkman, 2010, Montial ve diğ., 2012). Yeni avlanmış balık ve balık ürünleri için 2-6 log kob/g toplam bakteri yükü normal olarak değerlendirilmektedir (Olafsdottir ve diğ., 1997). Genellikle toplam bakteri yükü değerlendirilirken, balık ve balık ürünleri için tolero edilebilir mikrobiyolojik değer 5,70 log kob/g olarak kabul edilmektedir (ICMSF, 1986). Duyusal analiz sonuçlarına göre tüketilemez olarak kabul edilen balık ürünlerinde 7-8 log kob/g toplam bakteri yükü bildirilmektedir. Bununla birlikte tüketici güvenliği için standartların çoğunda 6 log kob/g gibi daha düşük toplam bakteri yükü kabul edilebilir değer olarak değerlendirilmektedir. Gıdaların dayanım ömrünün belirlenmesinde bu değerin mikrobiyal kriter olarak kullanılması öngörülmektedir (Olafsdottir ve diğ., 1997).

Bu literatürlerle örtüşür şekilde soğukta muhafaza edilen dumanlanmış ürünlerde, mezofil ve psikrotrofik bakteriler için bildirilen kabul edilebilir mikrobiyolojik limit 6 log kob/g'dır. Genellikle duyusal parametrelere göre tüketilemez kalite olarak değerlendirilen dumanlanmış ürünlerde tespit edilen psikrotrofik ve mezofilik bakteri yükü 7-8 log kob/g'dur (Truelstrup Hansen ve diğ., 1998, Espe ve diğ., 2004).

Bu değerlendirmelere sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinde mezofilik aerobik bakteri yükü için bildirilen 7 log kob/g ve üzeri bozulmuşluk değeri depolamanın 3. haftasında kontrol grubu örneklerde, 4. haftada AL1 grubu örneklerde, 5. haftada AL2 grubu örneklerde, 6. haftada AL3 ve AL3K örneklerinde tespit edilmiştir. Mezofilik aerobik bakteri yüküne göre kontrol grubu örneklerin raf ömrü 2 hafta, AL1 grubu örnekleirn 3, AL2 grubu örneklerin 4 ve AL3-AL3K grubu örneklerin 5 hafta olarak

bulunmuştur. Kaplamalardaki aljinat içeriği arttıkça sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının raf ömrüde buna paralel şekilde artış göstermiştir.
Tatlı su ve deniz balıklarının psikrotrofik bakteri yükü için kabul edilebilir değer 6 log kob/g (Lapa-Guimarães ve diğ., 2002) bozulmuşluk değeri 7 log kob/g olarak bildirilmiştir (Olafsdottir ve diğ., 2005, Duran ve diğ., 2008). Psikrotrof bakteri yüküne sonuçlarına göre aljinat kaplama uygulanmayan vakum paketlenmiş kontrol grubu örneklerin 2 hafta süreyle, AL1 grubu örneklerin 3 hafta, AL2 ve AL3 grubu örneklerin 4 hafta, diğer aljinat kaplama uygulanan AL3K örneklerin ise 5 hafta süreyle güvenle tüketilebileceği tespit edilmiştir.

Su ürünlerinin bozulmasında etkili mikroorganizmaların çoğunluğu aerobik bakteriler olmakla birlikte vakum ambalaj, modifiye atmosferle paketleme uygulamaları ile gıdanın bulunduğu ortamın anaerobik hale getirilmesi ile bu bakterilerin gelişimi inhibe edilerek gıdaların daha uzun süre muhafazası mümkündür. Yenilebilir kaplama ve ya filmin elde edildiği maddeye göre değişiklik göstermekle birlikte gıdayı organik bazlı materyalle kaplamanın havanın oksijeninden köken alan mikroorganizmaların gelişimini yavaşlattığı ve buna bağlı kalite kayıplarını önlemek anlamında başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Debeaufort ve diğ., 1998). Anaerobik ortam sağlanmaya çalışarak yapılan vakum paketleme vb uygulamalarda toplam bakteri yükü anlamında aranan mikrobiyolojik parametre anerobik bakteri yüküdür (Truelstrup Hansen ve diğ., 1995, Halkman, 2005). Bu konuda bir sınır değer bildirilmemekle beraber pratikte toplam bakteri yükü için bildirilen sınır değerlerin geçerli olacağı görüşü hakimdir (Sekin ve Karagözlü, 1997).

Çalışmamızda başlangıçta kontrol grubu örneklerde 1,50 log kob/g, aljinat kaplama yapılmış örneklerde <1 log kob/g toplam anaerobik bakteri sayısı belirlenirken, depolama süresi ilerledikçe anaerobik bakteri yükü de artış göstermiştir. Kontrol grubunda depolamanın 3. haftasında, AL1 grubu örneklerde 4. haftada, AL2 grubu örneklerde 6. Haftada, AL3 ve AL3K grubu örneklerde 7. haftada bozulmuşluk değeri olan 7 log kob/g üzerinde anaerobik bakteri yükü bulunmuştur.

Aljinat kaplama uygulanan örneklerde kontrol grubuna göre daha düşük ($p<0.05$) bakteri yükü bulunmuştur. *Clostridium* sp. yükü de anaerobik bakteri yüküne benzer bir

seyir izlemiştir. Özellikle AL3 ve AL3 K grubu örneklerde daha düşük ($p<0,05$) *Clostridium* sp. belirlenmiştir.

Diğer mikroorganizma grupları gibi maya-küf değerleride yedi haftalık depolama boyunca tüm gruplarda düzenli artış göstermiştir. Gıda ürünlerinde kabul edilemez koku oluştuğu zaman maya-küf yükü bakımındanda bozulmanın gerçekleştiği kabul edilmektedir (Westall ve Filtenborg, 1998). Kontrol grubu örneklerin koku parametresi bakımından kabul edilemez olarak değerlendirildiği 3. hafta 6,49 kob/g maya-küf değeri tespit edilmiştir. AL1 ve AL2 grubu örneklerde depolamanın 5. haftasında 7,13 ve 6,79 kob/g maya-küf yükü bulunmuştur. AL3 ve AL3K grubu örneklerde de depolamanın 6. haftasında 6,69 kob/g ve 6,91 log kob/g maya küf değeri tespit edilirken ürünler koku parametresi bakımından tüketilemez olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada mezofilik aerobik bakteri, psikrotrofik bakteri, anaerobik bakteri ve maya-küf yükü değerleri birlikte değerlendirildiğinde kontrol grubu örneklerin 2 hafta süreyle, AL1 grubu örneklerin 3 hafta süreyle, AL2 grubu örneklerin 4 hafta süreyle ve AL3 ve AL3K grubu örneklerin 5 hafta süreyle güvenle tüketilebileceği tespit edilmiştir. Aljinat kaplama uygulamasının sıcak dumanlanmış alabalık filetolarında mikrobiyal yükü önemli derecede düşürdüğü ve mikrobiyal güvenlik bakımından etkili olduğu bulunmuştur.

Soğukta 2ºC'de depolanan vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalıklar üzerinde yapılan bir çalışmada iki haftalık depolama sonucunda 5,62-8,39 log kob/g arasında toplam bakteri değeri belirlenmiştir (Gonzalez-Rodriguez ve diğ., 2002). Sıcak dumanlamanın alabalıkların raf ömrünün incelendiği bir çalışmada sıcak dumanlanmış örneklerin başlangıçtaki mezofilik aerobik bakteri yükünü 4.32 log kob/g, psikrotrofik bakteri yükünü 3,82 log kob/g olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada depolamaya paralel bakteri yükü artış göstermiş ve ürünlerin duyusal ve kimyasal parametrelere göre bozulmuş" olarak değerlendikleri depolamanın 48. gününde toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 7.36 log kob/g, psikrotrofik bakteri yükü 6,25 log kob/g olarak bulunmuştur (Kolsarıcı ve Özkaya (1998). Soğukta (3ºC) depolanan dumanlanmış alabalık filetolarda depolamanın 27. gününde 10^6-10^7 kob/g bakteri yükü tespit edilmiş ve mikrobiyolojik olarak ürünler "bozulmuş" olarak değerlendirmişlerdir (Lyhs ve diğ. (2001). Sıcak dumanlanmış çipura örneklerinde duyusal ve kimyasal parametrelere göre

“bozulmuş” olarak değerlendirildiği depolamanın 60. gününde 6,55 log kob/g toplam mezofilik aerobik bakteri yükü, 6,36 log kob/g psikrotrofik bakteri yükü ve 2.56 log kob/g maya-küf yükü bildirilmiştir (Bilgin ve diğ., 2008).

Kolsarıcı ve Özkaya, (1998) dumanlanmış balık ürünlerinde dumanlama tipine göre, uygulanan pişirme ve dumanlama süre ve sıcaklığına göre, kullanılan materyalin başlangıç kalitesine göre mikrobiyal yükün değişiklik gösterebileceği ve depolama süresinin değişiklik göstereceği, mikrobiyolojik raf ömrünü belirlemede depo sıcaklığının, kullanılan ambalaj tipinin önemli bir etken olduğu belirtilmiştir. Çaklı ve diğ. (2006) tarafından modifiye atmosferle paketlemenin vakum paketlemeye alternatif olabileceği bildirilmiş, yapılan çalışmada vakum paketlenerek muhafaza edilen sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin duyusal olarak kabul edilemez olduğu depolamanın 40. günü 7,6 log kob/g mezofilik aerobik bakteri yüküne, 7 log kob/g psikrotrofik bakteri yüküne, 4,9 log kob/g anaerobik bakteri yüküne sahip olduğu belirlenmiştir. %60 CO_2 -%40 N_2 gaz karışımı ile modifiye atmosfer uygulanmış örneklerin 40 gün süreyle güvenle tüketilebileceği bildirilirken bu örneklerde 5,9 log kob/g mezofilik aerobik bakteri yüküne, 5,6 log kob/g psikrotrofik bakteri yüküne, 4,2 log kob/g anaerobik bakteri yüküne rastlanmıştır. Sıcak dumanlanmış alabalık filetolarında vakum paketleme yapılan kontrol grubu örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yükünün tüketilebilir limit değerini depolamanın 4. haftasında aştığı bildirilmiştir (Erkan ve diğ. (2011a). Aynı çalışmada %1 v/w defne yağı, biberiye yağı, çörek otu, limon yağı eklenmiş ve vakum paketlenmiş örneklerde 1-1,5 log kob/g daha düşük mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yükü tespit edilmiştir. Erkan, (2012) bir başka çalışmada %1 (v/w) kekik yağı uygulanmış örneklerde vakum paketleme yapılmış kontrol grubuna göre 2 log kob/g %1 (v/w) sarımsak yağı uygulanıp vakum paketleme yapılmış sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinde 3 log kob/g daha düşük toplam bakteri yükü belirlemiştir.

Dumanlanmış örneklere yenilebilir kaplama yapılması üzerine çok az çalışmaya rastlanmıştır. Soğuk dumanlanmış sardalya balıklarında jelatin-kitosan kaplama yapılmış örneklerin mikrobiyolojik yükünün kaplama yapılmayan örneklere göre daha iyi sonuç verdiği, kekik ve biberiye ekstraktı katkılı kaplama uygulanmış örneklerin ise normal kaplamalı örneklere göre depolama süresince 2-3 log kob/g daha düşük bakteri

yüküne sahip olduğu Gómez-Estaca ve diğ. (2007) tarafından belirlenmiştir. Aljinat kaplama uygulanmış soğuk dumanlanmış somon filetolarında 30 günlük depolama sonunda 6,6 log kob/g aerobik bakteri, 5,4 log kob/g anaerobik bakteri yükü tespit edilirken, kaplama yapılmamış kontrol grubu örneklerde 7,3 log kob/g aerobik, 7,2 log kob/g anaerobik bakteri yükü bildirilmiştir (Neetoo ve diğ., 2010). İşlenmiş ürünlerde kaplama çalışmalarına az rastlanmakla birlikte taze balık ürünlerine polisakkarit bazlı kaplama çalışmalarına rastlanmıştır. Jeon ve diğ. (2002) kitosan kaplama yapılmış morina ve ringa balıklarında depolamanın 12. gününde kaplama yapılmamış kontrol grubu örneklere göre 2-3 log kob/g daha düşük toplam aerobik bakteri yükü bildirmişlerdir. Jelatin-kitosan kaplama ile kaplanmış morina patelerinde depolamanın 11. günü kontrol grubu örneklerine kıyasla 2 log kob/g daha düşük toplam aerobik bakteri yükü tespit edilmiştir (López-Caballero ve diğ., 2005).

Çalışmamızda %3 aljinat konsantrasyonun ve bu konsantrasyona %1 kekik yağı katkısının soğukta muhafaza edilen sıcak dumanlanmış balık ürünlerinde mikrobiyal yükü düşürmede daha etkili olduğu görülmüştür.

5.4. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Toplam uçucu bazik azot değeri (Total volatile base nitrogen; TVB-N) balık ve balık ürünlerinin bozulmasında yaygınca kullanılan depolama boyunca bozulma düzeyini belirlemede önemli bir indikatördür (Gram ve Huss, 1996). TVB-N balık kas etinde protein ve protein olmayan azotlu bileşiklerin (TMA-N ve DMA-N gibi) mikrobiyal yıkımı sonucu oluşan maddelerin bir ölçüsüdür (Huss, 1988). Taze balıkta TVB-N değeri çok düşük olmakla birlikte depolama sırasında artış gösterir. TVB-N değeri balığın cinsi, avlanma mevsimi, avlama bölgesi, balığın beslenme durumu, olgunluk derecesi, cinsiyeti ve yaşı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Vareltzis ve diğ., 1997). Balık ve balık ürünlerinde TVB-N kabul edilebilirlik sınır değeri ile ilgili olarak farklı ifadeler bulunmaktadır. Soğuk su ve ılık su balıkları için 30-35 mg/100g değeri kabul edilebilir limit olarak bildirilmektedir (Huss, 1988). Taze, ayıklanmamış olarak satışa sunulan balıklar için 25-30 mg/100 olarak TVB-N değerinin tüketim limiti için yeterli olduğu bir başka literatürde belirtilmektedir (Reza ve diğ. 2009). Avrupa Birliği kararlarına göre pek çok balık türü için TVB-N limit değeri ayrı

ayrı belirlenmiş ancak alabalık için bir değer bildirilmemiştir (EU, 1995). Giménez ve diğ. (2002) ve Chytiri ve diğ. (2004) tarafından yağsız balıklar özellikle alabalık için TVB-N kabul edilebilirlik üst limiti 25 mg/100g olarak bildirilmiştir. Dondero ve diğ. (2004) 0, 2, 4, 6 ve 8 ºC'de depolama sırasında soğuk dumanlanmış alabalıklardaki kalite değişimlerini inceledikleri çalışmada 25 mg/100g üzerindeki TVB-N değerini "bozulmuş" olarak değerlendirilmişlerdir. Bilgin ve diğ. (2007) tarafından farklı sıcaklıklarda depolanan sıcak dumanlanmış alabalık balıkların kimyasal kalitelerinde meydana gelen değişimlerin incelendiği çalışmada dumanlanmış balıklarda TVB-N içeriğinin materyalin kalitesine, depolama koşullarına ve dumanlama koşullarına değişiklik gösterebileceği ve 25 mg/100g üzerinde TVB-N içeriğine sahip olan sıcak dumanlanmış alabalıkların tüketilemez kalitede değerlendirildiği bildirilmiştir. Erkan (2012) sıcak dumanlanmış alabalık için TVB-N sınır değerini yukarıda bildirilen literatürlere benzer şekilde 25 mg/100g olarak ifade etmiştir. Soğukta (2 ±2ºC) depolama sırasında 4. haftada kontrol örnekleri TVB-N miktarı aljinat kaplama uygulanan örneklerden daha yüksek ($p < 0,05$) değerler sergileyerek 28.26 ±0,24 mg/100g değerine ulaşmıştır. Aynı şekilde AL1 grubu örneklerde depolamanın 4. haftasında 29.95 ±0.36 mg/100g TVB-N değeri tespit edilmiştir. Depolamanın 5. haftasında AL2, 7. haftasında ise AL3 ve AL3K gruplarında tüketilebilir değerin üzerinde TVB-N değerleri tespit edilmiştir. Aljinat kaplama uygulamasının kontrol grubuna göre TVB-N oluşumunda etkili olduğu görülmektedir. Taze balıklara uygulanan katkılı aljinat kaplama çalışmalarında (Song ve diğ. 2011, Lu ve diğ. 2009) da bizim çalışmamızla uyumlu biçimde aljinat kaplama uygulanan örneklerin TVB-N değeri uygulama yapılmayan örneklere göre oldukça düşük bulunmuştur. Duan ve diğ. (2010)'in yapmış olduğu çalışmada benzer şekilde polisakkarit bazlı kaplama olan kitosanla kaplanmış morina balıklarında TVB-N bozulmuşluk değeri depolamanın 9. gününde aşılırken, kontrol örneklerinde 5. gün aşılmıştır. Jeon ve diğ. (2002) soğukta depolanan kitosan kaplama uygulanmış morina ve ringa balıkları için depolamanın 12. gününde kontrol grubuna kıyasla % 26 morina için % 51 ringa için daha düşük TVB-N değeri tespit edilmiştir. Lopez-Caballero ve diğ. (2005) tarafından kitosan-jelatin kaplama yapılmış balık patelerde belirgin düşük TVB-N değeri ve yavaş seyreden bozulma süreci belirlenmiştir. Kitosan kaplama yapılmış levreklerde de benzer durum tespit edilmiştir (Günlü ve Koyun, 2012).

Trimetilaminazot (Trimetilamin nitrogen; TMA-N) balıklarda osmoregülasyondan sorumlu protein olmayan azotlu bileşiklerden trimetilaminoksitin (TMA-O) bakteriyel ve enzimatik yıkımlanması sonucu oluşan yıkımlanma ürünleridir. TMA değeri taze balıkta oldukça düşük seviyelerde tespit edilir. Balık türüne göre TMA-N değeri farklılık gösterebileceği tatlı su balıklarında deniz balıklarına göre oldukça düşük seviyelerdedir (Gram ve Dalgaard, 2002). Debevere ve Boskou (1996) bakteriyel bozulmaya paralel TMA-N değerinin artış gösterdiğini bildirirken, Chytiri ve diğ. (1994) alabalıklarda 5 mg/100g üzerinde TMA-N değeri tespit edildiğinde duyusal ve mikrobiyal bozulma limitlerinin geçildiğini bu değerin alabalık gibi kültürü yapılan balıklar için sınır değer olabileceğini belirtmişlerdir. Balıkta artan TMA-N değeri ile oluşan bozulmuş balığa özgü koku arasında ilişki olduğu Rodríguez ve diğ. (1999) tarafından bildirilmiştir. Aynı literatürde, duyusal olarak bozulmuş olarak değerlendirilen alabalık örneklerinde 5 mg/100g'ın üzerinde TMA-N değeri tespit edilmiştir. Çalışmamızda sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin depolama başlangıcında TMA-N değeri taze dumanlanmış balık için bildirilen TMA-N değerleriyle benzerlik göstermektedir (Dondero ve diğ. 2004, Kaya ve diğ. 2006, Erkan ve diğ. 2011a, Erkan 2012). Literatür bildirimlerine (Goulas ve Kontominas, 2005, Koral ve diğ. 2010) benzer şekilde kontrol ve aljinat kaplama uygulanan örneklerde de TMA-N değeri depolama boyunca artış göstermiştir. Kontrol ve AL1 örneklerinde TMA-N değeri depolamanın 5. ve 7. haftasında yukarıda belirtilen 5 mg/100g sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. AL2, AL3 ve AL3K gruplarında depolamanın 7. haftasında kontrol ve AL1 grubu örneklere göre düşük ($p<0,05$) sınır değerin altında TMA-N değeri tespit edilmiştir.

Stohr ve diğ. (2001) soğuk dumanlanmış alabalık üzerinde yaptıkları çalışmada TMA-N miktarının bakteriyel faaliyetlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Kontrol grubunda başlangıçta 2,7 ±0,8 mg/100g olan TMA-N değeri bakteri türüne göre maksimum 13,1 mg/100g olduğunu tespit etmişlerdir. Dondero ve diğ. (2004) soğuk dumanlanmış alabalıklar üzerinde yaptıkları çalışmada taze balıktaki TMA-N miktarını 2,9-3,5 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Farklı sıcaklıklarda (0, 2, 4, 6 ve 8 ºC) depolanan alabalıklarda depolamanın 26, 21, 20, 10 ve 7. günlerinde, 10,2- 7,3- 7,5- 7,4 ve 7,7 mg/100g TMA-N değerleriyle ürünlerin bozulduğunu belirtmişlerdir.

Dumanlanmış balıklara mikrobiyal yükü azaltıcı uygulamaların yapıldığı çalışmalarda uygulama yapılan örneklerde bizim çalışmamızdaki aljinat uygulaması yapılan örneklerinkine benzer şekilde düşük TMA-N değeri bulunmuştur. Erkan ve diğ. (2011a, 2011b) çeşitli bitki ekstraktlarının dumanlanmış alabalık üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmada kontrol grubundaki TMA-N değerini depolama başlangıcında 0,96 mg/100g olduğunu ve 5. haftada en yüksek değer olan 2,19 mg/100g değerini tespit etmişlerdir. Diğer bitki ekstraktı katkılı dumanlanmış balıklarda daha düşük TMA-N değerine rastlanmıştır. Jeon ve diğ. (2002), Lu ve diğ. (2009), Duan ve diğ. (2010), Mohan ve diğ. (2012) ve Günlü ve Koyun (2012) polisakkarit bazlı aljinat ve kitosan kaplamayı taze balıklara uygulamışlar ve kaplama uygulanan örneklerde daha düşük bakteriyel aktiviteye bağlı olarak düşük seviyelerde TMA-N miktarı belirlemişlerdir.

Pek çok araştırıcı balık lipitlerinde oksidasyon derecesini belirlemek için birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri konsantrasyonunun önemli birer parametre olabileceği bildirilmiştir (Guillén ve Ruiz, 2004). Birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu birbirleri ile ilişkilidir. Peroksit değeri olarak tanımlanan birincil oksidasyon ürünü kararsız ürünleri tanımladığından ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunda etkilidir. Ayrıca birincil oksidasyon ürünleri gıdada belirgin bir koku yada tat değişikliğine neden olmazken, ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumuyla ürünlerde ekşime olarak tanımlanan kalite kayıpları daha belirgin gözlenebilir (Jeon ve diğ., 2002, Guillén ve Ruiz, 2004)

TBA indeksi (TBA-i) et ve su ürünlerindeki lipit oksidasyonundan kaynaklanan bozulmayı ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir analizdir. Lipit oksidasyonunda ikincil oksidasyon ürünlerinden veya son ürün olarak ta tanımlanan malondialdehitin ölçülmesiyle belirlenen TBA-i değeri su ürünlerinde önce artış eğilimi gösterir, daha sonra malonaldehit ile amino asit, protein ve glikojen yapı arasındaki etkileşimden dolayı düşüş eğilimi gösterir. Bu gözlem pek çok literatürde belirtilmiştir (Shahidi, 1994, Fernandez ve diğ., 1997, Gomes ve diğ., 2003, Goulas ve Kontominas, 2005, Özden ve diğ., 2007). Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

TBA-i değeri tüm gruplarda depolamanın 4. haftasına dek devamlı artış eğilimi göstermekte, daha sonra düşüş eğilimi göstermektedir. Ancak kullanılan kaplamalarda aljinat konsantrasyonu arttıkça TBA-i değeri anlamlı düzeyde ($p<0,05$) düşük bulunmuştur. Kılıç (2005) yaptığı çalışmada depolama başlangıcında dumanlanmış balıktaki TBA-i miktarını 0,49 mg MDA/kg olarak hesaplamıştır. Depolamanın 20. gününde ise bu değer 1,99 mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Bilgin ve diğ (2007) yaptıkları çalışmada taze alabalıkta 0,45 ±0,10 mg MDA/kg TBA değeri tespit edilirken depolamanın 60. günde bu değer 1,95 ±0,01 olarak tespit edilmiştir. Erkan ve diğ. (2011a) tarafından dumanlanmış alabalıklar üzerinde yaptıkları çalışmada başlangıçta 0,77 mg MDA/kg seviyesinde TBA değeri bildirirken, 7 haftalık 2 ºC'deki depolama sonucunda düzensiz değişiklikler göstererek arttığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada bitki ekstraktı uygulanan örneklerde ise daha düşük TBA değeri belirlemişlerdir. Erkan (2012) de benzer sonuçları bildirmiştir. Lu ve diğ. (2010) sodyum aljinat kaplama ve çeşitli antibakteriyal-antioksidan özellikte ekstraktların ilave edildiği kaplamalar ile yapılan çalışmada *Channa argus* türü balıketi kullanılmıştır. Çalışmanın başlangıcında 1,19 mg MDA/kg olan TBA değeri çalışmanın 6. gününde 3,1 olarak tespit edilmiştir. Ancak diğer ekstrakt kullanılan gruplarda bu miktardan oldukça düşük TBA-i değeri bulunmuştur. Song ve ark. (2011) çeşitli antioksidanların ilave edildiği sodyum aljinat kaplamayla soğukta depolanan çipura balıklarındaki raf ömrünü araştırmışlardır. Bu çalışmada TBA değeri başlangıçta 0,25 mg MDA/kg olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda bu miktar 12. günde 2,00 mg MDA/kg'ı aşmıştır. Antioksidan ilaveli sodyum aljinat ile kaplanan diğer gruplar kontrol grubuna göre oldukça düşük TBA-i değeri tespit edilmiştir.

Normalde balık lipitleri az miktarda serbest yağ asidi içerir. Lipitlerin oksidasyonu ve hidrolizi nedeniyle kokulu uçucu bileşikler olarak ta tanımlanan serbest yağ asitleri açığa çıkar. Açığa çıkan serbest yağ asitleri oleik asit cinsinden asitlik derecesi serbest yağ asidi (Free fatty acid; FFA) değeri olarak ölçülebilir (Karungi ve diğ., 2004). Lipitlerdeki oksidasyon derecesinin bir ölçüsü olarak kullanılan FFA değeri oksidasyon sürecine bağlı olarak artış eğilimi gösterir (Özden ve Gökoğlu, 1997).

Çalışmamızda FFA değeri (% oleik asit) depolama süresince artış göstermiştir. Sodyum aljinat kaplama uygulanan dumanlanmış balıklarda FFA değeri TBA değeri gibi tüm

gruplarda önce bir yükseliş sonrada dalgalı bir seyir izlemiştir. Ancak aljinat konsantrasyonu %3 olan AL3 ve antioksidan aktivitesi bildirilen kekik yağı ilave edilmiş AL3K gruplarında daha düşük FFA değeri tespit edilmiştir.

Lipit oksidiyonundan birinci derece sorumlu havanın oksijenidir (Özden ve Gökoğlu, 1997). Ürünlerin oksijen geçirmez ambalaj malzemeleri ile ambalajlanması veya kaplanması lipit oksidasyonundan kaynaklanan kalite kaybını önlemede önemli faydalar sunar. Çalışmamızda aljinat kaplamaların aljinat içeriğine bağlı olarak iyi bir oksijen bariyeri olduğu görülmüştür. Kekik yağı antioksidan aktivitesi yüksek katkıların ilavesi ile daha etkili sonuçların alınabileceği tespit edilmiştir. Polisakkarit bazlı kitosan kaplamalarında iyi bir oksijen bariyeri olduğu, kitosan kaplama uygulanmış taze balık ürünlerinde birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin miktarı oldukça düşük değerlerde tespit edilmiştir (Jeon ve diğ., 2002, Duan ve diğ., 2010, Mohan ve diğ., 2012). Antioksidan aktivitesi bildirilen biberiye ve tarçın ekstraktı katkılı aljinat ve kitosan kaplamaların daha da etkili sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Lu et al., 2010, Li ve diğ., 2012).

5.5. SONUÇ

Farklı konsantrasyonlarda aljinat içeren yenilebilir kaplamalar ile kaplanan sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının yedi hafta süreyle duyusal, mikrobiyolojik ve kimyasal parametreleri incelenmiştir. Genel görünüş, koku, tat ve doku parametrelerine göre kontrol grubu örneklerin depolamanın 4. haftasında, AL1 ve AL2 grubu örneklerin 5. haftasında, AL3 ve AL3K grubu örneklerin 6. haftasında bozulmuş olarak tespit edilmiştir. Duyusal parametrelerine göre kaplama uygulanmayan kontrol grubuna göre AL1 ve AL2 grubu örneklerin 1 hafta AL3 ve AL3K grubu örneklerin 2 hafta daha uzun süre tüketilebilir kaliteyi koruduğu bu tez çalışmasında belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik parametrelerde incelendiğinde kontrol grubu örneklerin 2 hafta, AL1 grubu örneklerin 3 hafta, AL2 grubu örneklerin 4 hafta ve AL3-AL3K grubu örneklerin 5 hafta güvenli bir şekilde tüketilebileceği tespit edilmiştir. Kimyasal parametrelerden TVB-N değeri de bu sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

Duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde kontrol grubu örneklerin 2 hafta süreyle vakum ambalaj içinde tüketilebilir kaliteyi koruduğu belirlenmiştir. AL1 grubu örneklerin dayanım ömrü 3 hafta, AL2 grubu örneklerin raf ömrü 4 hafta ve AL3-AL3K grubu örneklerin raf ömrü 5 hafta olarak belirlenmiş ve bundan sonra bozulmuş oldukları tespit edilmiştir. Sıcak dumanlanmış balık ürünlerinde kaliteyi etkileyen önemli bir problem olan lipit oksidasyonunun engellenmesinde AL3 ve AL3 K grubu kaplamaların iyi bir oksijen bariyeri olduğu lipit oksidasyon ürünlerinin oluşumunun engellenmesinde oldukça etkili olduğu bulunmuştur. Yenilebilir kaplama olarak et ve et ürünlerinde başarılı sonuçlar veren aljinat kaplamaların vakum paket uygulaması ile kombineli olarak su ürünlerinde de başarılı sonuçlar verdiği bu tez çalışması ile ortaya konmuştur. Uygulanan bu kaplamalardan üretilecek olan çevre dostu, biyobozunur ambalaj malzemelerinin su ürünlerinin raf ömrünün artırılmasında, mikrobiyal yükün düşürülmesi, kimyasal reaksiyonların yavaşlatılması ve lipit oksidasyonun önlemesinde daha da etkili sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

AITKEN, A., MACKIE, M., MACRRITT, J. H., WINDSON, M. L., 1982, Handling processing, *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Torry Research Station, Bell and Brain Ltd, Second Edition*, 191 p.

ALÇİÇEK, Z., ZENCİR, O., ÇELİK ÇAKIROĞULLARI, G., ATAR, H. H., 2010, The Effect of Liquid Smoking of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Fillets on Sensory, Meat Yield, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Content and Chemical Changes, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19(3), 264‑273.

ALLAM, M. H., EL-KALYOBİ, M. H., ABOU-ARAB, A. A., 1988. Stability of lipids and fatty acids during smoking and storage of common carp fish, *Annals of Agricultural Science*, 33,1, 355-366.

ALLEN, L., NELSON, A. I., STEINBERG, M. P., MC GILL, J.N., 1963, Edible corn-carbohydrate food coatings, I. Development and physical testing of a starch–algin coating, *Food Technology*, 17, 1437–1442.

ALMENAR, E., CATALA, R., HERNANDEZ-MUÑOZ, P., GAVARA, R., 2009, Optimization of an active package for wild strawberries based on the release of 2-nonanone, *LWT-Food Science and Technology*, 42, 587–593.

ANONİM, 1981, The prevention of losses in cured fish. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, *Rome,* 43 – 51.

ANONİM, 1986, Su ürünleri istatistikleri, *T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara*, Yayın no: 1265 MTB: 1000-1081.

ANONİM, 2008, Disposition of world fishery production, FAO, ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/a1ybc.pdf [13.04.2012]

ANTONOCOUPOULOS, N. & VYNCKE, W., 1989, Determination of volatile basic nitrogen in fish, *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 189, 309-316.

AOAC 1998a, Official Method 955.04, Nitrogen (Total) in Seafood. Fish and Other Marine Products, James M. Hungerford, Chapter Editor. Hungerford, J.M, in Official Methods of Analysis of AOAC International, Editor. Cunniff, P. AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.6.

AOAC 1998b, Official Method 948.15 Fat (crude) in Seafood. Acid Hydrolysis Method, Fish and Other Marine Products, In: Hungerford JM, Chapter Editor, in Official Methods of Analysis of AOAC International; Cunniff, P. AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35; 6.

AOAC 1998c, Official Method 938.08, Ash of Seafood. Fish and Other Marine Products, Hungerford, J.M. Chapter Editor, in Official Methods of Analysis of AOAC

International, Cunniff, P. Eds.; AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.6.

AOAC 1998d, AOAC Official Method 971.14, Trimethylamine Nitrogen in Seafood Colorimetric Method. In: Hungerford JM Chapter Editor. *Fish and Other Marine Products.* In: Cunniff, P. Eds. Official Methods of Analysis of AOAC International, Chapter 35, p 7.

ARTHARN, A., PRODPRAN, T., BENJAKUL, S., 2009, Round scad protein-based film: storage stability and its effectiveness for shelf-life extension of dried fish powder. *Food Science and Technology*, 42, 1238-1244.

ARVANITOYANNIS, I., ve GORRİS, L.G.M., 1999, Edible and biodegradable polymeric materials for food packaging or coating in Processing foods: Quality optimization and process assessment, *CRC Press*, Boca Raton, Fla, page 357-371.

ARVANITOYANNIS, I., S. ve KOTSANOPOULOS, V., 2012, Smoking of Fish and Seafood: History, Methods and Effects on Physical, Nutritional and Microbiological Properties, *Food and Bioprocess Technology*, 5, 831 – 853.

ASHTON, I. P. ve SHARNBROOK, U. R. D, 2002, Understanding lipid oxidation in fish in: Safety and quality issues. Fish Processing. Bremner, H. A., (eds.), *Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC*, Boca Raton, Boston. New York, Washington, ch. 14. http://www.foodnetbase.com/.

AVENA-BUSTILLOS, R. J., KROCHTA, J. M., SALTVEIT, M. E., 1997, Water vapor resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films, *Journal of Food Science*, 62(2), 351-354.

AYAS, D., 2006, Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhyncus mykiss*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın Sıcak Tütsülenmesi Sonrasındaki Kimyasal Kompozisyon Oranlarındaki Değişimleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3), 343-346.

BALDWIN, E. A., NISPEROS-CARRIEDO, M. O., BAKER, R. A., 1995, Use of Edible Coatings to Preserve Quality of Lightly and Slightly Processed Products, *Critical Reviews in Food and Nutrition*, 35, 509-524.

BAUER, K. H., LEHMANN, K., OSTERWALD, H. P., ROTHANG, G., 1988, Coated pharmaceutical dosage forms, Stuttgart: *Medpharm GmbH Scintific Publishers*.

BARAN, İ., TİMUR, M., TEKİNSEN, O.C., 1982, Gökkuşağı alası (*Salmo gairdneri*)'nin büyüme hızı, iç organlarındaki ağırlık artışı ve etin kimyasal bileşimi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29 (3-4), 427-436.

BELITZ, H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE P., 2009, Food Chemistry; Fish, Whales, Crustaceans, Mollusks. 617-639.

BELL, C., NEAVES, P., WILLAMS, A. P., 2005, *Food Microbiology and Laboratory Practice*, Blackwell Science, ISBN:0-632-06381-5. P:58-67.

BEN-YEHOSHUA, S., BURG, S. P., YOUNG, R., 1985, Resistance of citrus fruit to mass transport of water vapor and other gases, *Plant Physiology*, 79, 1048.

BENAVIDES, S., VILLALOBOS-CARVAJAL R., REYES J. E., 2011, Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration, *Journal of Food Engineering*, DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.05.023

BİLGİN, Ş., ERTAN, O., İZCİ L., 2007, Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Sıcak Dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858'in Kimyasal Kompozisyonundaki Değişimlerin İncelenmesi, *Journal of FisheriesSciences.com*, 1 (2),68-80.

BİLGİN Ş., ÜNLÜSAYIN M., İZCİ L., GÜNLÜ, A., 2008, The determination of the shelf life and some nutritional components of gilthead seabream (*Sparus aurata* L., 1758) after cold and hot smoking, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 32(1), 49-56.

BLIGH, E. G., SHAW, S. J., WOYEWODA, D., 1988, The Effect of Drying and Smoking on Lipids of Fish, *Fish Smoking and Drying* (Brut, J.R., ed.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, 41-53.

BOURTOOM T., 2008, Edible films and coatings: characteristics and properties, *International Food Research Journal*, 15(3), 237-248.

BRIASSOULİS, D., 2006, Mechanical performance and design criteria of biodegradable low-tunnel films, *Journal of Polymers and the Environment*, 14(3), 289-307.

BYKOWSKI, P. ve DUTKIEWICZ, D., 1996, Freshwater Fish Processing and Equipment in Small Plants, *Food and Agriculture Organization Fisheries Circular*, Rome, No 905, 59p.

CHA, D. S., ve CHINNAN, M. S., 2004, Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A Review, *Food Science and Nutrition*, 44, 223-237.

CHEAH, L.H., PAGE, B.B.C., SHEPHERD, R. 1997, Chitosan coating for inhibition of sclerotinia rot of carrots, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25, 89-92.

CHE MAN, Y. B., ve RAMADAS, J., 1998, Effect of packaging environment on quality changes of smoked spanish mackerel under refrigeration, *Journal of Food Quality*, 21, 167-174.

CHEN, H., 1995, Functional properties and applications of edible films made of milk proteins, *Journal of Dairy Science*, 78, 2563-2583.

CHIDANANDAIAH, KESHRI, R. C., SANYAL, M.K., 2009, Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (+4 ºC) storage, *Journal of Muscle Foods*, 20, 275–292.

CHOUBERT, G., DENTELLA E., ATGIE C., BACCAUNAUD, M., 2005, Effect of light on colour stability of sliced smoked rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fed astaxanthin, *Food Research International*, 38, 949-952.

CHYTIRI, S., CHOULIARA, I., SAVVAIDIS, I. N., KONTOMINAS, M. G., 2004, Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout, *Food Microbiology*, 21, 157–165.

COLE, G., HOGAN, J., AULTON, M., 1995, *Pharmaceutical coating technology*, London: Taylor & Francis Ltd.

CONNELL, J. J., 1975, Control of fish quality, Torry Research Station, Aberdeen, Scothland, *Fishing News Books Ltd*. Farnham, Surrey, England. 222. Chrichester, C. O., 56 57 1985. Advances in food research, *The Nutrition Foundation*, Washington, D. C. and University of Rhade Island, Kingston, Rhade İsland. 28, 87-158.

CORDOBA, A., CUELLAR N., GONZALEZ M., MEDİNA J., 2008, The plasticizing effect of alginate on the thermoplastic starch/glycerin blends, *Carbohydrate Polymers,* 73, 409‑416.

CUTTER, C. N., 2002, Microbial control by packaging: A review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 151–161.

ÇAĞRI, A. ÜSTÜNOL, Z., RYSER, E. T., 2004, Antimicrobial edible films and coatings, *Journal of Food Protection*, 67,833–848.

ÇAKLI, Ş., KILINÇ, B., DİNÇER, T., TOLASA, Ş., 2006, Comparison of the shelf lifes of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Onchoryncus mykiss*), *European Food Research and Technology*, 224, 19–26.

DA SİLVA, M. A., BIERHALZ, A. C. K., KIECKBUSCH T. G., 2009, Alginate and pectin composite films crosslinked with Ca^2+ ions: Effect of the plasticizer concentration, *Carbohydrate Polymers*, 77, 736–742.

DATTA S., JANES M. E., XUE Q. G., LOSSO J., LA PEYRE J. F., 2008, Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella anatum* on the Surface of Smoked Salmon Coated with Calcium Alginate Coating containing Oyster Lysozyme and Nisin, *Journal of Food Science*, 73 (2), 67-71.

DEBEAUFORT, F., QUEZADE J.A., VOILLEY, A., 1998, Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review, *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299–313.

DEBEVERE, J., ve BOSKOU, G., 1996, Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA-producing microflora of cod fillets, *International Journal of Food Microbiology*, 31, 221–229.

DEL NOBILE, M. A., SINIGAGLIA, M., CONTE, A., SPERANZA, B., SCROCCO, C., BRESCİA, I., BEVILACQUE, A., LAVERSE, J., LA NOTTE, E., ANTONACCI, D., 2008, Influence of postharvest treatments and film permeability on quality decay kinetics of minimally processed grapes, *Postharvest Biology and Technology*, 47, 389–396.

DESAI, K. G. H., LIU C., PARK H. J., 2005, Characteristics of vitamin C immobilized particles and sodium alginate beads containing immobilized particles, *Journal of Microencapsulation*, 22(4), 363−376.

DEVLIEGHERE, F., VERMEIREN, L., DEBEVERE, J., 2004, New preservation technologies: Possibilities and limitations, *International Dairy Journal*, 14, 273–285.

DILLON, R., PATEL, T.R., MARTIN, A.M., 1994. Microbiological Control for Fish Smoking Operations. In: *Fisheries Processing* (Martin, A.M.,-ed.). Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, pp 51-80, London, UK.

DOKUMACI, S., 2005, *Gökkuşağı Alabalığı* (*Oncorhyncus mykiss*, Walbaum, 1792) nın *Dumanlanmasında Talaş Tipinin Benzo(a)pyren içeriğine etkisi*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

DONDERO, M., CISTERNAS, F., CARVAJAL, L., SIMPSON, R., 2004, Changes in quality of vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature, *Food Chemistry*, 87, 543–550.

DONG Z., WANG Q., DU Y., 2006, Alginate/gelatin blend films and their properties for drug controlled release, *Journal of Membrane Science*, 280, 37–44.

DRAGET, K.I., SMİDSRØD, O., SKJAK-BRAEK, G., 2002, Alginates from algae, *Biopolymers*, 6, 215-244.

DUAN, J., JIANG, Y., CHERIAN, G., ZHAO, Y., 2010, Effect of combined chitosan-krill oil coating and modified atmosphere packaging on the storability of cold-stored lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets, *Food Chemistry*, 122(4), 1035 – 1042.

DUFRESNE, I., SMITH, J. P., LIU, J. N., TARTE, I., BLANCHFIELD, B., AUSTIN, J. W., 2000, Effect of films of different oxygen transmission rate on toxin production by *Clostridium botulinum* type E in vacuum packaged cold and hot-smoked salmon trout fillets, *Journal of Food Safety*, 20, 251–268.

DURAN, A., ERDEMLİ, U., KARAKAYA, M., YILMAZ, M. T., 2008, Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* filleted in pre-, in- or post-rigor periods, *Fisheries Science*, 74, 1146-1156.

DURSUN, S., ERKAN, N., YEŞİLTAŞ, M., 2010, Doğal biyopolimer bazlı (biyobozunur) nanokompozit filmler ve su ürünlerindeki uygulamaları, *Journal of FisheriesSciences.com*., 4(1), 50-77.

EARLE, R. D., 1968, *Meat and fish coatings: Alginat coatings*, In: Edible coatings and soluble packaging, Daniels R.,Ed. Noyes Data Corp Park Ridge N. J., pp. 188-196.

EILERT, S. J., 2005, New packaging technologies for the 21st century, *Meat Science*, 71, 122‑127.

EL GHAOUTH, A., ARUL, J., GRENIER, J., ASSELIN, A. 1992. Antifungal activity of hitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology*, 82(4), 398-402.

EMBLEM, A., 2000, " Predicting packaging characteristics to improve shelf-life " In:, The Stability and Shelf-life of Food, D. Kitcatst and P. Subramaniam (eds) Woodhead Publishing Limited, 145-169.

EMBORG, J., LAURSEN, B. G., RATHJEN, T., DALGAARD, P., 2002, Microbial spoilage and formation of biogenic amines in fresh and thawed modified atmosphere packed salmon at 2 ºC, *Journal of Applied Microbiology*, 92(4), 790–799.

ERICKSON, M. C. ve HUNG, Y., 1997, *Quality in Frozen Food*, Springer, pp: 172.

ERKAN, N., 2004, "Dumanlama Teknolojisi", Edt: Varlık, C. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Kitabı*, İ.Ü. Yayın no: 4465, ISBN:975-404-715-4.

ERKAN, N. ve ÖZDEN, Ö., 2008, Quality assessment of whole and gutted sardine (*Sardine pilchardus*) stored in ice, *International Journal of Food Science and Technology,* 43(9), 1549-1559.

ERKAN, N., TOSUN, Ş. Y., ÖZDEN, Ö., ULUSOY, Ş. 2009, Effects of modified atmosphere and vacuum packaged on inhibition of *Listeria monocytogenes* and quality in hot-smoked rainbow trout fillets, *Archiv für Lebensmittelhygiene,* 60(1), 23-29.

ERKAN, N., ÖZDEN, Ö., SELÇUK, A., 2010, Effect of Frying, Grilling, and Steaming on Amino Acid Composition of Marine Fishes, *Journal of Medicinal Food*, 13(6),1524-1531.

ERKAN, N., ULUSOY, Ş., TOSUN, Y., 2011a, Effect of combined application of plant extract and vacuum packaged treatment on the quality of hot smoked rainbow trout, *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6, 419-426.

ERKAN, N., TOSUN, Y., ÜÇOK ALAKAVUK, D. ULUSOY, Ş., 2011b, Antimikrobieller Effekt von Zutaten auf vakuumverpackten heiss geräucherten Fisch, *Fleischwirtschaft*, 91(7), 92-98.

ERKAN, N. 2012, The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Food and Bioprocess Technology*, 5 (4), 1246-1254.

ESPE, M., KIESSLING, A., LUNESTAD, B.-T., TORRISSEN, O. J., RØRÅ, A. M. B., 2004, Quality of cold smoked salmon collected in one French hypermarket during a period of 1 year, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37, 627 - 638.

EUROPEAN UNION, 1995, Commission decision 95/149/EC, 8, March 1995, Off. J. Eur. Commun. L97, 84–87.

FABRA, M. J., HAMBLETON, A., TALENS, P., DEBEAUFORT, F., CHIRALT, A., VOİLLEY, A., 2008a, Aroma barrier properties of sodium caseinate-based films, *Biomacromolecules*, 9, 1406-1410.

FABRA, M. J., TALENS, P., CHİRALT, A., 2008b, Effect of alginate and l carrageenan on tensile properties and water vapor permeability of sodium caseinate-lipid based films, *Carbohydrate Polymers*, 74(3), 419‑426.

FAN, W. J., SUN, J. X., CHEN, Y. C., 2009, Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage, *Food Chemistry*, 115, 66-70.

FAO 2004, [Online], http://www.fao.org/docrep/meeting/008/j1682e/j1682e04.htm [05.07.11]

FAO 2011a, [Online], http://www.fao.org/docrep/field/003/AB728E/AB728E08.htm [13.04.2012]

FAO 2011b, [Online], http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4765E/y4765e08.htm [26.04.2011]

FDA 2011, [Online], http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/GRASSubstancesSCOGSDatabase/ucm084104.htm [13.04.11].

FERNANDEZ, J., PEREZ-ALVAREZ, J. A., FERNANDEZ-LOPEZ, J. A., 1997, Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, *Food Chemistry*, 59(3), 345–353.

FIELD, C. E., PIVARNICK, L. F., BARNETT, S. M., RAND, A., 1986, Utilization of glucose oxidase for extending the shelf-life of fish, *Journal of Food Sciences*, 51, 66-70.

GENNADIOS, A., HANA, M. A., KURTH L. B., 1997, Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie,* 30, 337–350.

GIMENEZ, B., RONCALES, P., BELTRAN, J.A., 2002, Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1154–1159.

GIUSTI, A. M., BIGNETTI, E., CANNELLA, C., 2008, Exploring New Frontiers in Total Food Quality Definition and Assessment: From Chemical to Neurochemical Properties, *Food Bioprocess Technology*, 1, 130–142.

GOMES, H. A., SİLVA, E. N., NASCİMENTO, M. R. L., FUKUMA, H. T., 2003, Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat, *Food Chemistry*, 80, 433–437.

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.

GONTARD, N., THIBAULT, R., CUQ, GUILBERT, S., 1996, Influence of Relative Humidity and Film Composition on Oxygen and Carbondioxside Permaabilites of Edible Films, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 44, 1064–1069.

GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, M. N., SANZ, J. J., SANTOS, J. Á., OTERO, A., GARCIA-LÓPEZ, M. L. 2002, Number and types of microorganisms in vacuum-packed cold-smoked freshwater fish at the retail level, *International Journal of Food Microbiology*, 77, 161-168.

GOULAS., A.E. ve KONTOMINOS., M. G., 2005, Effect of salting and smoking method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes, *Food Chemistry*, 93, 511–520.

GÖĞÜŞ, A.K. ve KOLSARICI, N., 1992, Su Ürünleri Teknolojisi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara.

GÖKOĞLU, N., GÜN, H., VARLIK, C., 1994, Gökkuşağı Alabalığının *Oncorhynhus mykiss* (Walbaum, 1792) Lakerdasının Dayanma Süresinin Belirlenmesi, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1-2,173-180.

GÖKOĞLU, N., 2002, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, *Su Vakfı Yayınları*., ISBN: 975-9703-48-3. İstanbul, 157 s.

GRAM, L., ve HUSS, H. H., 1996, Microbiological spoilage of fish and fish products, *International Journal of Food Microbiology*, 33, 121-137.

GRAM, L. (2001). Potential hazards in cold-smoked fish: *Clostridium botulinum* type E. *Journal of Food Science*, 66(7), 1082–1087.

GRAM, L., RAVN, L., RASCH M., BRUHN, J. B., CHRISTENSEN, A. B., GİVSKOV, M., 2002, Food spoilage- interactions between food spoilage bacteria, *International Journal of Food Microbiology*, 78, 79– 97.

GRAM, L., 2009, Microbiological Spoilage of Fish and Seafood Products, *Food Microbiology and Food Safety*, 87-119.

GUILBERT, S., 1986, Technology and application of edible films, In M. Mathlouthi (Ed.), *Food packaging and preservation*, New York: Elsevier Applied Science Publishers, pp. 371–394.

GUILBERT, S., GONTARD, N., GORRIS, L. G. M., 1996, Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings, *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 29, 10–17.

GUILLEN, M. D. ve RUIZ, A., 2004, Study of the oxidative stability of salted and unsalted salmon fillets by 1 H nuclear magnetic resonance. *Food Chemistry,* 86, 297–304

GÜLYAVUZ, H., ALTINKURT, K., 1991. *Besin İşleme Teknolojisi*. Milli Eğitim Basım Evi İstanbul, s. 320.

GÜLYAVUZ, H., ÜNLÜSAYIN, M., 1999, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, S. D. Ü. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı*, Şahin Matbaası, Ankara, ISBN: 975-96897-0-7.

GÜNLÜ, A. ve KOYUN, E., 2012, Effects of Vacuum Packaging and Wrapping with Chitosan-Based Edible Film on the Extension of the Shelf Life of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fillets in Cold Storage (4 °C), *Food Bioprocess Technology*, DOI 10.1007/s11947-012-0833-6.

HALL, M. G., 1992, Fish processing technology food engineering and biotechnology, Loughborough, Publisher in North America by VCH. Publisher inc. Newyork. 61-71.

HALKMAN, A.K., 2005, Mikroorganizma Analiz Yöntemleri. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Ed: A. K. Halkman. S 89-124. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 sayfa.

HAN, J. H., ve GENNADIOS, A., 2005, Edible films and coatings: A review, In J. H. Han (Ed.), *Innovations in food packaging*, Amsterdam: Elsevier Academic Press, pp. 240‑262.

HATTULA, T., ELFVING, K., MROUEH, U. M., LUOMA, T., 2001, Use of liquid smoke flavouring as an alternative to traditional flue gas smoking of rainbow trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*), *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34(8), 521–525.

HORNER W. F. A., 1992, Preservation of Fish by curing(drying, salting, smooking), is Fish Processing Technology Edited by G. M. HALL, Blackie Academic & Professional, New York, p. 61-71.

HORNER, W. F. M., 1997, Preservation of Fish by Curing (Drying, Salting and Smoking). In: *Fish Processing Technology*, (Hall, G.M.,-eds.), Blackie Academic and Professional, an İmprint of Chapman & Hall, London pp 32-73.

HOWARD, L. R., ve DEWI, T. 1995, Sensory, microbiological and chemical quality of mini-peeled carrots as affected by edible coating treatment. *Journal of Food Science*, 60(1), 142-144.

HOWGATE, P. 1979, Fish, *Food Microscopy*. London Academic Press., 343-389.

HUGAS, M., 1998, Bacteriocinogenic Lactic Acid Bacteria for the Biopreservation of Meat and Meat Products, *Meat Science*, 49 (1), 139-150.

HUI, Y.H., NIP, W. K., ROGERS, R.W., 2001, *Meat Science and Applications*, sf. 431.

HUNTER, B. J., ED, B., ROBERTS, D.C.K., 2000, Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health, *Nutrition Research*, 20(7), 1047-1058,

HUSS, H.H., 1988, *Fresh fish: Quality and quality changes*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, p. 132.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MİCROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF) (1986) Sampling plans for fish and shellfish. In: ICMSF, *Microorganisms in Foods*. Sampling for Microbiological Analysis: *Principles and Scientific Applications*, Vol. 2. 2nd Edition. University of Toronto Press, Toronto, Canada, 181–196.

İZCİ, L. ve ERTAN, O., 2004, Dumanlama işlemi uygulanmış kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın et verimi ve besin bileşimindeki değişimler, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 1037-1041.

JEON, Y. J., KAMIL, J. Y. V. A., SHAHIDI, F., 2002, Chitosan as edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5167-5178.

KARBOWIAK, T., DEBEAUFORT, F., CHAMPION, D., VOILLEY, A., 2006, Wetting properties at the surface of iota-carrageenan based edible films*, Journal of Colloid and Interface Science*, 294, 400‑410.

KARUNGI, C., BYARUHANGA, Y. B., MUYONGA, J. H., 2004, Effect of pre-icing duration on quality deterioration of iced Nile perch (*Lates niloticus*), *Food Chemistry*, 85, 13–17.

KAYA, Y., TURAN, H., ERKOYUNCU, İ., SÖNMEZ, G., 2006, Sıcak dumanlanmış palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) balığının buzdolabı koşullarında muhafazası, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi,* 23,457-460.

KAMPER, S. L., ve FENNEMA, O. 1984. Water vapor permeability of an edible, fatty acid bilayer films. *Journal of Food Science*, 49,1482–1485.

KERRY, J.P., O'GRADY, M. N., HOGAN, S.A., 2006, Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and musclebased products: A review, *Meat Science*, 74, 113–130.

KESTER, J. J. ve FENNEMA, O., 1986, Edible Films and Coatings: A Review, *Food Technology*, 40(12), 47-59.

KILIÇ, A., 2005, *Dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (Oncorhynchus mykiss) üretiminde antimikrobiyal ve antioksidan maddeler kullanımı*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

KIETZMANN, U., PRIEBE, K., RAKOU, D., REICHSTEIN, K., 1969, *Seefisch als Lebensmittel*, Paul Parey Verlag Hamburg-Berlin, p: 63-79, 99-100.

KILCAST, D. ve SUBRAMANIAM, P., 2000, Introduction. In D. Kilcast & P. Subramaniam (Eds.), *The stability and shelf-life of food*, Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd., pp. 1–19.

KING, A., 1983, Brown seaweed extracts (alginates), *Food Hydrocolloids*, 2, 115‑188.

KING, S., SEE, H., THOMAS, G., SWAIN, M., 2008, Determining the complex modulus of alginate irreversible hydrocolloid dental material, *Dental Materials,* 24: 1545–1548.

KOLODZIEJSKA, I., NIECİKOWSKA, C., JANUSZEWSKA, E., SIKORSKI, Z. E., 2002, The microbial and sensory quality of mackerel hot smoked in mild conditions, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35,87 – 92.

KOLSARICI, N. ve ÖZKAYA, Ö., 1998, Gökkuşağı Alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nın Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemleri ve Depolama Sıcaklığının Etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22, 273-284.

KORAL, S., KÖSE, S., TUFAN, B., 2009, Investigating the Quality Changes of Raw and Hot Smoked Garfish (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) at Ambient and Refrigerated Temperatures. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 9, 53-58.

KROCHTA, J. M., BALDWIN, E.A., NISPEROS-CARRIEDO, M., 1994, *Edible Coating and Films to Improve Food Quality*, (CRC Pres).

KROCHTA, J. M. ve MULDER-JOHNSTON, C. D., 1997, Edible and biodegradable polymer films: Challenges and Opportunities, *Food Technology*, 51(2), 61-74.

LABUZA, T. P. ve BREENE, W. M., 1989, Application of "Active Packaging" for Improvement of Shelflife and Nutritional Quality of Fresh and Extended Shelflife Foods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 13, 1–69.

LAPA-GUIMARES, J., APARECIDA AZEVEDO DA SILVA, M., EDUARDO DE FELICIO, P., CONTRERAS GUZMAN, E., 2002, Sensory, colour and psychrotrophic bacterial analyses of Squids (*Loligo plei*) during Storage in ice, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35, 21- 29.

LAZARUS, C. R., WEST, R. L., OBLINGER, J. L., PALMER, A. Z., 1976, Evaluation of a calcium alginate coating and a protective plastic wrapping for the control of lamb carcass shrinkage, *Journal of Food Science*, 41, 639-641.

DEUTSCHES LEBENSMITTELBUCH-LEITSAETZE, 1994, Bundesanzeiger Verlag, GmbH, Köln.

LEMAY, M-J., CHOQUETTE, J., DELAQUIS, P., J., GARIEPY, C., RODRIGUE, N., SAUCIER, L., 2002, Antimicrobial effect of natural preservatives in a cooked and acidified chicken meat model, *International Journal of Food Microbiology*, 78(3), 217-226.

LEROI, F., JOFFRAUD, J., CHEVALIER, F., CARDINAL, M., 2001, Research of quality indices for cold-smoked salmon using a stepwise multiple regresion of microbiological counts and physico-chemical parameters, *Journal of Applied Microbiology*, 90, 578–587.

LI, H., ve YU, T., 2000, Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 269-274.

LI, T., Hu, W., LI, J., ZHANG, X., ZHU, J., 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, 101-106.

LONGTERM, 2011, http://www.longterm-health.com/products_list/&pmcId=ebead849-c288-4970-8dd3e252534d8bca&comp_stats=comp-FrontProductsCategory_show011299133016410.html Ziyaret tarihi: 26.04.2011

LOPEZ-CABALLERO, M. E., GOMEZ-GUILLEN, M. C., PEREZ MATEOS, M., MONTERO, P., 2005, A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties, *Food Hydrocolloids*, 19(2), 303 – 311.

LOPEZ-RUBIO, A., GAVARA R., LAGARON J. M., 2006, Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials, *Trends in Food Science & Technology*, 17, 567-575.

LU, F., LIU, D., YE, X., WEI, Y., LIU, F., 2009, Alginate-calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4ºC, *Journal Science Food Agriculture*, 89, 848-854.

LU, F., DING, Y., YE, X., LIU, D., 2010, Cinnamon and nisin in alginate calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets, *LWT - Food Science and Technology*, 43, 1331-1335.

LUDORFF, W. ve MEYER, V., 1973, *Fische und Fischerzeugnisse*, Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin, s. 95-111, 176-269.

LYHS, U., LAHTINEN, J., FREDRIKSSON-AHOMAA, M., HYYTIA-TREES, E., ELFING, K., KORKEALA, H., 2001, Microbiological quality and shelf-life of vacuum-packaged 'gravad' rainbow trout stored at 3 and 8ºC, *International Journal of Food Microbiology*, 70, 221–230.

MAHMOUD, R. ve SAVELLO, P.A., 1992, Mechanical properties of and water vapor transferability through whey protein films, *Journal of Dairy Science*, 75, 942-946.

MARCOS, B., AYMERICH, T., MONFORT, J. M., GARRIGA, M., 2007, Use of antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham, *International Journal of Food Microbiology*, 120, 152–158.

MARSH, K., ve BUGUSU, B., 2007, Food packaging – Roles, materials, and environmental issues, *Food Science*, 72(3), R39-R55.

MATTISSEK, R., SCHNEPEL, M.F., STAINER, G., 1992, Lebensmittelanalytik, Grundzüge. Methoden. Anwendungen. p.440, *Zweite, korrigierte Auflage*, Springer Berlin Heidelberg New York, ISBN: 3-540-54684-7.

MCHUGH, T. H. ve KROCHTA, J. M., 1994, Sorbitol vs glycerol plasticized whey protein edible films: Integrated oxygen permeability and tensile property evaluation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(4), 41-45.

MEHERIUK, M., ve LAU, O. L., 1988, Effect of two polymeric coatings on fruits quality of 'Barlett' and 'd'Anjou' pears, *Journal of American Society of Horticultural Science*, 113(2), 222-226.

MILLS, A., 2001, Handling and processing rainbow trout, Torry Advisory Note, no: 74. http://www. fao.org. http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5945e/x5945e00.htm

MOE, S. T., DRAGET, K. I., SKJAK-BRAEK, G., SMIDSNOD, O., 1995, Alginates, *Food polysaccharides and their applications*, New York, US: Marcel Decker Inc. 245-286.

MOHAN, C. O., RAVISHANKAR, C. N., LALITHA, K. V., GOPAL, T. K. S., 2012, Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage, *Food Hydrocolloids,* 26, 167-174.

MONTIAL, R., DE ALBA, M., BRAVO, D., GAYA, P., MEDINA, M., 2012, Effect of high pressure treatments on smoked cod quality during refrigerated storage, *Food Control*, 23, 429-436.

MOTOHIRO, T., 1988, *Effect of smoking and drying on the nutrive value of fish*, Ed. by: J.R. Burt. Elsevier Applied Science, Aberdeen. 91 – 120.

MOHLER, K., 1978, *Das rauchern' verlag der rheinhessischen druckwertstatten*, Alzey, Ed. by. C. O. Crichester, The Nutrition Foundation. Washington, D. C. and Univ. Of Rhade Island, Kingston, Rhade Island. 29, 87-158.

NEETOO, H., YE M., CHEN H., 2010, Bioactive alginate coatings to control *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon slices and fillets, *International Journal of Food Microbiology*, 136, 326–331.

NISPEROS-CARRIEDO, M. O., BALDWIN, E. A., SHAW, P. E. 1992, Development of an edible coating for extending postharvest life of selected fruits and vegetables, *Proceedings at The Annual Meeting of Florida State Horticultural Society*, 104, 122-125.

NISPEROS-CARRIEDO, M. O., 1994, Edible coatings and films based on polysaccharides. In: KROCHTA, J. M., BALDWIN, E.A. and NISPEROS-CARRIEDO, M., (Eds), *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Lancaster, PA: Technomic Publishing Company, Inc., pp. 305–335.

NETTLETON, J. A., 1995, *Omega Fatty Acids and Health*, Chapman & Hall, USA, pp. 1328, 1995.

NIETO, M. B., 2009, Structure and Function of Polysaccharide Gum-Based Edible Films and Coatings, *Edible films and catings for food applications*, Springer Science+Business Media, LLC. Pp. 57-112.

NORAJIT, K., KIM, K.M., RYU, G.H., 2010, Comparative studies on the characterization and antioxidant properties of biodegradable alginate films containing ginseng extract, *Journal of Food Engineering*, 98, 377‑384.

OĞUZHAN, P., ANGİŞ, S., HALİLOĞLU, H.İ., ATAMANALP, M., 2006, Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarında Sıcak Tütsüleme Sonrası Kimyasal Kompozisyon Değişimleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3), 465‑466.

OJAGH, S. M., REZAEI, M., RAZAVI, S. H., HOSSEINI, M. H., 2010, Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout, *Food Chemistry*, 120, 193 –198.

OLAFSDOTTIR, G., MARTINSDOTTIR, E., OEHLENSCHLAGER, J., DALGAARD, P., JENSEN, B., UNDELAND, I., MACKIE, I. M., HENEHAN, G., NIELSEN, J., NILSEN, H., 1997, Methods to evaluate fish freshness in research and industry, *Trends in Food Science and Technology*, 8, 258–265.

OLAFSDOTTIR, G., CHANIE, E., WESTAD, F., JONSDOTTIR, R., THALMANN, C. R., BAZZO, S., LABRECHE, S., MARCQ, P., LUNDBY F., HAUGEN, J. E.,

2005, Prediction of Microbial and Sensory Quality of Cold Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) by Electronic Nose, *Journal of Food Science*, 70, 563– 574.

OLLEY, J., DOE, P. E., HERUWATI E. S., 1988, The influence of drying and smoking on the nutritional properties of fish: An introductory overwiev, In J.R. Burt. (ed.), *Fish Smoking and Drying*, Elsevier Science Publishers Ltd. England., p.1-21.

OLIVAS, G. I., MATTINSON, D. S., BARBOSA-CANOVAS, G. V., 2007, Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples, *Postharvest Biology and Technology*, 45, 89–96.

OLIVAS, G. I. ve BARBOSA-CANOVAS, G. V., 2008, Alginate-calcium films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizer and relative humidity, *LWT-Food Science and Technology*, 41(2), 359 – 366.

ÖZDEN, Ö. ve GÖKOĞLU, N., 1997, Sardalya Balığının *Sardina pilchardus* (Wal. 1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi, *Gıda*, 22(4), 309-313.

ÖZDEN, Ö., İNUĞUR, M., ERKAN, N., 2007, Preservation of iced refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes, *European Food Research and Technology*, 225(5-6),797-805.

ÖZKAYA, Ö., 1995, *Alabalığın Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemlerinin Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, 74 s.

PAN, B. S., 1988, Undesirable Factors in Dried Fish Products, *Fish Smoking and Drying* (Burt, J.R., ed.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, 61-72.

PAVLATH, A. E. ve ORTS, W., 2009, Possible Components of Edible Films, *Edible films and catings for food applications*, Springer Science+Business Media, LLC. Pp. 15-23.

PERI, C., 2006, The universe of food quality, *Food Quality and Preference*, 17, 3–8.

PHILIPS, G. O., WEDLOCK, D. J., WILLIAMS, P. A., 1990, *Gums and Stabilisers for the Food Industry* 5, Oxford University Press Ltd., Oxford. ISBN 0-19-963061-5. Part 7.

POULTER, R. G., 1988, Processing and Storage of Traditional Dried and Smoked Fish Products, *Fish Smoking and Drying* (Burt, J.R., ed.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, 85-90.

PRANOTO, Y., SALOKHE, V. M., RAKSHIT, S. K., 2005, Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil, *Food Research International*, 38, 267–272.

PRICE, R. J. ve TOM, P. D., 2002, Smoked fish and fishery products. Sea Grant Food Science and Technology, University of California One Shields Avenue. Davis, Chapter 7 CA 95616. http://seafood.ucdavis.edu

REDDY, N. R., SCHREIBER, C. L., BUZARD, K. S., G. E., ARMSTRONG, D. J., 1994, Shelf-life of fresh Tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. *Journal of Food Science*, 59(2), 260-263.

REMMINGHORST ve REHM 2009, "Microbial Production of Alginate: Biosynthesis and Applications", *Microbial Production of Biopolymers and Polymer Precursors*, Caister Academic Pres, ISBN 978-1-904455-36-3.

REZA, S., BAPARY, MAJ., AHASAN, C . T., NAZRUL ISLAM, M. D., KAMAL, M. D., 2009, Shelf life of several marine fish species of Bangladesh during ice storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1485–1494.

RHIM, J. W., 2004, Physical and mechanical properties ofwater resistant sodium alginate films, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37, 323–330.

RHIM, J. W. ve PERRY, K. W. N. G., 2007, Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films for Packaging Applications, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47, 411–433.

RODRIGUEZ, C. J., BESTEIRO, I., PASCUAL, C., 1999, Biochemical changes in freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1473–1480.

ROJAS GRAU, M. A., TAPIAB, M. S., RODRIGUEZ, F. J., CARMONA, A. J., MARTİN-BELLOSO O., 2007, Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples, *Food Hydrocolloids*, 21, 118–127

RORA, A. M. R., BIRKELAND S., HULTMANN L., RUSTAD T., 2005, Quality characteristics of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets high in soybean or fish oil as affected by cold-smoking temperature, *LWT -Food Science and Technology*, 38, 201–211

RORVIK, L. M., 2000, *Lysteria monocytogenes* in the smoked salmon industry, *International Journal of Food Microbiology*, 62, 183-190.

RORVIK, L., YNDESTAD, M., SKJERVE, E., 1991, Growth of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packed, smoked salmon, during storage at 4 ºC, *International Journal of Food Microbiology*, 14, 111–118.

SANDERSON, G. R., 1981, Polysaccharides in foods. *Food Technology*, 35 (7), 50–52, 54–57, 83.

SEKİN, Y., ve YILMAZ, N. 1997, *Gıda Mikrobiyolojisi*, Gıda Endüstrisi İçin Temel Esaslar ve Uygulamalar, Literatür Yayınları 115.

SHAHIDI, F., 1994, The chemistry, processing technology and quality of seafoods-an overview, F. Shahidi, J.R. Botta (Eds.), *Seafoods chemistry, processing technology and quality of seafoods*, Chapman and Hall, Great Britain (1994), p. 1.

SHIAU, C. Y., ve CHAI, T., 1985, Smoked Dogfish processing and its refrigerfated storage stability, *Journal of Food Science*, 50(5), 1348-1350.

SIMON, R., CALLE, B., PALME, S., MEIER, D., ANKLAM, E., 2005, Composition and analysis of liquid smoke flavouring primary products, *Journal of Separation Science*, 28, 871–882.

SIRAGUSA, G. A., ve DICKSON, J. S., 1992, Inhibition of Listeria monocytogenes on beef tissue by application of organic acids immobilized in a calcium alginate gel. *Journal of Food Science*, 57(2), 293–296.

SISKOS, I., ZOTOS, A., MELIDOU, S., TSIKRITZI, R., 2007, The effect of liquid smoking of fillets of trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological and chemical changes during chilled storage, *Food Chemistry*, 101, 458–464.

SONG, Y., LIU, L., SHEN, H., YOU, J., LUO Y., 2011, Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*), *Food Control*, 22, 608-615.

SOTHORNVIT, R., ve KROCHTA, J. M., 2000, Oxygen Permeability and Mechanical Properties of Films from Hydrolyzed Whey Protein, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 3913–3916.

SRINIVASA, P. C. ve THARANATHAN R. N., 2007, Chitin/chitosan-safe, ecofriendly packaging materials with multiple potential uses, *Food Reviews International*, 23(1), 53-72.

STOHR, V., JOFFRAUD, J. J., CARDINAL, M., LEROI, F., 2001, Spoilage potential and sensory profile associated with bacteria isolated from cold-smoked salmon, *Food Research International*, 34, 797–806.

STOLYHWO, A., KOLODZIEJSKA, I., SIKORSKI, Z. E., 2005, Long change polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats, *Food Chemistry*, 589-595.

STOLYHWO, A. ve SIKORSKI, Z. E., 2005, Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish – a critical review, *Food Chemistry*, 91, 303–311.

SUNEN, E., ARISTIMUNO, C., FERNANDEZ-GALIAN, B., 2003, Activity of smoke wood condensates against *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged, cold-smoked rainbow trout stored at 4 ºC, *Food Research International*, 36, 111–116.

TEMİZ, H. ve YEŞİLSU, A. F. 2006, Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar, Teknolojik Araştırmalar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 49(2), 41-50.

THARANATHAN, R. N., 2003, Biodegradable films and composite coatings: past, present and future, *Trends in Food Science and Technology*, 14, 71–78.

TIEN, C. L., VACHON, C., MATEESCU, M. A., LACROIX, 2001, Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes, *Journal of Food Science*, 66(4), 512.

TRUELSTRUP HANSEN, L., GILL, T., HUSS, H. H., 1995, Effects of salt and storage temperature on chemical, microbiological and sensory changes in cold-smoked salmon, *Food Research International*, 28, 123–130.

TRUELSTRUP HANSEN, L., DREWES RONTVED, S., HUSS, H. H., 1998, Microbiological quality and shelf life of cold-smoked salmon from three different processing plants, *Food Microbiology*, 15, 137–150.

ÜNLÜSAYIN, M., AKSOYLAR, M. Y., GÜLYAVUZ, H., 2001, Bazı Tatlısu Balıklarının Sıcak Dumanlama Sonrası Lipitlerindeki Kimyasal Değişimler, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 25, 341-348.

VARELTZIS, K., KOUFIDIS, D., GRAVIILIDOU, E., PAPAVERGOU, E., VASILIADOU, S., 1997, Effectiveness of a natural rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage, *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und -Forschung A*, 205(2), 93 – 96.

VARLIK, C.,UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., GÜN, H., 1993, Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği*, No: 17, 4-5.

VARLIK, C., ÖZDEN, Ö., ERKAN, N., ÜÇOK ALAKAVUK, D., 2007, *Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, ISBN: 975-404-771-5.

VELIKY, I. A. ve KALAB, M., 1990, Encapsulation of viscous high-fat foods in calcium alginate gel tubes at ambient temperature, *Food Structure*, 9,151–156.

WANG, L., SHELTON, R. M., COOPER, P. R., LAWSON, M., TRIFFITT J. T., BARRALET J. E., 2003, Evaluation of sodium alginate for bone marrow cell tissue engineering, *Biomaterials*, 24, 3475-3481.

WANG, L., LIU, L., HOLMES, J., KERRY J. F., KERRY J. P., 2007, Assessment of film-forming potential and properties of protein and polysaccharide-based biopolymer films, *International Journal of Food Science and Technology*, 42,1128-38.

WANSTEDT, K. G., SEIDEMAN, S. C., DONNELLY, L. S., QUENZER, N. M., 1981, Sensory attributes of precooked, calcium alginate-coated pork patties, *Journal of Food Protection*, 44, 732-735.

WARD, A. R., 1995, Fish Smoking in Tropics: A Review, *Tropical Science*, 35: 103-112.

WESTALL, S., ve FILTENBORG, O., 1998, Spoilage yeasts of decorated soft cheese packed in modified atmosphere, *Food Microbiology*, 15, 243–249.

YANAR, Y., 2007, Quality changes of hot smoked Catfish (*Clarias Gariepinus*) during refrigerated storage, *Journal of Muscle Foods*, 18, 391–400.

YENER, F. Y. G., 2007, *Development of Aantimicrobial Protective Food Coating Materials from Edible Alginate Films*, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Teknoloji Enstitüsü.

ZACTITI, E. M. ve KIECKBUSCH, T. G., 2006, Potassium sorbate permeability in biodegradable alginate films: Effect of the antimicrobial agent concentration and crosslinking degree, *Journal of Food Engineering*, 77, 462‑467.

ZHANG, D., ve QUANTICK, P. C. 1998, Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 73(6), 763-767.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum yeri ve yılı: 1987, Üsküdar/İstanbul

Eğitim: 2004 yılı İstanbul Fenerbahçe Lisesi mezunu.

2004-2008 yılı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi

2008 yılı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi iyi derece ile mezuniyet.

2008-2012 yılı İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimi

Yabancı dil: İngilizce.