



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ANTİMİKROBİYAL MADDE İÇEREN YENİLEBİLİR
FİMLERİN DUMANLANMIŞ BALIĞIN KALİTESİNE ETKİSİ**

Su Ürünleri Mühendisi Selin AKÇAY

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.



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

Tez Jürisi



Doç.Dr. Hünkar DUYAR
Jüri Adı
Sinop 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 6732 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Araştırma konusunun belirlenmesinde ve çalışmaların yönlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen, bana her konuda ve her zaman destek olan değerli tez hocam Prof. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN'e en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Tezimi “Antimikrobiyal Madde İçeren Yenilebilir Filmlerin Dumanlanmış Balığın Kalitesine Etkisi” isimli 6732 No'lu proje ile maddi olarak destekleyen İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine,

Araştırma ile ilgili deneylerin gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyduğumuz her türlü olanağı sağlayan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Özkan ÖZDEN nezdinde tüm öğretim üye ve elemanlarına,

Laboratuvar çalışmalarında özverili yardımlarından dolayı, arkadaşım Murat YEŞİLTAŞ'a ve Seda DURSUN'a, her zaman yanımda oldukları, desteklerini ve sevgilerini esirgemedikleri için aileme ve eşime teşekkür ederim.

Mayıs, 2012

Selin AKÇAY

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	5
2.1. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ.....	5
2.2.DUMANLANMIŞ BALIK ÜRÜNLERİNDE KALİTE.....	9
2.3. ANTİMİKROBİYAL KATKILI FİLM VE KAPLAMALARIN	
GIDALARDA UYGULANMASI.....	13
2.3.1 Yenilebilir Film Ve Kaplamalar.....	13
2.3.2. Yenilebilir Gluten Uygulamaları.....	15
2.3.3. Antimikrobiyal Maddeler Ve Uygulamaları.....	15
3. MALZEME VE YÖNTEM	26
3.1. MALZEME.....	26
3.2. YÖNTEM.....	31
3.2.1. Duyusal Analiz.....	31
3.2.2. Mikrobiyolojik Analiz.....	32
3.2.3. Kimyasal Kompozisyon Analizleri.....	33
3.2.4. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N).....	33
3.2.5. Trimetilamin Azot Tayini (TMA-N).....	33
3.2.6. Tiyobarbitürik Asit Tayini (TBA).....	34
3.2.7. Serbest Yağ Asitleri (FFA) Analizi.....	35
3.2.8. İstatistiksel Analiz.....	35
4. BULGULAR	36
4.1. HAMMADDE BULGULARI.....	36
4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI.....	36
4.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI.....	43
4.3.1 Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları.....	43
4.3.2 Psikrotrofik Bakteri Bulguları.....	44
4.3.3 Anaerobik Bakteri Bulguları.....	46
4.3.4 Clostridium spp. Yüğü Bulguları.....	47
4.3.5 Maya-Küf Bulguları.....	49
4.4. KİMYASAL ANALİZ BULGULARI.....	50

4.4.1	Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları.....	50
4.4.2	Trimetilamin Azot (TMA-N) Bulguları.....	52
4.4.3	Tiyobarbitürik Asit İndeksi (TBA) Bulguları.....	53
4.4.4	Serbest Yağ Asitleri (FFA) Bulguları.....	55
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	57
5.1	HAMMADDE ANALİZ SONUÇLARI.....	57
5.2	DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI.....	57
5.3	MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI.....	60
5.4	KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI.....	65
6.	SONUÇ.....	68
	KAYNAKLAR	69
	ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1 :	Taze alabalık.....	26
Şekil 3.2 :	Salamurada alabalıklar.....	27
Şekil 3.3 :	Dumanlama fırınında alabalıklar.....	27
Şekil 3.4 :	Dumanlanmış alabalıklar.....	28
Şekil 3.5 :	Antimikrobiyal kaplama ve vakum ambalaj yapılmış alabalık filetoları	29
Şekil 3.6 :	Gluten bazlı film kaplamaların dumanlanmış alabalığa uygulanması akış şeması.....	30
Şekil 4.1 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularından genel görünüş değerleri.....	37
Şekil 4.2 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularından koku değerleri.....	39
Şekil 4.3 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularından tat değerleri.....	40
Şekil 4.4 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularının doku değerleri.....	41
Şekil 4.5 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularının genel değerlendirilmesi	42
Şekil 4.6 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından mezofilik aerobik bakteri yükü.....	44
Şekil 4.7 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından psikrotrofik bakteri yükü.....	45
Şekil 4.8 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından anaerobik bakteri yükü.....	47
Şekil 4.9 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından <i>Clostridium</i> spp. yükü.....	48
Şekil 4.10 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından maya-küf yükü.....	50
Şekil 4.11 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	51
Şekil 4.12 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Trimetilamin azot (TMA-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	53
Şekil 4.13 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Tiyobarbitürik Asit İndeksi (TBA) analiz bulguları (mg MDA/kg balık eti).....	54
Şekil 4.14 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Serbest Yağ Asitleri (FFA) analiz bulguları (% oleik asit).....	56

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 :	Film temas veya agar difüzyon testi ile çalışılmış antimikrobiyal madde ilave edilerek hazırlanmış film kaplamalar ve sonuçları.....	19
Tablo 2.2 :	Et ürünlerinin kalitesini artırmak için antimikrobiyal katkıli yenilebilir film ve kaplama uygulamaları.....	23
Tablo 2.3 :	Su ürünlerinin kalitesini artırmak için antimikrobiyal katkıli yenilebilir film ve kaplama uygulamaları.....	24
Tablo 3.1 :	Duyusal analiz tablosu.....	31
Tablo 4.1 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından genel görünüş değerleri.....	37
Tablo 4.2 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından koku değerleri.....	38
Tablo 4.3 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından tat değerleri.....	40
Tablo 4.4 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularının doku değerleri.....	41
Tablo 4.5 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularının genel değerlendirmesi	42
Tablo 4.6 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından mezofilik aerobik bakteri yükü.....	43
Tablo 4.7 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından psikrotrofik bakteri yükü.....	45
Tablo 4.8 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından anaerobik bakteri yükü.....	46
Tablo 4.9 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından <i>Clostridium</i> spp. yükü.....	48
Tablo 4.10 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz bulgularından maya-küf yükü.....	49
Tablo 4.11 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	51
Tablo 4.12 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Trimetilamin azot (TMA-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	52
Tablo 4.13 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Tiyobarbitürik Asit İndeksi (TBA) analiz bulguları (mg MDA/kg balık eti).....	54
Tablo 4.14 :	Dumanlanmış alabalıkta depolama süresince belirlenen Serbest Yağ Asitleri (FFA) analiz bulguları (% oleik asit).....	55

SEMBOL LİSTESİ

µL : mikrolitre

BHT : Butil hidroksitoluen

dk : dakika

g/L : gram / litre

Kob : koloni oluşturan birim

Log : logaritma

MDA : malondialdehit

mL : mililitre

°C : santigrad derece

p< : istatistik değeri (önemli)

p> : istatistik değeri (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

FDA: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi

FAO: Amerikan Gıda ve Tarım Organizasyonu

GRAS: Genellikle güvenilir olarak kabul gören madde

ÖZET

ANTİMİKROBİYAL MADDE İÇEREN YENİLEBİLİR FİMLERİN DUMANLANMIŞ BALIĞIN KALİTESİNE ETKİSİ

Bu çalışmada, %1 w/w karanfil, %1 sarımsak ve %1 kekik yağı ile hazırlanmış gluten kaplamaların vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının duyuşal, mikrobiyolojik ve kimyasal kalite parametreleri üzerine etkisi 8 hafta süreyle incelenmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre vakum paketlenmiş kontrol grubu örneklerinin 3 hafta boyunca tüketilebilir kaliteyi koruduğı belirlenmiştir. Gluten kaplama uygulanan örneklerin 5 hafta ve katkılı gluten kaplama uygulanan örneklerin 6 hafta duyuşal kaliteyi koruduğı, kontrol grubuna göre gluten kaplı örneklerin 2, katkılı gluten kaplı örneklerin ise 3 hafta daha fazla dayanım ömrüne sahip olduğı tespit edilmiştir.

Gluten ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanan örneklerde kontrol grubuna kıyasla oldukça düşük mikrobiyal yük belirlenmiştir. Kimyasal parametrelerden TVB-N ve TMA-N değerleri de mikrobiyal yüke paralel gelişim göstermiştir. Kontrol grubunda kaplama uygulanan örneklere göre daha yüksek TVB-N ve TMA-N değeri belirlenmiştir. Gluten kaplama ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplamanın duyuşal ve mikrobiyal bozulmayı geciktirdiğı ortaya konmuştur. Ayrıca katkılı gluten kaplamalardan kekik yağı içeren kaplamanın lipit oksidasyonunda etkili sonuçlar verdiğı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yenilebilir film, antimikrobiyal aktivite, sıcak dumanlanmış balık, kalite, raf ömrü

SUMMARY

THE EFFECT OF EDIBLE FILM CONTAINING ANTIMICROBIAL AGENT ON THE QUALITY OF SMOKED FISH

In this study, the effect of edible film containing antimicrobial agent (1% w/w cloves, 1% garlic and 1% thyme oil) as gluten coating for sensory, microbiological and chemical quality parameters of vacuum packaged hot-smoked rainbow trout fillets was evaluated 8 week storage at 2°C.

According to sensory analysis the shelf life of vacuum packaged samples (control group) were found acceptable quality during three weeks. The sensory quality was maintained up to 5 and 6 weeks for gluten and containing antimicrobial agent gluten coated hot -smoked trout respectively, compared to only 3 weeks for untreated samples.

The growth of microorganisms (total mesophilic and total psychrophilic aerobic bacterial counts) were significantly reduced ($p < 0,05$) in gluten film coated and vacuum packaged samples during cold storage. Chemical parameters (TVB-N and TMA-N) showed that microbial growth parallel with the load. Control group samples had a higher level of TVB-N and TMA-N than coated samples. Gluten coating and antimicrobial containing agents' gluten coating delayed sensory and microbiological spoilage. Coating containing thyme oil has been found that effective results in the oxidation of lipids.

Key words: Edible coating, antimicrobial activity, hot -smoked fish, quality,

1. GİRİŞ

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmekte ve beslenme rejimlerinde sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedirler. Bu gıdalar içerisinde de ilk sırayı çoklu doymamış yağ asitleri, esansiyel aminoasitler ve mineraller yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaktadır (Erkan ve Bilen, 2010).

Avcılık ve yetiştiricilik olmak üzere iki yöntemle üretilen su ürünlerinin büyük çoğunluğunu balıklar oluştururken bunu yumuşakçalar ve kabuklular izlemektedir. Üretimin büyük bir kısmı avcılık yoluyla gerçekleşmektedir. Ancak yetiştiricilik yoluyla yapılan kültür balıkçılığının toplam su ürünleri üretimi içindeki payı sürekli artmaktadır. Bugün endüstrileşmiş ülkelerde alabalık ve salmon gibi kültür balıklarının üretimi her geçen gün artan bir öneme sahiptir. Bunun en önemli nedeni doğal kaynaklardan avcılık yoluyla elde edilebilecek ürün miktarının talebi karşılamada yetersizlik göstermesidir. Üç tarafı denizlerle kaplı olsa da, Türkiye gibi açık denize kıyısı olmayan ve açık deniz balıkçılığının olmadığı ülkeler için su ürünleri üretiminde en önemli kaynak yetiştiriciliğe dayalı kültür balıkçılığıdır (Jensen ve diğ., 1998). Su ürünleri yetiştiriciliği, FAO (Food and Agriculture Organisation) tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörü olarak belirlenmiştir. 2009 verilerine göre toplam dünya su ürünleri üretimi yaklaşık 163 milyon tondur. FAO (2012) kayıtlarına göre bu üretimin 90 milyon tonu avcılık, 73 milyon tonu ise kültür balıkçılığı ile sağlanmıştır.

Türkiye’de 2010 yılı su ürünleri üretimi bir önceki yıla göre % 4,83 artarak yaklaşık 653 bin ton olarak gerçekleştirilmiştir. Üretimin yaklaşık % 61,20’si deniz balıklarından, %7,05’i diğer deniz ürünlerinden, % 6,16’ı iç su ürünlerinden ve % 25,59’u yetiştiricilikten elde edilmiştir. Avcılıkla yapılan üretim 485.939 ton, yetiştiricilik üretimi ise 167.141 ton olarak gerçekleşmiştir. Yetiştiricilik üretiminin % 47’i iç sularda, % 53’ü ise denizlerde gerçekleştirilmiştir. Yetiştirilen en önemli türler iç sularda % 46,77 ile alabalık, denizlerde % 30,39 ile levrek, % 16,85 ile çipura olmuştur (TUIK, 2010). Su ürünleri üretimini artırıcı yönde kaynakların geliştirilerek ülkenin

sosyal, ekonomik ve diğer ulusal amaçlarına uygun, açık deniz balıkçılığı, yetiştiricilik, koruma kontrol, hastalıklar, parazitler ve biyoteknoloji konularını kapsayan araştırma, geliştirme ve eğitim faaliyetlerine önem verilmesi önerilmektedir. Su ürünleri sanayisinin geliştirilmesi, ürünlerin kalitesi bozulmadan tüketiciye ulaştırılması için ülkede değerlendirme tesisleri ile entegre olan soğuk ve donmuş zincirin etkinlikle kurulması sağlanarak avcılık ile üretim, yetiştiricilik, değerlendirme ve pazarlamanın birbirine karşı dengeli, etkin ve kapasitesi yeterli bir sistem kurulması önemlidir (Erkan ve Çağiltay, 2011).

Türkiye’de su ürünlerinin büyük bir kısmı taze olarak üretildiği bölgelerde tüketilmektedir. Su ürünleri üretiminde ürünün bol ve ucuz olduğu dönemlerde, alternatif yeni ürünlere işlenebilirliğini cazip hale getirerek, buzdolabı koşullarında uzun süreli depolanabilirliğini geliştirebilme olanakları hep mevcuttur. Bütün gıda ürünlerinde olduğu gibi balık ve ürünlerinin uzun süreli muhafazasına olanak sağlamak amacıyla değişik muhafaza teknikleri uygulanmaktadır. Raf ömrünün uzatılması çeşitli faktörlere bağlıdır. Gıda muhafazasındaki geleneksel yöntemler (güneşte kurutma, dumanlama, tuzlama vs.) özellikle uzun süreli muhafazada yetersiz kalmaktadır. Modern yöntemler (modifiye atmosferde paketlenme, kontrollü atmosferde depolama, farklı kombine tekniklerin bir arada kullanımı) son yıllarda bilimsel araştırmalarda sıklıkla kullanılmakta ve ekonomik getirilerindeki pozitif sonuçlar paylaşılarak bu yöntemlerin her zaman kullanılması yönünde tavsiye edilmektedir (Erkan, 2012).

Dünyada kültür olarak üretilen su ürünlerinin başında alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) gelmektedir (Nettleton, 1995). Taze tüketimi yanında işlenmiş ürün olarak sıklıkla dumanlanmış olarak tüketimi tercih edilmektedir (Erkan ve diğ., 2011a,b,c,d). Gıda maddelerinin dumanlanarak muhafazası bilinen en eski gıda muhafaza yöntemlerinden biridir. Dumanlama teknolojisinin tarihi çok eskilere dayanmakla birlikte M.Ö 1000 yıllarında etlere dumanlama ve tuzlama tekniğinin uygulandığı bilinmektedir. Ancak modern anlamda dumanlama teknolojisi ilk kez orta çağda ringa balıklarına uygulanmıştır. Günümüzde her türlü et ve et ürününe, peynire ve kabuklular dâhil tüm su ürünlerine uygulanabilmektedir (Karaca ve Saygın, 2008).

Dumanlanmış balık ürünleri genellikle vakum ambalaj içinde piyasada satışa sunulmaktadır. Uygulanan dumanlama şekline göre, kullanılan balık türüne göre değişiklik göstermekle birlikte dayanım ömrü birkaç hafta ile sınırlıdır. Duman içerik maddelerinin bakterisitik ve bakteriostatik özelliklerine rağmen dumanlanmış ürünlerde mikrobiyal yük raf ömrünü belirleyen en önemli etkendir (Schormüller, 1967; Erkan ve diğ., 2009). Bundan başka dumanlanmış su ürünleri, üretimin değişik aşamalarında mikrobiyal kökenli kontaminasyonlara maruz kalabilmektedir. Bu tip su ürünleri, üretimi, işlenmesi ve pazarlanması aşamalarında hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yeterli olmayışı nedeniyle patojen mikroorganizmalarca kontamine olabilmekte, bu da gıda enfeksiyon ve intoksikasyonlarına hatta ölümlere bile neden olabilmektedir. *Listeria* ve *Clostridium* gibi patojenler bu ürünler için her zaman risk teşkil etmektedir. Üretim hattında meydana gelebilecek kontaminasyonlar ile *Escherichia*, *Staphylococcus* ve *Salmonella* gibi patojenlerinde varlığı söz konusu olabilmektedir (Bell ve diğ., 2005; Erkan ve diğ., 2009).

Güvenli gıda üretim teknolojilerinde mikrobiyal bozulmaları önlemek amacıyla koruyucu kimyasal madde kullanımını azaltabilecek farklı tekniklerin geliştirilmesi gıda teknolojisi açısından önemlidir. Alternatif paketleme sistemleri içerisinde yer alan aktif paketleme teknolojisinin bir şekli olarak tanımlanan antimikrobiyal paketleme sisteminde antimikrobiyal madde kaplama yapılan filmin yardımıyla gıdaya taşınmaktadır. Yapılan çalışmalarda gıda yüzeyine kaplanan filme antimikrobiyal madde eklenmesinin alternatif ve ekonomik bir muhafaza yöntemi olduğu belirtilmektedir. Bu uygulamalarda film kaplamada kullanılan antimikrobiyal ajan, filmin geçirgenlik özelliği ile gıda yüzeyine daha yavaş şekilde difüze olmaktadır. Filmden gıdaya difüze olan antimikrobiyal madde, mikrobiyal popülasyonun üreme hızını azaltmakta ve hedef mikroorganizmanın lag fazı uzamaktadır (Vermeiren ve diğ. 1999; Appendini ve Hotckiss, 2002; Quintavalla ve Vicini 2002; Cha ve Chinnan, 2004).

Tarımsal kökenli, doğal veya biyolojik olarak geri dönüşümlü maddelerden oluştukları için çevreyi kirletmeyen kaynaklardan elde edilen yenilebilir filmler kaplama yöntemiyle gıdaların muhafazasında kullanılmaktadırlar (Petersen ve diğ., 1999). Yenilebilir film ve kaplamalar, kaplama maddesi olarak gıdanın yüzeyinde veya

heterojen gıdaların bileşenleri arasında yer alan ince katmanlardır (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997).

Yenilebilir kaplama ve filmlerin fonksiyonel, mekaniksel, koruyucu, duyuşal ya da besleme özelliklerini artırmak için değişik katkı maddeleri film çözeltilerinin içine katılabilir. Bunlar plastikleştiriciler, antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar ve aromalardır (Debeaufort ve ark., 1998).

Aromatik bitkiler doğal antimikrobiyallerin en önemli kaynağını oluşturur. Bu bitkilerin ekstraktları depolama sırasında mikroorganizma yükünü düşürme ve hızını yavaşlatma özelliğindedir (Tsimogiannis ve diğ., 2006). Bitki ekstraktları içinde esansiyel yağı veya eterik yağ olarak ta tanımlanan yağlar gıdalardaki bozulma bakterilerini inhibe etmekte ve/veya tamamen ortadan kaldırmakta iyi bir alternatif kaynaktır. Bitkilerden ekstrakte edilen yağların antibakteriyel etkisi (Karaman ve diğ., 2001; Vincenzo De Feo ve diğ., 2003; Dadalıoğlu ve Evrendilek, 2004; Burt, 2004; Rasooli ve diğ., 2006; Qussalah ve diğ., 2006), antifungal etkisi (Rasooli ve Owlia, 2005) olduğu belirlenmiş ve bu özellikleri balık, kabuklu, kırmızı et ve bir çok gıdada gıdanın raf ömrünü uzatmada rolü (Harpaz ve diğ., 2003; Mahmoud ve diğ., 2004; Mahmoud ve diğ., 2006a, 2006b; Erkan ve diğ., 2011d) çalışılmış ve güvenli bir şekilde kullanılabilirliği duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik çalışmalarla onaylanmıştır.

Bu tez çalışmasında, doğal antimikrobiyal aktiviteye sahip kekik, sarımsak, karanfil yağı katkılı buğday gluteninden elde edilen yenilebilir kaplamaların sıcak dumanlanmış alabalık ürünlerine uygulanması ve 8 haftalık depolama süresi boyunca duyuşal, mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ

Dumanlanmış ürün, taze, dondurulmuş balık veya balık parçalarının ön tuzlama veya tuzlama işleminden sonra ürün tipine göre tercih edilen belli bir sıcaklıkta kışın yaprağını döken sert ağaçların odun talaşından elde edilen duman ile işlem görmüş ürüne denir (Rehbronn ve Rutkowski, 1984). Dumanlanmış balıklar için Türkçemizde tütsülenmiş ifadesi de kullanılır.

Balıkların ve diğer deniz ürünlerinin dumanlanmasındaki amaç; önceleri balık ürünlerinden daha uzun süreli muhafaza edilebilen ürünler elde etmek iken, bunun yanında bugün daha çok duman aroması ve renginden yararlanılarak duyuşal özellikleri geliştirilmiş ürünler sunmaktır (Tülsner, 1994; Angiş ve diğ., 2006).

Dumanlama teknolojisinde prensip; balığın içerdiği suyun bir kısmının ön tuzlama ve /veya tuzlama ve pişirme işlemi ile uzaklaştırılması ve dumandaki bakterisit maddelerin balığa geçişini sağlayarak mikroorganizmaların gelişmelerini önlemektir (Che Man ve Ramadas, 1998; Erkan, 2004; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 2008).

Dumanlama teknolojisi tuzlama, kurutma, bazen marinasyon teknolojilerinin birlikte kullanıldığı bir prosestir (Martuscelli ve diğ., 2009). Dumanlanmış ürün elde etmek için izlenen işlemi aşamaları hammaddenin seçimi, ön işlemler (iç organların temizlenmesi, yıkama, fileto etme), tuzlama, kurutma, dumanlama, paketleme ve depolama olarak sıralanabilir (Tülsner, 1994; Tülsner, 1996; Venugopal, 2006).

Hammadde: Dumanlama için en uygun olan balıklar yüksek yağ içeriğine sahip balıklardır. Bunlar; alabalık, somon, uskumru, yılan, istavrit, lüfer ve sardalya balığıdır. Yağlı balıklardan daha yumuşak ve aromalı ürün elde edilir. Yağsız balıklara dumanlanma uygulandığı zaman yağlı balıklara göre kuru ve sert ürün elde edilir. Dumanlama işlemi taze ya da dondurulmuş balıklara uygulanır. Kalitesi düşük balıkların dumanlanmasıyla elde edilen ürünün görünüşü ve lezzeti iyi olmaz ve elde edilen ürünler çok daha kısa süre içinde bozulurlar. Dumanlanmış balıklarda

kullanılacak materyal ister taze, isterse dondurulmuş olsun iyi kalite de olmalıdır. Taze balıkların işleme aşamasına gelinceye kadar buzda muhafaza edilmesi şarttır (Ludorff ve Meyer, 1973; Rehbronn ve Rutkowski, 1984; Venugopal, 2006).

İç organ temizliği, yıkama ve fileto: Dumanlanacak balıklar ilk önce akan su altında iyice yıkanır ve tüm kan, mukoz salgı, pul v.b. kirlilikten temizlenir. Daha sonra anüsten başlayarak başa doğru kesilir, iç organlar ve böbrekler çıkarılarak yıkanır. Yıkama sırasında iç organ, böbrek dokusu, mukus kalmamasına özen gösterilir. Böbrek dokusu tamamen alınır. Bu dokunun kalması dumanlama sırasında etin bozulmasına ve daha sonra hoş olmayan bir görünüm oluşmasına neden olur. Daha sonra tuzlama yapılır (Rehbronn ve Rutkowski, 1984; Tülsner, 1994; Venugopal, 2006).

Tuzlama: Ön tuzlama ve tuzlama şeklinde yapılır. Tuzlama, dumanlamadan önce materyale uygulanan ve son ürünün kalitesinde önemli rol oynayan ön işlemlerden birisidir. Tuzlama işlemi dumanlanacak balığa belli bir tuz tadı kazandırmak, kurutma ve dumanlama öncesi balık etine belli bir sertlik kazandırmak ve tuzun aseptik özelliği ile mikroorganizmalara karşı ön konservasyon yapmaktır. Genellikle ön tuzlama işlemi %10-20 tuz solüsyonunda 10 dakika süreyle balığın tutulması şeklinde uygulanır. Burada amaç, balık etine %1,5-2 gibi bir tuz geçişinin sağlanmasıdır. Bu da genellikle tüketicinin hoşuna giden tat için yeterli bir tuzluluktur. Ön tuzlama koşullarını işlemin yapıldığı yerin sıcaklığı, balık salamura oranı etkiler (Tülsner, 1996). Ön tuzlama dışında da bilinen tuzlama yöntemlerinden ıslak ve kuru tuzlama da dumanlama yapılacak balığa uygulanabilir. Bu şekilde uygulanan tuzlama işlemi, üründen suyun uzaklaşmasıyla balık etindeki su aktivitesini belli bir seviyeye düşürecek ve mikroorganizma faaliyetlerini engelleyecektir. Tuz, nemi kurutmanın etkisinden daha hızlı uzaklaştırır. Tuzlama ya güçlü bir tuz solüsyonu ya da kuru tuz şeklinde olur. Tuz solüsyonu ya da salamura, suda çözülmüş tuz ile hazırlanır. Salamurada tuzlama daha kolay olduğundan ve daha iyi kontrol edildiğinden daha çok uygulanmaktadır. Salamura için yenilebilir tuz, vakumlu kurutulmuş tuz, konserve tuzu ya da ince tuz kullanılır. Acımsı tada sebep olan kaya tuzu ve deniz tuzu kullanımından kaçınılmalıdır. Tuzlama işlemi uygulanmış balıklara dumanlama işlemi uygulandığında daha sert dokulu, daha tuz tadı yoğun ancak daha uzun süreli muhafaza edilebilir ürünler elde edilmektedir. Bazı kaynaklarda bu tip ürünlerden elde edilmiş dumanlama işlemi yapılmış ürünler

tuzlanmış ürün olarak nitelendirilmektedir (Schormüller, 1967; Rehbronn ve Rutkowski, 1984; Tülsner, 1996).

Kurutma: Dumanlamadan önce balık genellikle kurutulur. Kurutma iki nedenden dolayı yapılır. İlki tuzun balık etinin tamamına eşit şekilde sızmasına ve yayılmasına izin vermek, ikincisi ise dumanın ete geçişini kolaylaştırıp, sert, parlak bir tabakanın oluşmasını sağlamaktır. Ürüne ve yapılan bölgeye göre değişiklik göstermekle birlikte kurutma öncesi kısa bir yıkama işleminin gerçekleştirildiği bildirilmektedir (Erkan, 2004).

Dumanlama: Dumanlamada çeşitli ağaçlar ve ağaç talaşları kullanılmaktadır. Farklı ağaçların bileşimi de farklı olduğundan meydana gelen tütsünün de bileşimi oldukça farklılık gösterecektir. Dumanlamada hayvan gübresinden mısır koçanına, sert ve yumuşak odunların bütün çeşitleri gibi pek çok yakıt türü kullanılmaktadır. Ancak genel bir kural olarak sert ağaçların kendileri ve talaşları dumanlama işlemi için en uygun materyaldir. İğne yapraklı ağaçlar dumanlamaya uygun değildir (Benjakul ve Aroonrueng, 1999). Bu cins ağaçlar hoş olmayan terebentin kokusu ve lezzeti verirler. Odun talaşı oduna göre daha kolay yanmakta ve daha kuvvetli ateş sağladığından dumanlamada odun yerine odun talaşı tercih edilmektedir. Farklı talaşların dumanlamada kullanılması sonucu bileşimi farklı dumanlar ve buna bağlı olarak ta farklı duman ve aromasına sahip ürünler elde edilmektedir. Odun dumanında 250 civarında değişik bileşik bulunup bunlardan başlıcaları aldehitler, ketonlar, fenoller, organik asitler, kresoller, formaldehitler ve çeşitli hidrokarbonlardır. Bu bileşikler arasında formaldehitler ve fenoller önem sırasına göre en etkili olanlardır (Duyar ve diğ., 2008). Kayın, ak meşe gibi sert ağaçlarla dumanlanan ürünlerinin tadı, söğüt ve kavak gibi yumuşak ağaçlarla dumanlanan ürünlere oranlara daha lezzetlidir. Genelde dumanlamada kullanılan ağaç türleri meşe, gürgen, dış budak, defne, ıhlamur, kayın ve kavaktır. Ayrıca elma, kiraz ve armut gibi meyve ağaçları hoş lezzetli duman meydana getirir. Söz konusu bu ağaçların talaşları ıslanmamış olmalı, ince testere talaşı olmalıdır (Rehbronn ve Rutkowski, 1984; Tülsner, 1994; Metin ve diğ., 2001; Erkan, 2004; Kaba ve diğ., 2009).

Dumanlama yöntemleri:

Gıdaların dumanlanmasında değişik yöntemler uygulanabilir. Bunları gıdaların duman kabinlerinde duman ile direkt teması şeklinde uygulanan geleneksel dumanlama uygulaması, elektrostatik dumanlama ve sıvı duman kondensatları ile muamele olarak üç grup altında toplamak mümkündür. (Kaba ve diğ., 2009)

Dumanlama kabinlerinde, ürünün direkt duman ile temasıyla uygulanan geleneksel dumanlama işleminde klasik 2 metot soğuk ve sıcak dumanlamadır. Soğuk dumanlama 20-30°C arasında gerçekleştirilir ve hiçbir zaman sıcaklığın 30°C'yi aşmaması gerekir. Bu yöntemde dumanlama süresi birkaç saatten birkaç güne kadar değişir. Soğuk dumanlamada, dumanın kurutucu ve konserve edici etkisi tuzlu balığın yüksek oranda tuz ve düşük oranda su içermesi özelliği ile birleşerek ürünün daha uzun süre dayanması sağlanır. Sıcak dumanlama ise 50-80°C arasında yapılır. Dumanlama süresi 3-8 saattir. Tuz oranı az, su oranı fazla olduğu için soğukta dumanlanmış ürünlere göre daha lezzetlidir. Sıcak dumanlamada taze balığın yüksek sıcaklıkta pişirilmesi ve duman lezzetini kazanması ön planda gelir. Sıcak dumanlanmış ürün, soğuk dumanlanmış ürüne göre daha yüksek oranda su ve düşük oranda tuz içermesinden dolayı dayanma süresi de daha kısadır. Bir diğer dumanlama yöntemi elektrostatik dumanlamadır. Çoğunlukla Japonya ve İskandinav ülkelerinde balık ürünlerinin dumanlanmasında kullanılmaktadır. Dumanlama ortamı uzun bir tünelden oluşmuş olup, başlıca üç kısımdan ibarettir. Duman çöktürücüden geçtikten sonra elektrikle yüklü bir ortamdan geçerek (-) yükle yüklenmekte ve (+) yükle yüklenmiş balıketi tarafından tutulmaktadır. Tünelin birinci kısmında ürün 30-40°C'ye ısıtılmakta ve aynı zamanda (+) yükle yüklenmektedir. İkinci bölümün sıcaklığı, birinci bölümün sıcaklığına yakın olup, esas dumanlama burada yapılmaktadır. Üçüncü bölümde ürüne 64-68°C'de asıl işlem uygulanarak renk stabilitesi sağlanmakta ve ürün yarı pişirilmiş olmaktadır. Üçüncü bölümden çıkan ürüne derhal soğutma işlemi uygulanmaktadır (Rehbronn ve Rutkowski, 1984; Tülsner, 1994; Erkan, 2004).

Sıvı dumanlama metodunda, genellikle sıvı duman pişirmeden hemen önce ürün üzerine püskürtülmektedir. Sıvı dumanlama maddesi su ile veya sitrik asitte seyreltilmektedir. Genel olarak kullanılan formül şöyledir: %20-30 sıvı duman maddesi, %5 sirke veya sitrik asit, %65-75 su karıştırılır ve pişirme öncesi ürün üzerine püskürtülür. Sıvı duman

kullanımı dumanlama ünitesini temiz tutmayı çok daha kolaylaştırır. Püskürtmeden başka bu tür dumanlamayı uygulamanın diğer bir yolu ürünü çözelti içine daldırmaktır. Fakat bu yöntem püskürtme kadar başarılı olmamaktadır (Erkan, 2000; Zuraida ve diğ., 2011).

Dumanlanmış balık ürününde ambalajlama ve depolamada son derece önemlidir. Dumanlanmış balıklar sıcak durumda iken ambalajlanmamalıdır. Ambalaj yapılacak dumanlanmış balıkları soğuk odalarda bekletmek uygundur. Yeterince soğuyan ürünler polietilen torbalar içine yerleştirilir ve sıklıkla vakum ambalaj uygulanarak paketlenir. Soğukta $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de depolanır (Tülsner, 1994; Tülsner, 1996; Çaklı ve diğ., 2006).

2.2. DUMANLANMIŞ BALIK ÜRÜNLERİNDE KALİTE

Dumanlama tüm et ürünleri gibi balık içinde uzun süreli saklama planlandığında veya değişik lezzetler arandığında uygulanan bir yöntemdir. Soğuk ve sıcak dumanlanmış balık endüstrisinde temel materyal salmon ve alabalıktır. Bu iki şekilde dumanlanarak vakum paketlenen balık ürünleri çok çabuk bozulabilen, hafif korumalı, tüketime hazır gıdalardır (Lyhs ve diğ., 1998, Vaz-Velho ve diğ., 1998, Stohr ve diğ., 2001; Dondero ve diğ., 2004). Dumanlanmış balıklarda bozulma süresini azaltabilmek için balıklar mutlaka soğukta muhafazaya alınmalıdırlar. Ancak, bu aşamada depolama ömürlerine etki eden bazı faktörler vardır. Bunlar arasında balık türü, ham materyalin kalitesi, tuz konsantrasyonu, etin su aktivitesi, dumanlama boyunca sistem sıcaklığı, paketlemenin tipi, hijyenik standart ve depolama sıcaklığı önemli rol oynamaktadır (Tülsner, 1994; Tülsner, 1996; Kaba ve diğ., 2009)

Dumanlama işleminde rol alan, odun ve talaşın alevsiz yakılmasıyla elde edilen ve balığa lezzet veren dumanın yapısında başta aldehit, keton, alkol, asit, hidrokarbon, ester, fenol ve eter olmak üzere 200'den fazla kimyasal madde olduğu saptanmıştır (Horner, 1992). Bunların 45'i fenolik bileşikler, 70'den fazlası keton ve aldehitler gibi karboniller, 20'si asit, 11'i furan, 13'ü alkol ve esterler, 13'ü lakton ve 27'si polisiklik aromatik hidrokarbonlardır (Erkan, 2004). Odun dumanında bulunan fenolik bileşiklerin antioksidant etkisi ile yağ oksidasyonu gecikir. Ayrıca dumandaki fenol, formaldehit

ve nitrit gibi maddeler antimikrobiyal etki gösterirler (Schormüller, 1968; Ludorff ve Meyer, 1973; Horner, 1992; Gökoğlu ve Varlık, 1992; Bilgin ve diğ., 2007; Korkut, 2008)

Dumanlanmış balıklardaki değişimler, dumanlanan balığın türüne, yağ oranına, dumanlama yöntemine, duman içeriğine, dumanlama süresi ve sıcaklığına, dumanlama öncesi yapılan işlemlere ve tazeliğe göre farklılık gösterir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Dumanlama teknolojisinde, dumanlama sırasında, tuzlama, ısıtma ve kurutmaya bağlı olarak dumanlanan balıkların su kaybettiği bildirilmiştir. Bunun sonucunda ürün ağırlık kaybına uğrarken, düşük su içeriği üründe yüksek koruma sağlar, ancak ürün sertleşmiş olur (Bilgin ve diğ., 2001). Balıkların dumanlanması esnasındaki ısı işlemler özellikle protein ve yağlar başta olmak üzere bileşenler üzerinde etkilidir. Dumanlanmış ürünlerde su oranının azaldığı, proteinlerinde ısıtma ile bileşenlerinde denatürasyon olabilmektedir (Bilgin ve diğ., 2007). Denatürasyon derecesi uygulanan sıcaklığa, balık türüne ve protein çeşidine bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Bilgin ve diğ., 2007; Korkut, 2008).

Dumanlama sonrası üründe su miktarı azalır yağ miktarı yükselir. Yağ oranında meydana gelen artışın kurumadan ileri gelen nisbi bir artış olduğu bildirilmektedir. Dumanlama sonrası yağ oranındaki nisbi artışın yüksek olması da su kaybının yüksek olmasından ileri geldiği sonucuna varılmıştır (Ünlüsayın ve diğ., 2001). Bundan başka, dumanlanmış balıkların yağlarında değişimlerin olabileceği bildirilmiştir. Yağlardaki en büyük değişim, dumanlama sırasındaki ısı işleminden dolayı yağların hidrolize olarak serbest yağ asidi ve gliserine dönüşmesidir. Ancak dumanlama süresi uzadıkça serbest yağ asidi birikimi artmakta, bu da diğer reaksiyonlarla yağların oksitlenmesine yol açmaktadır (Kaya, 2006). Balık etine uygulanan ısı işlemlerin aşırı doymamış yağ asitlerinde oksidasyona neden olabileceğini, bu yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (22:5, n-3) ile dokosahekzaenoik asit (22:6, n-3) yağ asitlerinin oksidasyona eğimli olduklarını bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada pişirilmiş ve dumanlanmış *Sardinella*, *Tilapia* ve *Dentex* türlerinin yağ asidi bileşimlerinin değiştiği saptanmıştır (Steiner ve diğ., 1991a; Steiner ve diğ., 1991b). Sıcak dumanlanmış

ürünlerin depolanması sırasında doymuş yağ asitlerinde artış, doymamış yağ asitlerinde azalış tespit edilmiştir (Bilgin ve diğ., 2007). Yağların hidrolizinden başka yağ oksidasyonu dumanlanmış balık ürünlerinde kalite değişimlerine neden olur. Oksidasyonda etkili olan en önemli etken havanın oksijenidir. Ortamda bulunan oksijen üründeki doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına bağlanarak üründe hoşça gitmeyen koku ve tattan sorumlu peroksitlerin ve diğer stabil olmayan oksidasyon ürünlerin oluşumuna neden olmaktadır. Uygulanan ambalaj tipine göre yağ oksidasyonu dumanlanmış ürünlerin depolanması sırasında sıklıkla görülür (Tülsner, 1996).

Lipid peroksit düzeyi, tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren maddelerin son ürünlerinin ölçümü ile elde edilen TBA indeksi (TBA-i) ile belirlenebilir. Dumanlanmış balık yağlarında da oksidasyon (acılaşma) parametrelerinden biri olarak TBA değerinin kullanılabilmesi bildirilmektedir (Kaya, 1994; Kaba ve diğ., 2009). Dumanlanmış ürünün tazelik durumunun belirlenmesinde kullanılan TBA-i değerinde tuzlama işlemi ile birlikte önemli artış görüldüğü ve depolama süresince düzenli olarak arttığı görülmüştür (Kaya, 1994; Ünlüsayın ve diğ., 2003; Bilgin, 2003; Günlü, 2007; Bilgin ve diğ., 2007).

Dumanlanmış balıkların pH değeri 5,4 ile 6,9 arasındadır. Depolama sırasında pH'da meydana gelen artış, dumanlama sırasında uygulanan ısı etkisinden ve bu etkiyle proteinlerin parçalanmasından meydana gelmektedir (Özgür, 2005). Dumanlanmış balığın tipine, muhafaza şekline ve kullanılan materyalin bileşimine göre depolama sırasında pH değerinde değişimler olabileceği bildirilmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Rodriguez ve diğ., 2002; Goulas ve Kontaminas, 2005; Duman ve Patır, 2007).

Taze su ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kalite parametresi olarak kullanılan toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) içeriği dumanlanmış ürünlerin kalitesini belirlemek için kullanılabilmesi bildirilmektedir. Dumanlanmış balığın TVB-N içeriğinin; hammadde kalitesine, salamura derişimine, dumanlama teknolojisine, elde edilen ürünün paketlenme şekline ve depolama koşullarına göre değişebileceği bildirilmiştir (Bilgin ve diğ., 2007).

Dumanlanmış balıktaki bakteri sayısı, taze balığın bakteri sayısı ile kıyaslandığında, uygulanan işlemlere bağlı olarak bakteri sayılarında önemli ölçüde azalmaların meydana geldiği saptanmıştır (Patır ve Duman, 2006). Sıcak dumanlanıp vakum ambalaj yapılmadan paketlenen ürünlerde toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayısı muhafaza süresince hızla artmaktadır. Sıcak dumanlamanın, soğuk dumanlamaya göre mezofilik aerobik bakteri sayısını önemli ölçüde azalttığı dumanlanmış İspanyol uskumrusu (*Scomberomorus commerson*) ile yaptıkları araştırmada Deng ve ark. (1974) tarafından bildirilmiştir. Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'nın gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) raf ömrü üzerine yaptığı bir diğer çalışmada uygulanan dumanlama şekillerinden, sıcak dumanlama alabalıklarda mikrobiyel gelişim üzerine önemli etki göstermiş buna karşın soğuk dumanlama genelde daha zayıf bir işlem olarak kalmıştır. Sıcak dumanlamanın mikroorganizmalar üzerine olan bu etkisi duman bileşiklerinin koruyucu etkisi yanında uygulama sıcaklığının yüksekliğinden kaynaklanmıştır. Toplam psikrofilik aerobik mikroorganizma sayısı dumanlama ile birlikte azalmış, muhafaza süresince değişkenlik görülmüştür (Korkut, 2008). Kolsarıcı ve Özkaya (1998) farklı dumanlama teknolojilerinin raf ömrüne etkisini saptamak amacıyla yaptıkları araştırmada; sıcak ve soğuk dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri*) örneklerinin 4 ± 1 °C'de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrofilik bakteri sayılarının genel olarak her iki teknolojiye de arttığı vurgulanmıştır. Dumanlanmış balığın buzdolabı sıcaklığında aerobik koşullar altında muhafazası, çoğunluğu *Pseudomonas* spp. ve mayalardan oluşan mikrobiyal gelişime neden olur. Vakum paketlenme veya modifiye atmosferde paketlenme sırasında laktik asit bakterileri hızla dominant mikroflora olarak gelişir. Saprofit olan laktik asit bakterileri patojenlerin kontrolüne yardımcı olacağından bu özellik son derece önemlidir (Duffes, 1999, Sigurgisladottir ve diğ., 2000a; Sigurgisladottir ve diğ., 2000b). Dumanlanmış balıklarda *Clostridium botulinum* ve *Listeria monocytogenes* kontrolünde en etkili önlem, ürünün işlenmesi sırasında hijyen kurallarına dikkat etmek, hızla soğutmak ve hasattan tüketime kadar düzenli bir şekilde soğuk koşullarda muhafaza etmektir (Petäjä ve diğ., 2000; Jahncke ve Herman, 2001; Flick ve diğ., 2001; Espe ve diğ., 2004).

2.3. ANTİMİKROBİYAL KATKILI FİLM VE KAPLAMALARIN GIDALARDA UYGULANMASI

2.3.1 Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Gıda endüstrisinde ambalajlama; koruma, taşıma, kolaylık ve bilgilendirmeyi amaçlar. Gıdanın içinde bulunduğu ambalaj materyali fiziksel koruma ve yeterli raf ömrü sağlamak için ürün etrafındaki gerekli olan fiziko kimyasal koşulları sağlamaktadır (Sarıküş, 2006).

Ambalaj, çeşitli şekillerde yüzyıllardır kullanılmakta olup, taşıdığı ürünü çevresindeki olumsuz etmenlere karşı korur. Son yıllarda gıda ambalajlama teknolojisindeki gelişmelerle özellikle ürünün gıda enfeksiyon ve intoksikasyonlarına karşı korunması ve raf ömrünün uzatılması etkin bir şekilde sağlanmıştır (Brody, 2001). Ürünü dış faktörlerden korumada bariyer olarak kullanılan ambalaj materyaline ekstra özellikler kazandırılması veya ambalaj materyali ile birlikte bazı koruyucuların kullanılması aktif ambalajlama olarak tanımlanmaktadır (Brody, 2002). Bu ilave özellikler ambalajlanmış ürüne daha uzun süre dayanım, daha iyi koruma koşulları, daha kaliteli ürün sağlama gibi özellikler kazandırır (Kester ve Fennema, 1986; Han, 2000).

Yenilebilir film ve kaplamaların aktif ambalajlamada kullanımı gıda güvenliğinde yeni bir yaklaşımdır. Tüketicilerin yüksek kalite ve uzun raf ömrü olan gıdalara olan taleplerindeki artış ve çevredeki geri dönüşümlü ambalajlara olan ihtiyaç yenilebilir film ve kaplamalarla yapılan araştırmalarına olan ilgiyi artırmıştır. Son yıllarda yenilebilir film kaplama ve/veya biyolojik olarak parçalanabilen film geliştirilmesi ve antimikrobiyallerin bunlara katılması ile ilgili birçok araştırma bulunmaktadır. Yenilebilir film sistemlerinde antimikrobiyal madde yavaş bir şekilde film tabakasından gıdaya geçmektedir. Böylelikle film içerisinde ve gıda yüzeyinde yüksek derişimde antimikrobiyal madde kalmakta ve mikroorganizmalara karşı daha uzun süre etki göstermektedir. Yenilebilir film ve kaplama materyali, köken aldığı maddeden elde edilerek ürün üzerine sürülerek, püskürtülerek veya daldırmak suretiyle ürün üzerinde ince bir tabaka oluşması sağlanır. Son yıllarda geri dönüşümlü ambalaj yapımında direk olarak ta kullanılmaktadır. Üretimi pahalı olmayan çevreyle dost çözünebilir yenilebilir

ambalaj materyalleri sentetik maddelerin kullanımını önemli şekilde azaltma avantajına sahiptirler (Campos ve diğ., 2011).

Yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı yeni bir uygulama olmamakla birlikte, son yıllarda gittikçe önem kazanmaktadır. Çin’de limon ve portakallarda nem kayıplarını azaltmak, amacıyla mumla kaplanması bu konudaki ilk bulgulardır. Aynı amaçla 16. yüzyılda Avrupa’da etlerin yüzeyi yağlarla kaplanmış, yağlarla beraber jelatin kaplamaların kullanılmaya başlanması 19. yüzyılda gerçekleşmiştir (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997). Yakın zamanda yenilebilir filmler ve kaplamalar ilk olarak yaz aylarında çikolata satışını arttırmak amacıyla 1941’de üretilmiştir. Yenilebilir kaplamalar raf ömrü süresince ve ürünü elde tutma sırasında eriyen çikolata damlalarına dokunmadan tutmak için tasarlanmış ve ürün problemini çözmüştür (Krochta ve De Mulder Johnston, 1997). Kaplanmış şekerler, kuru yemişler, bazı meyve ve sebzeler yenilebilen film ve kaplamalar için en iyi örnektir.

Yenilebilir filmler hammadde kaynağına göre polisakkarit, yağ ve protein filmler olmak üzere 3 ana grupta sınıflandırılabilir (Kester ve Fennema, 1986). Yenilebilir filmlerin potansiyel uygulamaları ve özellikleri pek çok bilimsel çalışmada incelenmiştir. Yenilebilir filmler genel olarak iyi oksijen bariyerleridir. Böylece aerobik mikroorganizmalardan kaynaklanan mikrobiyal bozulmaları ve yağların oksidasyonu gibi biyokimyasal bozulmaları engelleyebilirler (Aymerich ve diğ., 2008). Yenilebilir filmler gıda sistemlerindeki oksijen, karbondioksit transferini kontrol edebildikleri gibi su buharı ve yağ transferini düzenleyerek bu konuda potansiyel çözümler sunmaktadırlar. Yenilebilir filmler ayrıca gıda sistemlerinin fiziksel özelliklerini geliştirir ve uçucu tat ve aroma kaybını kontrol altında tutar (Kester ve Fennema, 1986; Mc Hugh ve Krochta, 1994). Yenilebilir film ve kaplamalar çok bileşenli gıdalarda farklı bileşenleri ayırmak için de kullanılabilir, böylece gıdanın kalitesini arttırırlar. Hidrofilik yapılarından dolayı protein ve polisakkarit kökenli filmler etkin oksijen ve karbondioksit bariyerleridir; fakat bu özelliklerinden dolayı su buharı geçişine dayanımları daha sınırlıdır. Yağ kökenli ambalaj materyalleri nem geçişine dayanımlı fakat protein ve polisakkarit kökenli materyallere göre mekanik olarak daha zayıftırlar (Coma, 2008).

Yenilebilir film ve kaplamalar, tüketim sırasında olumsuz etki yaratmamak için mümkün olduğunca kokusuz, tatsız, renksiz, saydam, berrak olmalı, gıda maddesi ile uyum göstermelidirler (Kester ve Fennema, 1986; Zhou ve diğ., 2010).

Hali hazırda mum dahil yenilebilir kaplama ve filmler, meyve ve sebzelerin nem kaybını engellemek, solunumlarını yavaşlatmak ve görünüşünü iyileştirmek; zein kaplamalar şekerlemelerde nem dayanımını sağlamak; kollajen kaplamalar sosislerde nem kaybını, oksijen transferini ve iç yapısının düzgünlüğünü sağlamak; hidroksipropilmetil selüloz (HPMC) gıda içeriğini, HPMC ve mısır (zein) kaplama ve jelatin eczacılıkta kapsül görünüşünü iyileştirmek, yapısal bütünlüğü ve stabilitesini sağlamak için kullanılmaktadır (Coma, 2008).

2.3.2. Yenilebilir Gluten Uygulamaları

Buğday ununun suda çözünmeyen proteinleridir. Glutenin aminoasit bileşimi özelliğini belirtir. Gluten, gliadin ve glutenin polipeptidlerinin kombinasyonundan oluşmaktadır. Buğday gluteni kökenli film, sulu ortamda çözünür, fakat alkali ve asidik ortamda homojen bir film oluştururlar. Yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olup, oksijen ve karbondioksit geçirgenliği oldukça düşüktür (Sarıküş, 2006). Bileşimine plastikleştiricilerin eklenmesi sonucunda elde edilen gluten filmler, moleküler içi kuvvetin aşırı derecede yükselmesinden dolayı kırılabilir bir yapı kazanabilir (Gennedios ve Weller, 1990). Gluten film ve kaplamalar sosis kaplamalarının üretiminde kollajenin yerini tutan ve ayrıca tuz ve tat vericilerin çerezler üzerine kaplamasını sağlamak amacıyla ortaya çıkmıştır ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Sarıküş, 2006). Farklı protein kaplamaların taze levrek balığının kalitesi ve dayanım ömrü üzerine yapılan çalışmada gluten kaplamanın 32 günlük depolama süresince levrekte mikrobiyal gelişimi engellediği ve dayanım ömrünü artırmada etkili olduğu bildirilmiştir (Erkan ve diğ., baskıda)

2.3.3. Antimikrobiyal Maddeler Ve Uygulamaları

Gıda yüzeyindeki antimikrobiyal gelişme gıda kalitesini, depolama sırasındaki güvenliğini belirlemede önemli bir kriterdir. Antimikrobiyal gıda paketleme sistemleri

mikroorganizmaların gelişimini inhibe ederek mikrobiyal bozulmayı azaltır ve mikrobiyal kaliteyi muhafaza eder.

Antimikrobiyal ambalaj birçok şekilde sağlanabilir (Weng ve Hotchkiss, 1992; Appendini ve Hotchkiss, 2002):

1. Ambalaj içerisine uçucu antimikrobiyaller içeren torba veya ped ilavesi: Etilerde ve tavuklarda kullanılan organik asit içeren pedler.
2. Uçucu veya uçucu olmayan antimikrobiyal ajanların direk olarak polimer içerisine ilavesi: Lizozim, organik asitler, esansiyel yağlar gibi antimikrobiyal malzemelerin inokülasyonu sonucu elde edilen filmler.
3. Polimer yüzey üzerine antimikrobiyal maddelerin kaplanması veya absorblanması: Sosis kaplamada kullanılan mum üzerine antimikrobiyal kaplanması.
4. İyon veya kovalent bağlar ile polimere antimikrobiyal immobilizasyonu: Peptitler, enzimler, poliaminler ve organik asit gibi fonksiyonel antimikrobiyallerin kullanımı.
5. Antimikrobiyal özellikteki doğal polimerlerin kullanımı: Kalsiyum aljinat filmlerin kullanımı.

Antimikrobiyal maddeler iki kısımda incelenir. Bunlar kimyasal antimikrobiyaller ve doğal antimikrobiyal maddelerdir.

Propiyonik asit, sorbik asit, benzoik asit, tartarik asit gibi zayıf organik asitler, sodyum benzoat, potasyum sorbat, propiyonat gibi organik asit tuzları gıdalarda en yaygın olarak kullanılan kimyasal koruyuculardır. Sitrik asit, malik asit, asetik asit ve laktik asit de bunlar arasında sayılmaktadır. Bunların bir kısmı fermente ürünlerde ve bitkilerde doğal olarak bulunmasına rağmen birçoğu kimyasal olarak sentezlenmektedir. Kimyasal koruyucular, gıda ile birlikte tüketildiğinden kullanımlarına birtakım sınırlamalar getirilmiş ve sınırlı miktarda antimikrobiyal maddenin yenilebilir film ve kaplamalarda kullanımına izin verilmiştir (Campos ve diğ., 2011).

Enzim, organik asit, yağ asitleri, pigmentler, flavonlar ve esansiyel yağları gibi bileşenler gıdalarda doğal olarak bulunan ve antimikrobiyal etkiye sahip olan doğal koruyuculardır. Kimyasal koruyucularda olduğu gibi sınırlı miktarda değil,

antimikrobiyal etkiyi sağladıkları kritik miktar ve üzerinde kullanıldıklarında etkili bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptirler (Campos ve diğ., 2011).

Birçok antimikrobiyal madde polimer içine, ya ısı ile eritilerek veya çözücü bileşenler içerisinde çözündürülerek ilave edilir. Enzimler veya uçucu bileşenler gibi ısıya duyarlı antimikrobiyal maddeler filmlerde kullanılabilirken, çözücü bileşenler içerisinde çözündürülerek kullanımı daha uygun bir yöntemdir. Protein, lipid ve karbonhidrat gibi biyopolimerlerden elde edilen filmlerde antimikrobiyal maddeler su, etanol gibi çözücülerle kullanılabilir (Appendini ve Hotchkiss, 2002).

Bileşimine katılan bu maddeler, başta gaz geçirgenliği olmak üzere, film ve kaplamaların özelliklerinde önemli değişikliklere yol açabilirler. Film bileşenleri, fonksiyonel özellikleri geliştirmek için eklenecek maddeler, filmin uygulama metodu kaplamanın amacına ve gıdanın özelliğine göre seçilmelidir (Debeaufort ve diğ., 1998). Örneğin iyi bariyer özelliğine sahip yenilebilir film ve kaplamalar meyveler ve kurutulmuş gıdalar da aroma kaybını önlemek ya da antimikrobiyal ajan ilave edilmiş filmler orta nemli gıdalar da harici mikrobiyal bulaşmayı önlemek amacıyla kullanılabilirler (Sarıküş, 2006).

Yapılan bir çalışmada, peynir altı suyu protein filmine, lizozim eklenmesinin *Brochothrix thermosphacta* mikroorganizmasına karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Lizozim katkılı bu filmin Gram (+), bozulma oluşturan ve patojen bakterilere karşı büyük bir antimikrobiyal potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Han, 2000). Nisin ve lizozim gibi doğal antimikrobiyal bileşiklerin yanı sıra baharat uçucu yağları da gıda koruyucusu olarak kullanılabilirler. Pek çok baharat veya bitki içerdikleri flavonoidler ve fenolik asitler gibi fenolik bileşiklerce zengin esansiyel yağ bileşenlerinden dolayı geniş antimikrobiyal ve antioksidant özelliklere sahiptir. Bu bileşenlerden karvakrol, timol ve öjenol gibi fenolik bileşikler başlıca antimikrobiyal etki gösteren bileşiklerdir (Çoban ve Patır, 2010). Bu bileşiklerin antimikrobiyal etkisi et ve su ürünlerinde çalışılmaktadır. Kekik, karanfil, sarımsak, kişniş, anason, tarçın, dereotu, rezene, maydanoz, biberiye, adaçayı esansiyel yağlarının patojenik veya bozulmaya neden olan bakteri, maya ve küflerin bir kısmını inhibe edebildiği bildirilmiştir (Çağrı ve diğ., 2002).

Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasından *Thymus* cinsini oluşturan kekik bitkisinin uçucu yağlarının ana bileşenleri timol ve karvakroldur. Bu maddeler, kekiğe kendine özgü kokusunu veren, antioksidan ve antimikrobiyal özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir. Bu bileşikler uçucu yağların % 78-82'sini oluşturmaktadır (Çoban ve Patır, 2010). Borneol, kimol, pimen, tanen ve flavonlarda kekik uçucu yağının antimikrobiyal ve antioksidant özelliklere sahip diğer bileşenleridir (Wu ve diğ., 1973). Sarımsak (*Allium sativum* L.) bitkisinin çok kuvvetli ve keskin bir kokusu ve yakıcı bir lezzeti vardır. Bileşiminde karbonhidratlar (sakkaroz, glukoz), vitaminler (A, B, C ve E) ve eterli uçucu yağ (alliin, allisin, öjenol), skordein, selen taşımaktadır. Bu uçucu yağda özellikle allil disülfür bulunmaktadır. Bu bileşik kükürtlü bir aminoasit olan allinin allinaz enzimi etkisi ile parçalanarak allisini vermesi, allisin'in de, su buharı veya su içinde, allil disülfüre dönüşmesi sonucu meydana gelir. Sarımsağa özel koku ve lezzeti veren taşıdığı kükürtlü uçucu yağdır (Benkeblia, 2004).

Karanfil (*Eugenia caryophyllata*) bitkisi, 10-20 m uzunluğunda, yaprak dökmeyen ağaçlardan elde edilir. Karanfile koku ve lezzetini veren aynı zamanda antimikrobiyal ve antioksidan özellik kazandıran "eugenol" adındaki uçucu yağdır. Eugenol, karanfil ekstraktının büyük bir kısmını oluşturur (Çoban ve Patır, 2010). Yapılan son çalışmalar besiyeri içerisinde sarımsak ve karanfil yağının belirli patojen mikroorganizmalarına karşı inhibitör etki gösterdiğini bildirmektedir. Film temas veya agar difüzyon testi ile çalışılmış antimikrobiyal madde ilave edilerek hazırlanmış film kaplamalar, hedef mikroorganizma ve elde edilen sonuçlarla ilgili yapılan bilimsel çalışmalar Tablo 2.1. de verilmiştir. Et ürünlerinin kalitesini iyileştirmek için antimikrobiyal katkı yenilebilir film ve kaplama ile ilgili uygulamalar ve elde edilen sonuçlar Tablo 2.2.'de sunulmuştur. Bilimsel makalelerde sunulmuş, su ürünlerinin kalitesini artırmak için antimikrobiyal katkı yenilebilir film ve kaplama uygulamaları Tablo 2.3.'te verilmiştir.

Tablo 2.1. Film temas veya agar difüzyon testi ile çalışılmış antimikrobiyal madde ilave edilerek hazırlanmış film kaplamalar ve sonuçları

Antimikrobiyal madde ve konsantrasyonu	Hidrokolloid	Hedef mikroorganizma	Gözlenen etki	Kaynak
205 IU/g protein nisinle kombine % 0.9-1.8-2.6 w/w sitrik, laktik, malik ve tartarik asit	Soya proteini	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli O157:H7</i> <i>S. gaminara</i>	Tüm gruplar <i>L. monocytogenes</i> 'te etkili, Sitrik asite göre malik ve tartarik asit <i>Salmonella</i> 'da daha etkili, Malik ve laktik asite göre sitrik ve tartarik asit <i>E. coli</i> 'de etkili bulundu.	Eswaranandam ve diğ., 2004
%10-40 sodyum laktat	Sodyum kaseinat	<i>L. monocytogenes</i>	% 40 sodyum laktatın hafif bir inhibe edici etkisi saptandı.	Kristo ve diğ., 2008
Malik, sitrik, laktik asit (% 3; w/w)	Peynir altı suyu proteini	<i>L. monocytogenes</i>	Antimikrobiyal etki sırası: laktik asit < sitrik asit < malik asit	Pintado ve diğ., 2009
Potasyum sorbat (% 15; w/w)	Aljinat	Toplam bakteri	Mikrobiyal gelişimde yavaşlama gözlemlendi.	Mitrakas ve diğ., 2008
Potasyum sorbat (% 15; w/w)	Patates nişastası	<i>E. coli</i> , <i>S. Aureus</i>	<i>E. coli</i> 'yi inhibe ettiği <i>S. aureus</i> 'ta etkili olmadığı gözlemlendi.	Shen ve diğ., 2010
Nisin (12,000 IU/ml)	Jelatin ve mısır zeini	<i>L. monocytogenes</i>	Mısır zeini <i>L. monocytogenes</i> yükünü 1.4 log and jelatin 0.6 log azaltmıştır.	Kyoungju ve Song 2007

Antimikrobiyal madde ve konsantrasyonu	Hidrokolloid	Hedef mikroorganizma	Gözlenen etki	Kaynak
Nisin (42×10^3 - 336×10^3 IU/g film)	Kitosan-glukomannan	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>L.monocytogenes</i> , <i>B.cereus</i>	42×10^3 IU/g film tüm bakterilere etkili olmuştur.	Li ve diğ., 2006
Farklı organik asitlerle kombineli nisin (50 IU/ml)	Peynir altı suyu proteini	<i>L. monocytogenes</i>	Malik ve sitrik asitin nisinle birlikte olumlu etkisi gözlemlendi.	Pintado ve diğ., 2009
Laktoperoxidaz sistem (1 – 2 – 3 – 4% w/v)	Peynir altı suyu proteini	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>S. enterica</i>	Film her iki patojenede etkili bulundu.	Min ve diğ., 2005a
Laktoperoxidaz sistem (11 – 17 – 23 – 29 mg/g film)	Peynir altı suyu proteini	<i>L. monocytogenes</i>	<i>L. monocytogenes</i> yükünü önemli derecede azalttığı gözlemlendi.	Min ve diğ., 2005b
Kitosan (1% w/v)	Kitosan	<i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i>	Her iki mikroorganizmayıda inhibe ettiği belirlendi.	Coma ve diğ., 2003
Kekik, karanfil ve tarçın esansiyel yağı (0.5 – 1 – 1.5% w/v) ile kombineli kitosan (1% w/v)	Kitosan	<i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. enteridis</i>	Kitosan tek başına etkili olmadığı, kekik yağının en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu gözlemlendi.	Hosseini ve diğ., 2009

Antimikrobiyal madde ve konsantrasyonu	Hidrokolloid	Hedef mikroorganizma	Gözlenen etki	Kaynak
Kitosan (1% w/v), sarımsak yağı (100 to 400 v /g kitosan), potasyum sorbat (50-200 mg/g kitosan), nisin (51-204 IU/g kitosan)	Kitosan	<i>E. coli</i> <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. enteridis</i> , <i>B. cereus</i> <i>S. typhimurium</i>	Yalnız kitosanın hiçbir bakteriye etkili olmadığı, sarımsak yağı ve potasyum sorbat birlikte kullanıldığında <i>S.aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , ve <i>B. cereus</i> üzerine inhibe edici etkisi belirlendi.	Pranoto ve diğ., 2005
Kitosan (5 – 10 – 15% w/w)	Nişasta	<i>E. coli</i> , <i>S. Aureus</i>	Her iki mikroorganizmada inhibe ettiği görüldü.	Shen ve diğ., 2010
Kekik, karanfil, tarçın esansiyel yağı (0.5, 1 – 1.5% v/v)	Kitosan	<i>L. monocytogenes</i> , <i>S.aureus</i> , <i>S. enteritidis</i> ,	Kekik yağı karanfil ve tarçın yağına göre tüm bakterilerde daha etkili bulundu.	Hosseini ve diğ., 2009
Biberiye, dağ kekiği, zeytin, kırmızı biber, sarımsak, soğan ekstraktı (1% w/w)	Kitosan karboksimetil seliloz ve/veya kasein	<i>L. monocytogenes</i>	Zeytin ve biberiye anlamı düzeyde etkili bulundu.	Ponce ve diğ., 2008

Antimikrobiyal madde ve konsantrasyonu	Hidrokolloid	Hedef mikroorganizma	Gözlenen etki	Kaynak
Dağ kekiği yağı/karvakrol Tarçın yağı/sinmaldehit Limon yağı/sitral (0.1 –0.5% w/w)	Aljinat-elma püresi	<i>E. coli O157:H7</i>	Antimikrobiyal etki sırası: karvakrol > dağkekiki > sitral > limon yağı > sinmaldehit >tarçın	Rojas-Graü ve diğ., 2007
Dağ kekiği, biberiye ve sarımsak yağı (%1, %2, %3 ve % 4w/v)	Kesilmiş süt suyu protein izolatu — Candelilla wax	<i>S. enteritidis</i> <i>E. coli O157:H7</i> <i>L. monocytogenes</i> <i>S. aureus</i>	%2 Dağ kekiği yağı oldukça etkili. %3 ve % 4 sarımsak yağı etkili bulundu. Biberiye yağı etkili bulunmadı.	Seydim ve Sarikus 2007
Dağ kekiği yağı (0,5 – 1,5% w/w)	Kesilmiş süt suyu protein izolatu	Toplam bakteri, laktik asit bakterileri, <i>Pseudomonas spp.</i>	Bozulma florasına önemli derecede inhibisyon	Zinoviadou ve diğ., 2009

Tablo 2.2. Et ürünlerinin kalitesini artırmak için antimikrobiyal katkı yenilebilir film ve kaplama uygulamaları

Antimikrobiyal madde ve konsantrasyonu	Hidrokolloid	Gıda	Gözlenen etki	Kaynak
Kitosan	Kitosan	Yemeye hazır biftek	<i>Listeria monocytogenes</i> gelişimi kontrol altına alındı	Beverly ve diğ., 2008
Yeşil çay ekstraktı	Gam	Dilimlenmiş domuz eti	<i>Listeria monocytogenes</i> ve <i>Staphylococcus aureus</i> gelişimi önlendi	Chiu ve diğ., 2010
EDTA ve potasyum sorbat	Karagenan	Tavuk göğüs eti	Toplam bakteri yükü azaltılmıştır.	Seol ve diğ., 2009
Nisin ve üzüm çekirdeği ekstraktı	Soya proteini	Hindi frankfurter	<i>Listeria monocytogenes</i> gelişimi önlendi.	Theivendran ve diğ., 2006
Sodyum laktat ve polilizin	Peynir altı suyu proteini	Taze sığır eti	Toplam bakteri gelişimi, laktik asit bakterilerinin gelişimi ve <i>Pseudomonas</i> gelişimi önlendi	Zinoviadou ve diğ., 2010

Tablo 2.3. Su ürünlerinin kalitesini artırmak için antimikrobiyal katkılı yenilebilir film ve kaplama uygulamaları

Antimikrobiyal madde ve konsantrasyonu	Hidrokolloid	Su Ürünü	Gözlenen etki	Kaynak
İstiridye, tavuk lizozimi ve nisin	Kalsiyum aljinat	Dumanlanmış somon	Mikrobiyal büyüme geciktirildi.	Datta ve diğ., 2008
Kitosan	Kitosan	Sazan	Toplam bakteri yükü azaltıldı. Raf ömrü uzatıldı.	Fan ve diğ., 2009
Dağ kekiği ve biberiye ekstraktı	Jelatin, Jelatin-kitosan	Yüksek basınç uygulanmış soğuk dumanlanmış sardalya	Mikrobiyal yük ve lipit oksidasyonu azaltıldı.	Gomez-Estaca ve diğ., 2007
Kitosan	Kitosan	Ringa ve morina	Mikrobiyal yük, lipit oksidasyonu ve nem kaybı azaltıldı.	Jeon ve diğ., 2002
Laktoperoksidaz sistemi	Peynir altı suyu proteini	Soğuk dumanlanmış somon	<i>Listeria monocytogenes</i> gelişimi önlendi.	Min ve diğ., 2005, b
Tarçın yağı	Kitosan	Alabalık	Lipit oksidasyonu ve mikrobiyal gelişim önlendi.	Ojagh ve diğ., 2010
Kekik yağı ve sinnamaldehit	Soya ve peynir altı suyu proteini, karboksimetil selüloz	Haşlanmış karides	Mikrobiyal gelişim önlendi.	Ouattara ve diğ., 2001
Kitosan	Kitosan, kitosan-nişasta	Somon	Mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yükü düşürülerek, raf ömrü uzatıldı.	Vásconez ve diğ., 2009

Ülkemizde ve dünyada gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarda dumanlanmış su ürünlerinin sınırlı dayanımlı ürünler olduğu bildirilmektedir. Tüm gıdalarda olduğu gibi, bu ürünlerde de gerek gıda güvenliğinin sağlanması gerekse dayanım ömrünün artırılması üzerine araştırmalar artmıştır. Şimdiye kadar ulaşılan yayınlarda modifiye atmosferle paketleme uygulamaları, esansiyel yağ- vakum ambalaj, esansiyel yağ-yüksek basınç vb. kombineli uygulamalar ile bu hedefe ulaşılmaya çalışıldığı gözlenmiştir.

Bu tez çalışmasında, antimikrobiyal potansiyeli olduğu bilinen kekik, karanfil ve sarımsak yağlarının gluten bazlı yenilebilir kaplama ile birlikte kullanımı ile sıcak dumanlanmış alabalık filetolarındaki ekonomik kayıpların engellenmesi, bu ürünlerin raf ömrünün arttırılması ve yeni bir aktif ambalaj teknolojisi geliştirilmiştir. Aktif ambalajlama teknolojisinin sıcak dumanlanmış balık ürünlerinde bakteriyel kaynaklı bozulmalardan kaynaklanan problemlerin çözümlenmesi üzerine uygulanmasıyla ilgili çok az araştırmaya rastlanmıştır. Literatür verilerine göre düşük oksijen geçirgenliği, sosis kaplamalarının üretiminde kollajenin yerini tutması, ayrıca tuz ve tat vericilerin çerezler üzerine kaplamasında gluten kaplamanın kullanılması, balıklar üzerinde yapılan çalışmalarda da protein bazlı kaplamalar içinde en etkili antimikrobiyal etkiyi göstermesi bakımından buğday gluteninden yapılan film kaplamalar tercih edilmiştir.

Bu tez çalışmasında alabalık filetoları sıcak dumanlanmış, karanfil, sarımsak ve kekik yağı eklenerek hazırlanmış gluten kaplamalarla muamele edildikten sonra vakum paketlenmiş ve buzdolabı sıcaklığında ($2 \pm 2^{\circ}\text{C}$) depolama sırasında meydana gelen kalite değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Doğal katkı maddeleri katılarak elde edilen yenilebilir filmin ürünün raf ömrüne pozitif etkisi hedeflenmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1.MALZEME

Bu çalışmada, kekik, karanfil ve sarımsak yağlarının katıldığı buğday proteini glutenden hazırlanan film kaplamalar sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığına (*Oncorhynchus mykiss*) uygulanmıştır.

Araştırma İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Liman Alabalık Üretim Tesislerinden temin edilen porsiyonluk boy ($33,25 \pm 1,55$ cm) ve ağırlıktaki ($366,75 \pm 45,03$ g) alabalıklar buz içerisinde strafor kutularda İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi İşleme Laboratuvarına getirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Taze alabalık

İç organları ayıklanan ve yıkanan alabalıklar % 6.5 tuz solüsyonunda balık: salamura oranı 1:1 olacak şekilde yaklaşık 18 saat $+2$ °C'de bekletilmiştir (Şekil 3.2). Salamuradan çıkarılan balıklar temiz içme suyu içinde 15 dakika tutulduktan sonra dumanlama ünitesine uygun aralıklarla kancalara asılmak suretiyle yerleştirilerek, fazla suyun süzülmesi için 15 dakika boyunca oda sıcaklığında tutulmuşlardır (Şekil 3.3). Bu işlemden sonra dumanlama işlemine geçilmiştir. Dumanlama işleminde laboratuvar tipi dumanlama ünitesi kullanılmıştır. Duman üretilmesinde meşe talaşı kullanılmıştır. Dumanlama işlemleri sırasıyla; oda sıcaklığında (20 °C'de) 15 dakika kurutma, 70 °C'de 60 dakika boyunca pişirme işlemi ve de 80 °C'de 120 dakika boyunca dumanlama işlemidir. Dumanlanmış balıklar fırından çıkarıldıktan sonra soğuk depoda (2 °C)

yaklaşık bir saat süreyle soğuyana dek bekletilmiştir (Şekil 3.4.). Bu işlemden sonra dumanlanmış alabalıkların derileri çıkarılmış ve fileto halinde hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Salamurada alabalıklar



Şekil 3.3. Dumanlama fırınında alabalıklar



Şekil 3.4. Dumanlanmış alabalıklar

%1 kekik, %1 karanfil ve %1 sarımsak yağı ilave edilmiş gluten bazlı film kaplama solüsyonları bir fırça yardımıyla filetonun önce bir yüzeyine, biraz kurduktan sonra (5 dk) diğer yüzeyine sürülmüştür. Filetolar alüminyum tabaklar içinde vakum ambalaj için Polinas Plastic Firması (Manisa, Türkiye)'nden temin edilen polietilen bazlı torbalara (Toplam ışık geçirgenliği: 30%; O₂ geçirgenliği: 160 cc/m²/day; su buhar geçirgenliği: 8.50 g/m²/day) yerleştirilmiş ve Henkovac model (ML's Hertogenbosch, Netherlands) vakum makinası kullanılarak paketlenmiştir. Paketlenen örnekler 2±2 °C' deki soğuk hava deposuna yerleştirilmiştir.

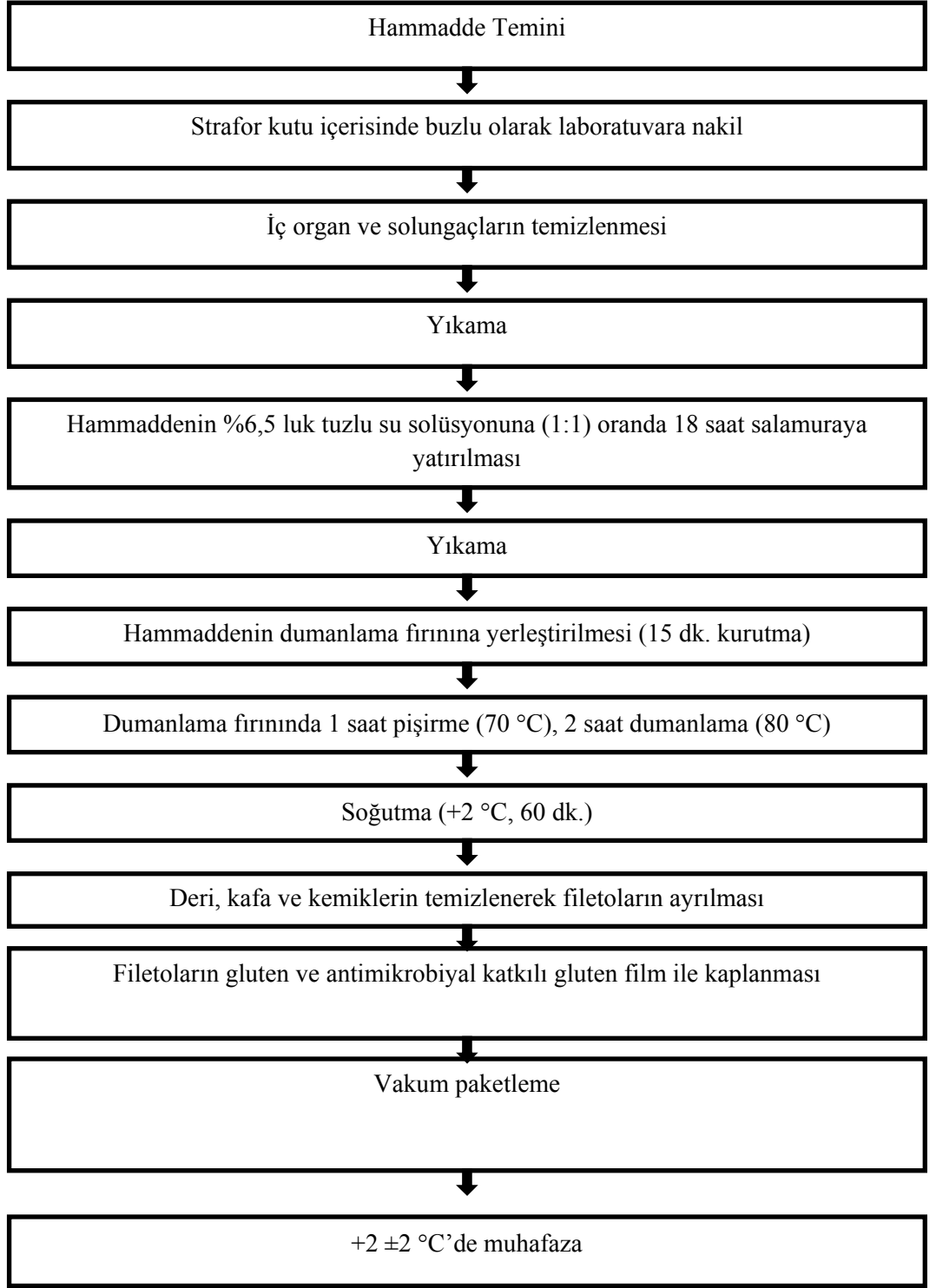
Uygulama yapılan gruplar aşağıda verilmiştir.

Birinci grup örnek; işlem görmeden direkt vakum paketlenmiştir (VP). İkinci grup örnek; gluten solüsyonuyla işlem gördükten sonra vakum paketlenmiştir (G+VP). Üçüncü grup örnek; %1(v/v) karanfil yağı ilave edilmiş gluten solüsyonuyla işlem gördükten sonra vakum paketlenmiştir (GKa+VP). Dördüncü grup örnekler; %1 (v/v) sarımsak yağı ilave edilmiş gluten solüsyonuyla işlem gördükten sonra vakum paketlenme uygulanmıştır (GSa+VP). Beşinci grup örnekler %1 (v/v) kekik yağı ilave edilmiş gluten solüsyonuyla kaplandıktan sonra vakum paketlenmiştir (GKe+VP) (Şekil 3.5).

Tüm gruplarda haftalık olarak duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmış, uygulanan gluten bazlı kaplamaların dumanlanmış alabalık ürünlerinin raf ömrüne etkisi ve kalite değişimleri gözlemlenmiştir. Çalışmanın akış şeması şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.5. Antimikrobiyal kaplama ve vakum ambalaj yapılmış alabalık filetoları



Şekil 3.6: Gluten bazlı film kaplamaların sıcak dumanlanmış alabalığa uygulanması akış seması

Gluten film kaplamaların hazırlanması: Film kaplamanın hammaddesi olan buğday gluteni Çin Halk Cumhuriyeti menşeli olarak Smart Kimya Şirketi, İzmir, Türkiye vasıtasıyla temin edilmiştir. Belçika’da üretilmiş olan ve % 75-82 oranında protein içeren 7.5 g Gluten, 55 mL %95’ lik etil alkol, 45 mL saf su ve 3.75 mL gliserol 55 °C’ de 15 dk karıştırılır. Sonra % 50’ lik asetik asitle solüsyonun pH’ sı 4’ e ayarlanmıştır. 70 °C’de 15 dakika boyunca karıştırılmasının ardından bir bez yardımıyla süzülmiştir (Tanadu-Palmu, 2000). Kullanılan karanfil, sarımsak, ve kekik yağı yüzde yüz saflıkta Ecem Natural A.Ş., İstanbul’dan temin edilmiştir. Karanfil yağının *Syzygium aromaticum*, sarımsak yağının *Allium sativum*, ve kekik yağının *Thymus vulgaris*’ten üretildiği bildirilmiştir.”

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 9,00 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. Duyusal değerlendirmede kullanılan form aşağıdaki tabloda verilmiştir. Burada “5 puanın altı” tüketilmezlik olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan form örneği **Tablo 3.1’de** verilmiştir. Değerlendirmede 3-4 panelist görev almıştır.

Tablo 3.1: Duyusal analiz tablosu

	VP	G+VP	GKe+VP	GKa+VP	GSa+VP
Genel Görünüş					
Doku					
Tat					
Koku					

3.2.2. Mikrobiyolojik Analiz

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 %1'lik 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. Mikrobiyolojik analizler çift paraleli ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir. Toplam 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 37 °C'de 24-48 saat inkübasyon yapılmıştır. Toplam psikrotrofik aerobik bakteri sayımında da Plate Count Agar (PCA, cat No: 105463, Merck, Darmstadt, Almanya) besiyeri kullanılarak dökme plak yönetmine göre ekim yapılmış, 7 °C'de 10 gün inkübasyon yapılmıştır. Toplam anaerob bakteri yükü de Plate Count Agar (PCA, cat No: 105463, Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılarak dökme plak yöntemiyle ekim yapılarak anaerobik şartlar CO₂ 'li inkübatör (5% CO₂, HF 90 model, Shanghai, Çin) kullanılarak sağlanmış ve 30 °C'de 24-72 saat inkübasyon yapılmıştır. Maya ve küf için Dichloran Rose Bengal Chloramphenical (DRBC) besiyeri kullanılmıştır. Yayma plak yöntemiyle 0,1 mL ekim yapılarak 25 °C'de 5-7 gün aerobik inkübasyon yapılmıştır. Sonuçlar log kob/g olarak değerlendirilmiştir. Anaerobik sülfid indirgeyici *Clostridium* spp. 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. Mikrobiyolojik analizler her gruptan iki adet örnekleme ve her dilüsyondan çift paraleli ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir (Bell ve diğ., 2005).

3.2.3. Kimyasal Kompozisyon Analizleri

Analizler için balık eti homojenizatörde (Retsch, GM 200, Germany) 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.

3.2.4. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N)

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi Antonacopoulos ve Vyncke (1989) yöntemine göre yapılmıştır. Homojenizatörde parçalanmış 10 g balık etine, 90 mL % 6,5 lik perklorik asit solüsyonu ilave edilir. Karışım 1-2 dakika süreyle dispenser (Ultra torax, IKA T 25 Basic, Staufen, Almanya) ile karıştırılır. Dispenserda 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 150 mL destile su ve 10 mL %20 lik Sodyum Hidroksit, bir kaç damla köpük önleyici ve cam boncuk eklenir. Destilasyon köprüsünün çıkışına koyulacak 250 mL lik erlenmayere 5 mL %3 lik Borik asit ve bir kaç damla taşıro indikatörü eklenir. Elli (50) mL destilat köprü çıkışında birikene kadar destilasyon işlemi gerçekleştirilir. Biriken destilat 0.01 N HCl içeren Brand model (Wertheim, Main, Almanya) titratör yardımıyla titre edilerek aşağıdaki formüle göre hesap yapılarak sonuç mg/100g olarak bulunmaktadır. Destilasyon işlemi için Büchi (Model K-30, Flawil 1, İsviçre) marka destilasyon cihazı kullanılmıştır.

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

3.2.5. Trimetilamin Azot Tayini (TMA-N)

Trimetilamin azot (TMA-N) analizi AOAC (1998d)'e göre yapılmıştır. Blender yardımıyla 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 kağıdından süzülür. Elde edilen destilattan pipet yardımıyla 4 mililitre 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 işlem 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/100 g balık eti): Standart eğriden okunan TMA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı

3.2.6. Tiyobarbitürik Asit İndeksi Tayini (TBA-i)

TBA-i analizi Erkan ve Özden (2008)'e göre yapılmıştır. Daha önceden homojenize edilmiş balıketi örneği 10 g (0,01 g hassasiyetindeki terazi ile) tartılarak üzerine, etanolde 1 g/l olacak şekilde hazırlanan BHT (Butylated hydroxytoluene) çözeltisinden 500 µl ilave edilir ve 90 mililitre % 5'lik triklorasetik asit (TCA) ilave edildikten sonra Ultra Turrax ile orta devirde parçalanır. Elde edilen karışım kaba filtre kağıdından süzülükten sonra eldeki destilattan 5 ml alınarak 20 ml'lik tüpe aktarılır ve üzerine 0,02 mol/lit %10 glasiyel asetik asitte hazırlanmış TBA reaktifi (Thiobarbituric acid, Fluka, 88481) eklenerek ağzı sıkıca kapatılır. Reaksiyonun oluşması için tüpler 80 °C'de su banyosunda 40 dakika tutulur. Yukarıda anlatılan işlemlerin tümü kör ve 0,002 -0,014 µg/mL MDA içeren standartlara da uygulanır. Standart olarak 1,1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) malondialdehyde-(dimethyl acetal)) (Merck, 8.20756.0250) kullanılır. Tüpler oda sıcaklığına dek soğuduktan sonra 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-i değeri (mg MDA/kg balıketi): Standart eğriden okunan MDA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı

3.2.7. Serbest Yağ Asitleri (FFA) Analizi

Blender yardımıyla homojenize edilen örnek üzerine bir erlen içerisinde 1-2 g 0.05g hassasiyette tartılır. Üzerine 25 mL dietileter, 25 mL alkol karışımı dökülür, kuvvetli bir şekilde 1 dakika süreyle karıştırılır, 2 dakika bekletilir. Sonra 1 mL fenolfitalyen (% 1 alkolde hazırlanmış) eklenir. 0.1N NaOH ile kalıcı 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 ark., 1992).

$$\%FFA=28.2 \times (\text{Harcanan NaOH} \times \text{NaOH un normalitesi} / \text{örnek ağırlığı})$$

3.2.8. İstatistiksel Analiz

Sonuçlar, paralellerin ortalaması alınarak \pm 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 firmasınınca geliştirilen SPSS Statistices Version 20 bilgisayar programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR

Antimikrobiyal madde olarak karanfil, sarımsak ve kekik yağı eklenerek hazırlanan gluten kaplamaların sıcak dumanlanmış alabalıkların kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

4.1. HAMMADDE BULGULARI

Dumanlama işleminde kullanılan balıkların kimyasal kompozisyonu % 18,80 \pm 0,06 protein, % 2,92 \pm 0,12 yağ, % 1,78 \pm 0,03 kül, % 75,56 \pm 0,09 nem ve % 0,94 \pm 0,07 karbonhidrat olarak belirlenmiştir. Sıcak dumanlama işleminde kullanılacak olan alabalıklar duysal olarak “çok taze” olarak değerlendirilmiştir. Kimyasal parametreleri sırasıyla pH'ı 6,42 \pm 0,09, TVB-N değeri 18,03 \pm 0,41 mg/100g, TMA-N değeri 0,53 \pm 0,04 mg/100g, TBA değeri 0,34 \pm 0,03 mg MA/kg, FFA değeri % 0,52 \pm 0,07 olarak tespit edilmiştir. Çiğ alabalıklarda toplam mezofilik arobik bakteri yükü 2,97 \pm 0,56 log kob/g, psikrotrofik bakteri yükü 2,86 \pm 0,55 log kob/g olarak tespit edilirken, anaerobik bakteri yükü ve maya-küf yükü <1 log kob/g olarak, *Clostridium* spp yükü ise <0,47 EMS/g olarak bulunmuştur.

Dumanlanmış alabalığın protein değeri % 24,09 \pm 0,33, yağ değeri % 5,20 \pm 0,50, kül değeri % 2,10 \pm 0,003, nem değeri % 55,50 \pm 0,10 ve karbonhidrat değeri % 13,11 \pm 0,12 olarak tespit edilmiştir.

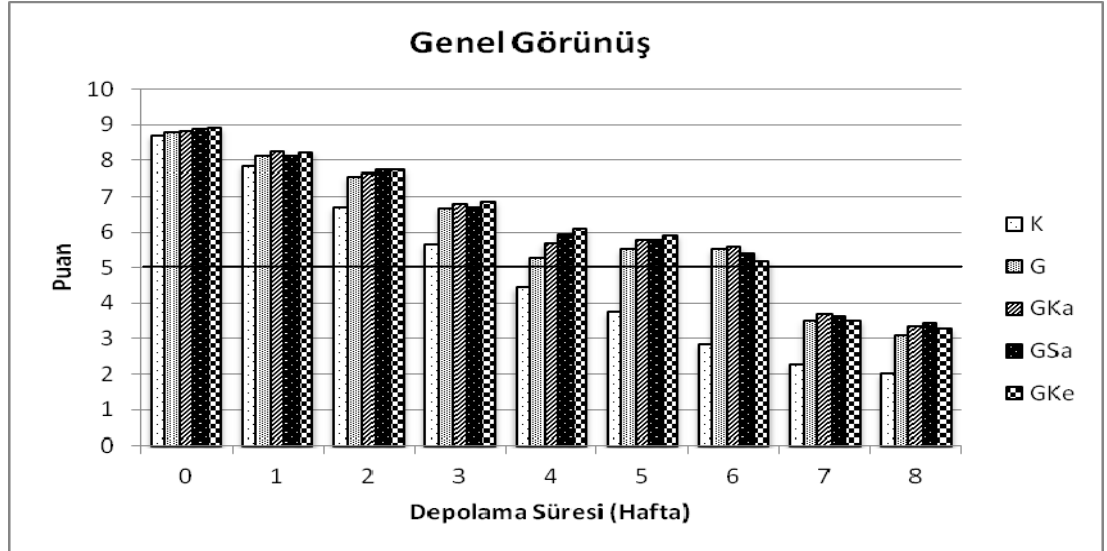
4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

Tablo 4.1 ve Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi gluten kaplama uygulanmış sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının depolama boyunca genel görünüş değerlendirmesi incelendiğinde kontrol grubu örneklerin 4,43 \pm 0,81 kalite skoru ile depolamanın 4. haftasında “tüketilemez” kaliteye ulaştığı görülmüştür. G, GKa, GSa ve GKe grubu örneklerin depolamanın 7. haftasında “tüketilemez” kaliteye ulaştığı belirlenmiştir.

Tablo 4. 1. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler (duyuşal puan)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	8,68 ±0,16 ^{Aa}	8,70 ±0,15 ^{Aa}	8,80 ±0,10 ^{Aa}	8,87 ±0,08 ^{Aa}	8,88 ±0,13 ^{Aa}
1	7,83 ±0,76 ^{Aa}	8,10 ±0,53 ^{Aa}	8,23 ±0,38 ^{Aa}	8,10 ±0,46 ^{Aa}	8,20 ±0,36 ^{Aa}
2	7,00 ±0,00 ^{Ab}	7,53 ±0,25 ^{Ba}	7,63 ±0,15 ^{Bb}	7,73 ±0,25 ^{Ba}	7,73 ±0,25 ^{Ba}
3	5,97 ±0,45 ^{Ac}	6,65 ±0,15 ^{Bb}	6,78 ±0,71 ^{Bb}	6,67 ±0,58 ^{Bb}	6,85 ±0,30 ^{Bb}
4	4,43 ±0,81 ^{Ad}	5,27 ±1,10 ^{ABc}	5,67 ±1,01 ^{Bc}	5,93 ±0,40 ^{Bb}	6,07 ±0,49 ^{Bb}
5	3,73 ±0,87 ^{Ad}	5,50 ±0,87 ^{Bc}	5,77 ±0,93 ^{Bc}	5,77 ±0,93 ^{Bb}	5,90 ±0,66 ^{Bb}
6	2,83 ±1,04 ^{Ae}	5,50 ±0,50 ^{Bc}	5,57 ±0,51 ^{Bc}	5,40 ±0,17 ^{Bb}	5,17 ±0,76 ^{Bb}
7	2,27 ±0,46 ^{Ae}	3,50 ±0,87 ^{Bd}	3,67 ±0,58 ^{Bd}	3,60 ±1,15 ^{Bc}	3,50 ±0,87 ^{Bc}
8	2,00 ±0,87 ^{Ae}	3,07 ±0,12 ^{Bd}	3,33 ±0,29 ^{Bd}	3,43 ±0,49 ^{Bc}	3,27 ±0,21 ^{Bc}



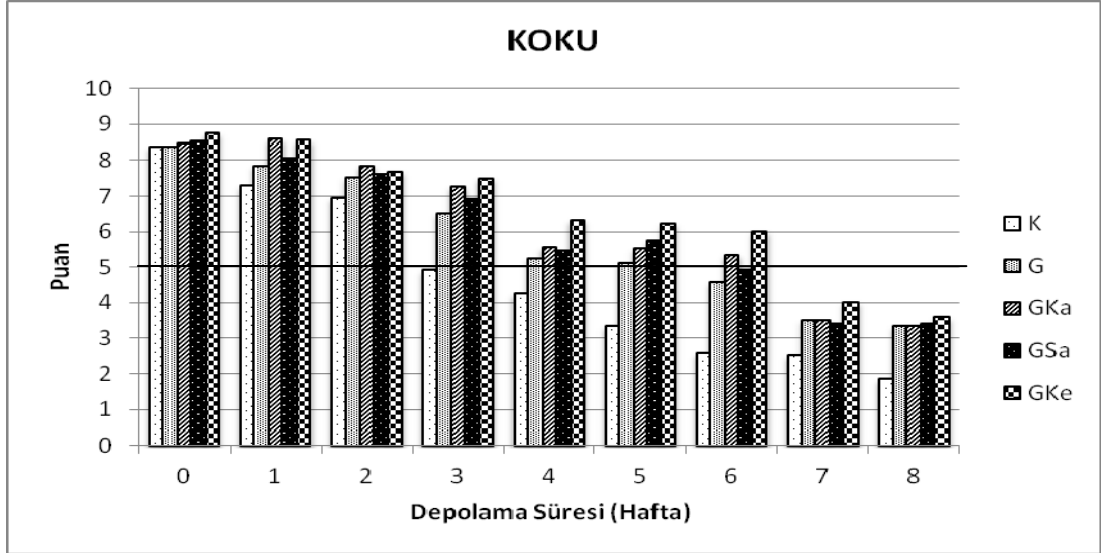
Şekil 4.1. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler

Tablo 4.2 ve şekil 4.2.'de görüldüğü gibi koku parametresinin sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin $4,90 \pm 0,10$ kalite skoru ile depolamanın 3. haftasında “tüketilemez” kaliteye ulaştığı görülmüştür. G ve GSa grupları depolamanın 6. haftasında sırasıyla $4,57 \pm 0,51$ ve $4,90 \pm 0,53$ değerleriyle, GKa ve GKe grupları depolamanın 7. haftasında sırasıyla $3,50 \pm 0,50$ ve $4,00 \pm 0,50$ değerleriyle “tüketilemez” kaliteye ulaşmıştır.

Tablo 4.2. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının $2^{\circ}\text{C} \pm 2'$ de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler (duyuşal puan)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	8,36 $\pm 0,13^{Aa}$	8,35 $\pm 0,05^{Aa}$	8,45 $\pm 0,05^{Aa}$	8,50 $\pm 0,05^{Aa}$	8,73 $\pm 0,13^{Aa}$
1	7,27 $\pm 0,46^{Ab}$	7,83 $\pm 0,29^{Aa}$	8,57 $\pm 0,51^{Ba}$	8,03 $\pm 0,25^{Aa}$	8,53 $\pm 0,50^{Ba}$
2	6,93 $\pm 0,12^{Ab}$	7,50 $\pm 0,30^{Aa}$	7,83 $\pm 0,29^{Aa}$	7,60 $\pm 0,17^{Aa}$	7,67 $\pm 0,15^{Ab}$
3	4,90 $\pm 0,10^{Ac}$	6,50 $\pm 0,50^{Bb}$	7,25 $\pm 0,25^{Ba}$	6,92 $\pm 0,80^{Ba}$	7,48 $\pm 0,33^{Bb}$
4	4,23 $\pm 1,08^{Ac}$	5,23 $\pm 0,64^{Bc}$	5,53 $\pm 1,33^{Bb}$	5,43 $\pm 1,25^{Bb}$	6,30 $\pm 0,26^{Bc}$
5	3,33 $\pm 1,26^{Ad}$	5,10 $\pm 0,53^{Bc}$	5,50 $\pm 1,00^{Bb}$	5,73 $\pm 0,95^{Bb}$	6,20 $\pm 0,52^{Bc}$
6	2,57 $\pm 0,98^{Ad}$	4,57 $\pm 0,51^{Bc}$	5,33 $\pm 0,76^{Bb}$	4,90 $\pm 0,53^{Bb}$	6,00 $\pm 0,50^{Cc}$
7	2,50 $\pm 0,50^{Ad}$	3,50 $\pm 0,50^{Bd}$	3,50 $\pm 0,50^{Bc}$	3,40 $\pm 0,53^{Bc}$	4,00 $\pm 0,50^{Bd}$
8	1,83 $\pm 0,29^{Ae}$	3,33 $\pm 0,42^{Bd}$	3,33 $\pm 0,29^{Bc}$	3,40 $\pm 0,53^{Bc}$	3,57 $\pm 0,40^{Bd}$



Şekil 4.2. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2’de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler

Duyusal analiz parametrelerinden tat parametresinin sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin $4,87\pm0,26$ kalite skoru ile depolamanın 3. haftasında “tüketilemez” kaliteye ulaştığı görülmüştür. Depolamanın 6. haftasında G ve GSa grupları sırasıyla $3,97\pm0,05$ ve $4,85\pm0,53$ değerleriyle ve depolamanın 7. haftasında GKa ve GKe grupları sırasıyla $3,33\pm0,47$ ve $3,23\pm0,61$ kalite skorlarıyla “tüketilemez” kalitede tespit edilmiştir.

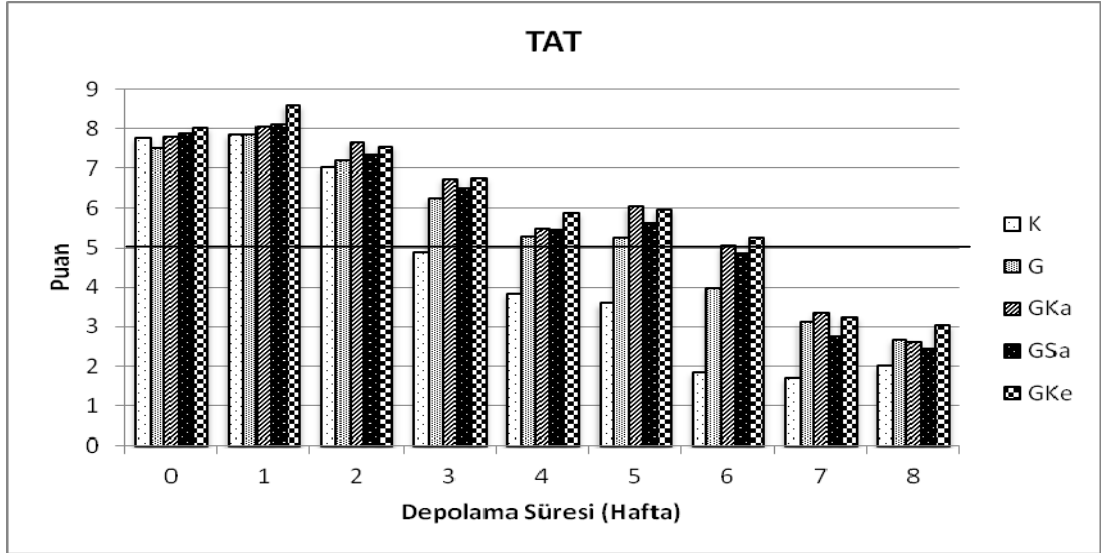
Tablo 4.4 ve Şekil 4.4’te görüldüğü üzere doku parametresinin sonuçlarına göre kontrol grubu örnekleri 3 hafta tüketilebilir kaliteyi koruduğu tespit edilmiştir. Buna karşın G ve GKe grubu örnekler 5 hafta süreyle, GKa ve GSa grubu örnekler 6 hafta süreyle tüketilebilir kaliteyi korumuşlardır.

Genel görünüş, koku, tat ve doku parametrelerinin ortalaması alındığında (Tablo 4.5 ve Şekil 4.5) Kontrol grubu örneklerin depolamanın 4. Haftasında G grubu örneklerin depolamanın 6. Haftasında GKa, GSa ve GKe grubu örneklerin ise depolamanın 7. Haftasında ‘tüketilemez kalite’de oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuusal parametrelerinde (tat) meydana gelen değişimler (duyuusal puan)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	7,85 ±0,05 ^{Aa}	7,78 ±0,03 ^{Aa}	7,88 ±0,08 ^{Aa}	7,85 ±0,05 ^{Aa}	7,90 ±0,10 ^{Aa}
1	7,83 ±0,24 ^{Aa}	7,83 ±0,62 ^{Aa}	8,03 ±0,46 ^{Aa}	8,10 ±0,29 ^{Aa}	8,17 ±0,42 ^{Aa}
2	7,00 ±0,00 ^{Aa}	7,17 ±0,24 ^{Aa}	7,63 ±0,12 ^{Aa}	7,33 ±0,25 ^{Aa}	7,53 ±0,05 ^{Ab}
3	4,87 ±0,26 ^{Ab}	6,23 ±0,52 ^{Bb}	6,73 ±0,61 ^{Bb}	6,51 ±0,75 ^{Bb}	6,75 ±0,61 ^{Bc}
4	3,83 ±0,62 ^{Ac}	5,27 ±0,90 ^{Bc}	5,47 ±1,05 ^{Bc}	5,43 ±0,66 ^{Bc}	5,87 ±0,62 ^{Bd}
5	3,58 ±0,59 ^{Ac}	5,25 ±0,20 ^{Bc}	6,03 ±0,37 ^{Bb}	5,60 ±0,08 ^{Bc}	5,95 ±0,20 ^{Bd}
6	1,83 ±0,85 ^{Ad}	3,97 ±0,05 ^{Bd}	5,03 ±0,41 ^{Cc}	4,85 ±0,53 ^{Cc}	5,25 ±0,20 ^{Cd}
7	1,70 ±0,22 ^{Ad}	3,10 ±0,70 ^{Bd}	3,33 ±0,47 ^{Bd}	2,75 ±0,20 ^{Bd}	3,23 ±0,61 ^{Be}
8	2,00 ±0,00 ^{Ad}	2,67 ±0,24 ^{Bd}	2,60 ±0,43 ^{Bd}	2,43 ±0,33 ^{Bd}	3,03 ±0,05 ^{Be}

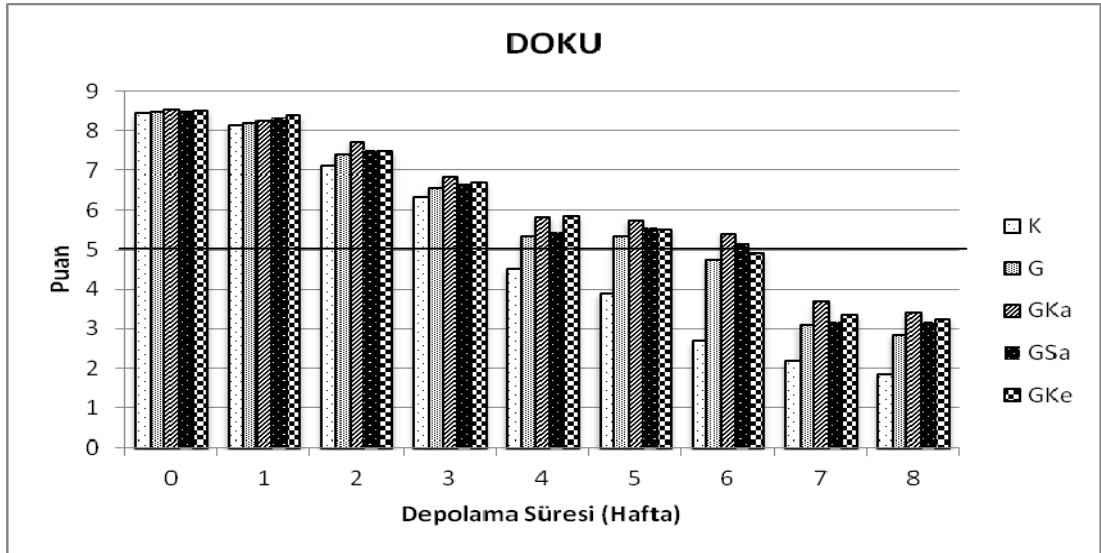


Şekil 4.3. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuusal parametrelerinde (tat) meydana gelen değişimler

Tablo 4.4. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (doku) meydana gelen değişimler (duyuşal puan)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	8,43 ±0,51 ^{Aa}	8,47 ±0,54 ^{Aa}	8,53 ±0,60 ^{Aa}	8,48 ±0,64 ^{Aa}	8,48 ±0,45 ^{Aa}
1	8,13 ±0,55 ^{Aa}	8,17 ±0,29 ^{Aa}	8,23 ±0,40 ^{Aa}	8,33 ±0,47 ^{Aa}	8,37 ±0,32 ^{Aa}
2	7,10 ±0,66 ^{Ab}	7,37 ±0,40 ^{Ab}	7,70 ±0,26 ^{Ab}	7,50 ±0,50 ^{Ab}	7,47 ±0,42 ^{Ab}
3	6,33 ±0,29 ^{Ab}	6,55 ±0,51 ^{Ab}	6,83 ±0,76 ^{Ab}	6,68 ±0,65 ^{Ab}	6,70 ±0,66 ^{Ab}
4	4,50 ±0,87 ^{Ac}	5,33 ±1,15 ^{Ac}	5,80 ±1,13 ^{Ac}	5,43 ±0,81 ^{Ac}	5,83 ±0,76 ^{Ac}
5	3,87 ±0,81 ^{Ac}	5,33 ±0,29 ^{Bc}	5,73 ±0,68 ^{Bc}	5,57 ±0,40 ^{Bc}	5,50 ±0,30 ^{Bc}
6	2,67 ±0,76 ^{Ad}	4,73 ±0,25 ^{Bc}	5,40 ±0,53 ^{Bc}	5,17 ±0,29 ^{Bc}	4,90 ±0,53 ^{Bc}
7	2,17 ±0,29 ^{Ad}	3,07 ±0,90 ^{Bd}	3,67 ±0,58 ^{Bd}	3,17 ±0,76 ^{Bd}	3,33 ±0,76 ^{Bd}
8	1,83 ±1,04 ^{Ad}	2,83 ±0,29 ^{Bd}	3,40 ±0,10 ^{Bd}	3,17 ±0,29 ^{Bd}	3,23 ±0,25 ^{Bd}

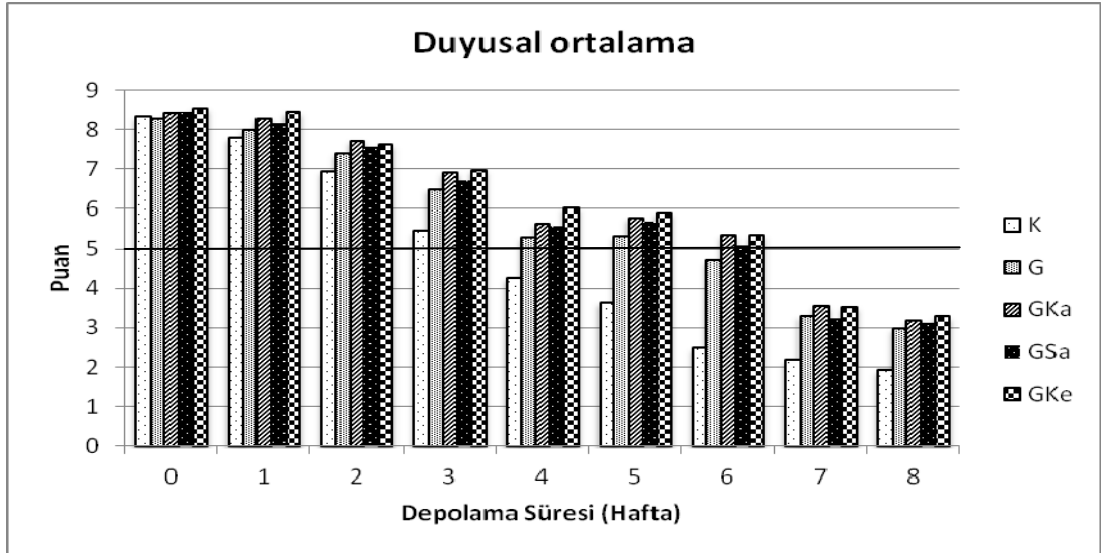


Şekil 4.4. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (doku) meydana gelen değişimler

Tablo 4.5. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmiş, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (duyuşal ortalama) meydana gelen değişimler (duyuşal puan)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	8,31 ±0,39 ^{Aa}	8,27 ±0,55 ^{Aa}	8,39 ±0,43 ^{Aa}	8,43 ±0,42 ^{Aa}	8,52 ±0,39 ^{Aa}
1	7,77 ±0,36 ^{Ab}	7,98 ±0,18 ^{Aa}	8,27 ±0,22 ^{Ba}	8,14 ±0,13 ^{Aa}	8,42 ±0,17 ^{Ba}
2	6,93 ±0,18 ^{Ac}	7,39 ±0,16 ^{Bb}	7,70 ±0,09 ^{Bb}	7,54 ±0,17 ^{Bb}	7,60 ±0,12 ^{Bb}
3	5,43 ±0,69 ^{Ad}	6,48 ±0,18 ^{Bc}	6,90 ±0,24 ^{Bc}	6,70 ±0,17 ^{Bc}	6,95 ±0,36 ^{Bc}
4	4,25 ±0,30 ^{Ae}	5,28 ±0,04 ^{Bd}	5,62 ±0,15 ^{Bd}	5,56 ±0,25 ^{Bd}	6,02 ±0,22 ^{Cd}
5	3,63 ±0,23 ^{Af}	5,30 ±0,17 ^{Bd}	5,76 ±0,22 ^{Cd}	5,67 ±0,10 ^{Cd}	5,89 ±0,29 ^{Cd}
6	2,48 ±0,44 ^{Ag}	4,69 ±0,63 ^{Be}	5,33 ±0,23 ^{Cd}	5,08 ±0,26 ^{BCe}	5,33 ±0,47 ^{Ce}
7	2,16 ±0,33 ^{Ag}	3,29 ±0,23 ^{Bf}	3,54 ±0,16 ^{Be}	3,23 ±0,36 ^{Bf}	3,52 ±0,34 ^{Bf}
8	1,91 ±0,09 ^{Ah}	2,97 ±0,28 ^{Bf}	3,16 ±0,37 ^{Bc}	3,10 ±0,46 ^{Bf}	3,27 ±0,22 ^{Bf}



Şekil 4.5. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmiş, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2' de depolama sırasında duyuşal parametrelerinde (duyuşal ortalama) meydana gelen değişimler

4.3. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI

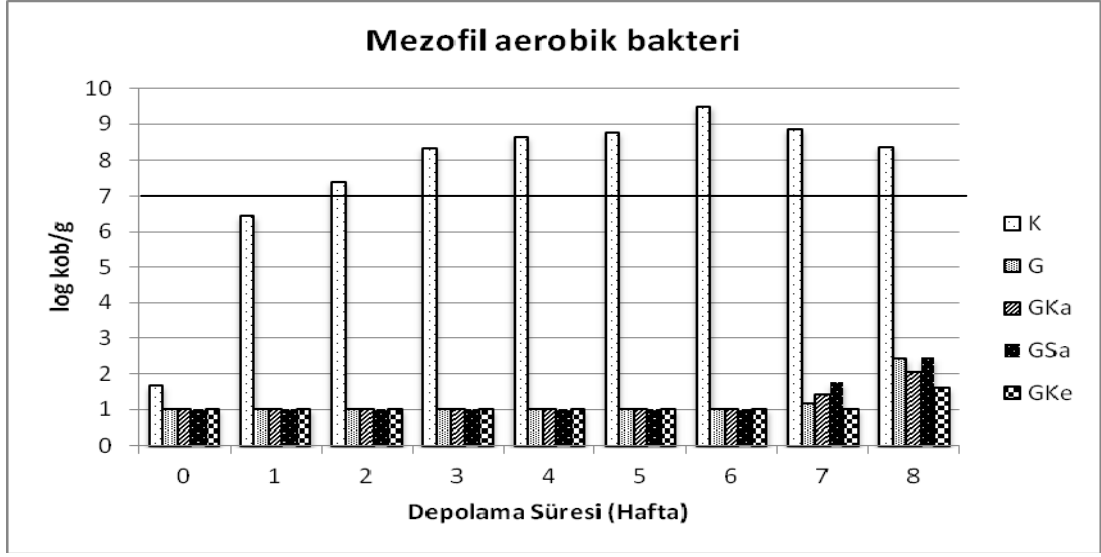
4.3.1. Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları

Depolama başlangıcında sıcak dumanlanmış kontrol, gluten kaplama ve antimikrobiyal ilaveli gluten kaplama uygulanmış örneklerde mezofilik aerobik bakteri yükü <1 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın ($2\pm 2^\circ\text{C}$) 2. haftasında kontrol grubu örneklerde $6,42\pm 0,06$ log kob/g mezofilik aerobik bakteri yükü tespit edilirken, 6 haftalık depolama süresince diğer gruplarda <1 log kob/g bakteri yükü tespit edilmiştir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.6). Depolamanın 8. Haftasında kontrol grubu örneklerde $8,37\pm 0,37$ log kob/g, uygulama yapılan örneklerde ise sırasıyla $2,41\pm 0,09$ log kob/g, $2,04\pm 0,03$ log kob/g, $2,43\pm 0,10$ log kob/g ve $1,59\pm 0,84$ log kob/g bakteri yükü tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklere kıyasla gluten ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış örneklerin mezofilik aerobik bakteri yükü depolama boyunca daha düşük değerlerde ($p<0.05$) bulunmuştur.

Tablo 4.6. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetoalarının $2^\circ\text{C}\pm 2'$ de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (mezofilik aerobik bakteri yükü) meydana gelen değişimler (log kob/g)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	$<1,00$ $\pm 0,00^{Aa}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Aa}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Aa}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Aa}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Aa}$
1	$6,42$ $\pm 0,06^{Ab}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$
2	7,38 $\pm 0,14^{Ac}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$
3	$8,34$ $\pm 0,01^{Ad}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$
4	$8,61$ $\pm 0,10^{Ae}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$
5	$8,74$ $\pm 0,06^{Ae}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$
6	$9,47$ $\pm 0,03^{Af}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Ba}$
7	$8,82$ $\pm 0,08^{Ae}$	$1,15$ $\pm 0,21^{Ba}$	$1,39$ $\pm 0,13^{Bb}$	$1,74$ $\pm 0,00^{Cb}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{Da}$
8	$8,37$ $\pm 0,37^{Ad}$	$2,41$ $\pm 0,09^{Bb}$	$2,04$ $\pm 0,03^{Cc}$	$2,43$ $\pm 0,10^{Bc}$	$1,59$ $\pm 0,84^{Db}$



Şekil 4.6. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının $2^{\circ}\text{C}\pm 2'$ de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (mezofilik aerobik bakteri yükü) meydana gelen değişimler

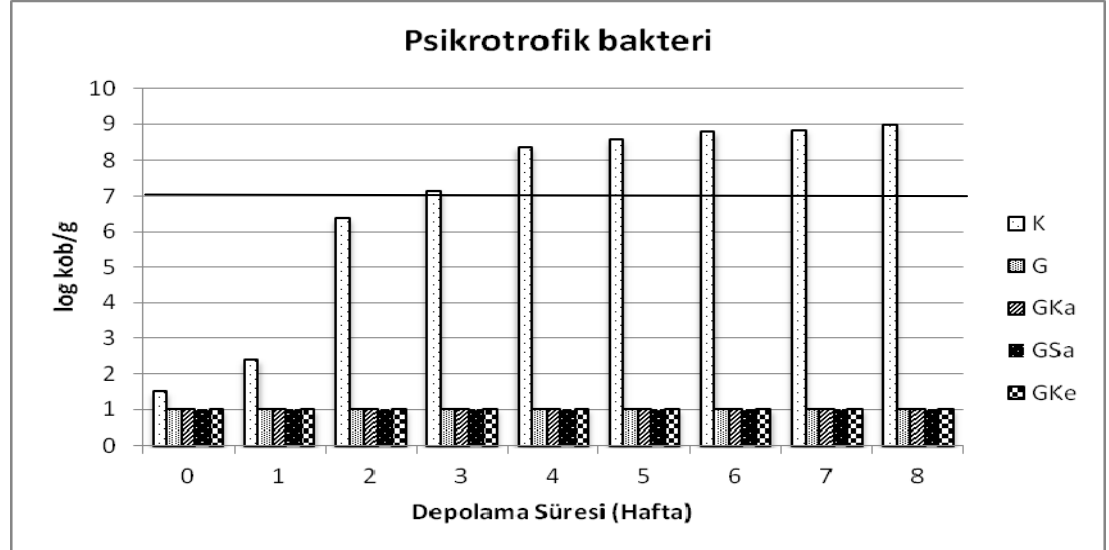
4.3.2. Psikrotrofik Bakteri Bulguları

Kontrol grubu ve gluten kaplama uygulanan sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinde depolama başlangıcında psikrotrofik aerobik bakteri $<1,00\pm 0,00$ log kob/g olarak hesaplanmıştır. Depolamanın 2. haftasında kontrol grubunun $6,35\pm 0,21$ log kob/g bakteri yükü tespit edilmiştir. Depolama süresince kontrol grubu örneklerin psikrotrofik bakteri yükü gluten kaplama yapılan diğer gruplardan ($p<0,05$) önemli derecede yüksek bulunmuştur. Sekiz haftalık depolama boyunca G, GKa, GSa, GKe gruplarında $<1,00\pm 0,00$ log kob/g bakteri yükünden daha fazla psikrotrofik bakteri yükü tespit edilmemiştir (Tablo 4.7. ve şekil 4.7.).

Tablo 4.7. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2’de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (psikrotrofik bakteri yükü) meydana gelen değişimler (log kob/g)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	<1,00 ±0,00 ^{Aa}	<1,00 ±0,00 ^{Aa}	<1,00 ±0,00 ^{Aa}	<1,00 ±0,00 ^{Aa}	<1,00 ±0,00 ^{Aa}
1	2,38 ±0,11 ^{Ab}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}
2	6,35 ±0,21 ^{Ac}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}
3	7,12 ±0,18 ^{Ad}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}
4	8,36 ±0,02 ^{Ae}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}
5	8,55 ±0,01 ^{Af}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}
6	8,76 ±0,03 ^{Ag}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}
7	8,8 ±0,06 ^{Ag}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}
8	8,96 ±0,02 ^{Ah}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}	<1,00 ±0,00 ^{Ba}



Şekil 4.7. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2’de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (psikrotrofik bakteri yükü) meydana gelen değişimler

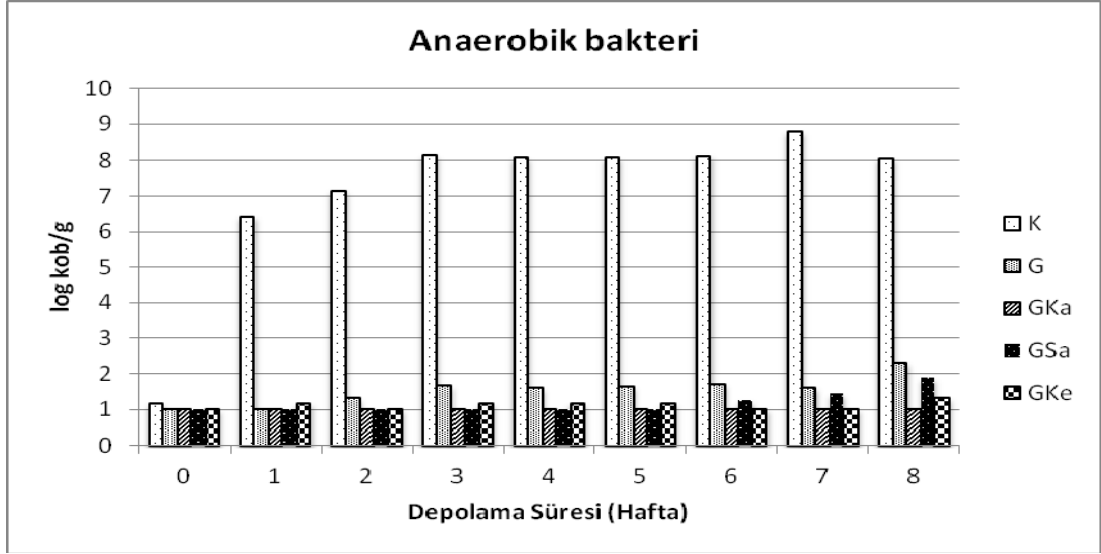
4.3.3. Anaerobik Bakteri Bulguları

Depolamanın başlangıcında anaerobik bakteri sayısı tüm gruplarda <1 log kob/g olarak belirlenmiştir. Sekiz haftalık depolama boyunca anaerobik bakteri değeri kontrol grubu örneklerde düzenli artış göstermiş ve diğer gruplara göre önemli düzeyde ($p<0,05$) yüksek bakteri yüküne sahip olmuştur. Gluten ve katkılı gluten kaplama yapılmış vakum paketlenmiş örneklerin anaerobik bakteri yükü sekiz haftalık depolama süresince anaerobik bakteri yükünde artış gözlenmemiştir (Tablo 4.8 ve Şekil 4.8).

Tablo 4.8. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının $2^{\circ}\text{C}\pm 2'$ 'de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (anaerobik bakteri yükü) meydana gelen değişimler (log kob/g)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$
1	6,41 $\pm 0,14^{\text{Ab}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
2	7,13 $\pm 0,05^{\text{Ac}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
3	8,12 $\pm 0,02^{\text{Ad}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
4	8,06 $\pm 0,09^{\text{Ad}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
5	8,06 $\pm 0,05^{\text{Ad}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
6	8,11 $\pm 0,03^{\text{Ad}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
7	8,76 $\pm 0,01^{\text{Ae}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
8	8,04 $\pm 0,05^{\text{Ad}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$



Şekil 4.8. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2’de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (anaerobik bakteri yükü) meydana gelen değişimler

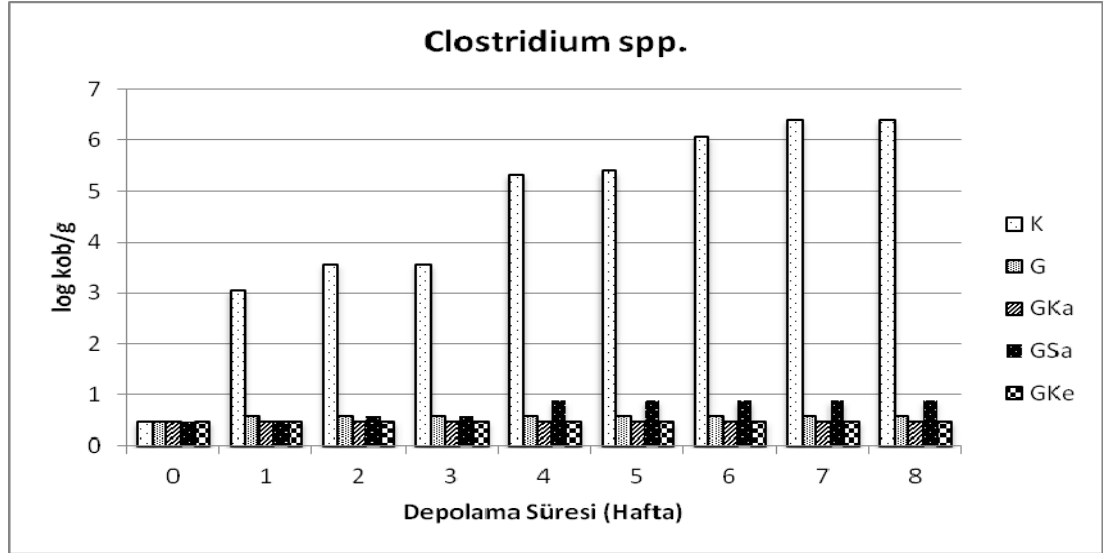
4.3.4. *Clostridium* spp. Yükü Bulguları

Depolama başlangıcında tüm gruplarda <0,47 EMS/g *Clostridium* spp. tespit edilirken, kontrol grubu örneklerde diğer gruplara kıyasla önemli ($p<0,05$) düzeyde bir artış depolama süresince tespit edilmiştir. Sekiz haftalık depolama sonunda kontrol grubunda 6.38 EMS/g *Clostridium* spp. bulunurken, GKa ve GKe grubu örneklerde başlangıçtaki değer depolama süresince değişiklik göstermemiştir. Depolama süresince G grubu örneklerde 0,56 EMS/g GSa örneklerinde 0,87 EMS/g *Clostridium* spp. tespit edilmiştir.

Tablo 4.9. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2'de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (*Clostridium* spp.) meydana gelen değişimler (log kob/g)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
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	3,04 ±0,00 ^{Ab}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,47 ±0,00 ^{Ca}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}
2	3,55 ±0,00 ^{Ac}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,55 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}
3	3,55 ±0,00 ^{Ac}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,55 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}
4	5,32 ±0,00 ^{Ad}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,87 ±0,00 ^{Dc}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}
5	5,38 ±0,00 ^{Ad}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,87 ±0,00 ^{Dc}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}
6	6,04 ±0,00 ^{Ae}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,87 ±0,00 ^{Dc}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}
7	6,38 ±0,00 ^{Af}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,87 ±0,00 ^{Dc}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}
8	6,38 ±0,00 ^{Af}	0,56 ±0,00 ^{Bb}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}	0,87 ±0,00 ^{Dc}	<0,47 ±0,00 ^{Ca}



Şekil 4.9. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2'de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (*Clostridium* spp.) meydana gelen değişimler

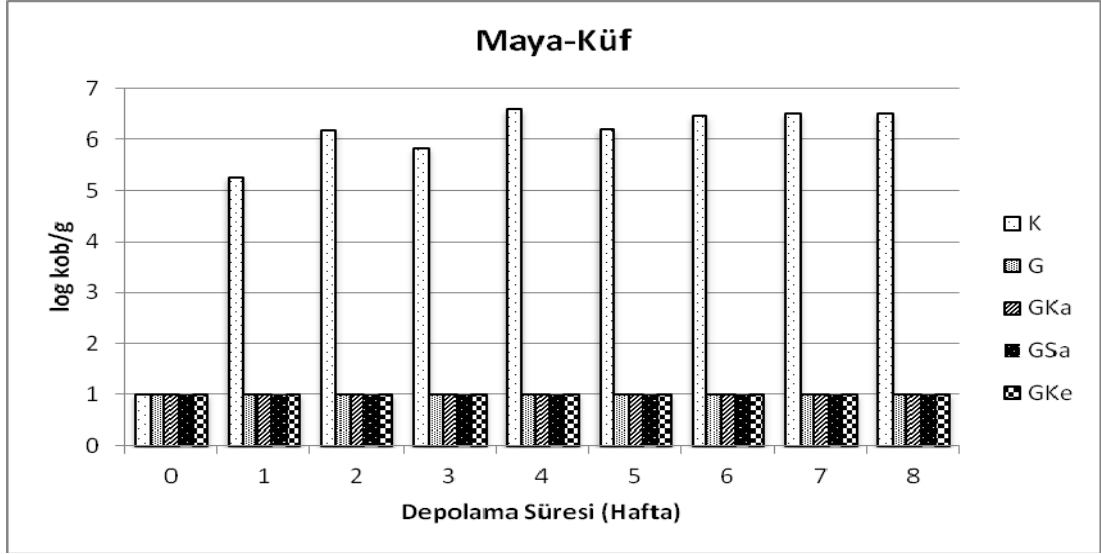
4.3.5. Maya-Küf Bulguları

Depolama başlangıcında tüm gruplarda $<1,00 \pm 0,00$ log kob/g olarak tespit edilen maya-küf yükü depolamanın 2. haftasında Kontrol grubunda $6,17 \pm 0,19$ log kob/g olarak bulunmuştur. 8 haftalık depolama boyunca kontrol grubunda maya-küf değeri artmış ve depolama sonunda $6,48 \pm 0,05$ log kob/g olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun maya-küf değerleri depolama süresince diğer gruplardan anlamlı şekilde ($p < 0,05$) yüksek gözlenmiştir (Tablo 4.10. ve şekil 4.10).

Tablo 4.10. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının $2^{\circ}\text{C} \pm 2'$ de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (maya-küf yükü) meydana gelen değişimler (log kob/g)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Aa}}$
1	5,26 $\pm 0,22^{\text{Ab}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
2	6,17 $\pm 0,19^{\text{Ac}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
3	5,83 $\pm 0,05^{\text{Ad}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
4	6,57 $\pm 0,01^{\text{Ae}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
5	6,18 $\pm 0,04^{\text{Ac}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
6	6,44 $\pm 0,01^{\text{Af}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
7	6,48 $\pm 0,07^{\text{Af}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$
8	6,48 $\pm 0,05^{\text{Af}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$	$<1,00$ $\pm 0,00^{\text{Ba}}$



Şekil 4.10. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının $2^{\circ}\text{C}\pm 2'$ de depolama sırasında mikrobiyolojik parametrelerinde (maya-küf yükü) meydana gelen değişimler

4.4. KİMYASAL ANALİZ BULGULARI

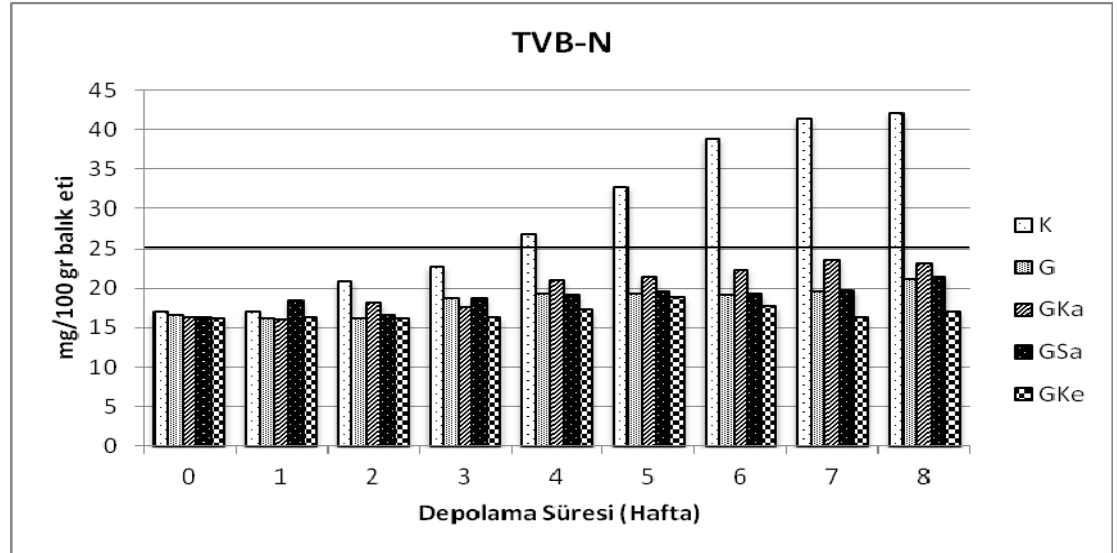
4.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları

Gluten kaplama uygulanmış ve uygulanmamış sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin TVB-N değerleri depolama başlangıcında $16,08\pm 0,03$ mg/100g - $16,96\pm 0,12$ mg/100g arasında bulunmuştur. TVB-N değeri tüm gruplarda depolama boyunca düzenli bir yükseliş göstermiştir. Depolamanın 4. haftasında kontrol grubu örneklerde $26,76\pm 0,71$ mg/100g değeri ile alabalıklar için bildirilen tüketilebilir değeri aşmıştır. Kontrol grubu örneklerin TVB-N değeri 8 haftalık depolama boyunca uygulama yapılan örneklerden $p < 0,05$ aralığından anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 8. haftasında G grubu örneklerde $19,49 \pm 0,46$ mg/100g, GKa grubu örneklerde $23,54 \pm 0,42$ mg/100g, GSa grubu örneklerde $19,67 \pm 0,20$ mg/100g ve $16,29 \pm 0,05$ mg/100g TVB-N değeri tespit edilmiştir (Tablo 4.12 ve Şekil 4.12).

Tablo 4.11. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2'de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (TVB-N) meydana gelen değişimler (mg/100g)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	16,96 ±0,12 ^{Aa}	16,55 ±0,62 ^{Aa}	16,30 ±0,05 ^{Aa}	16,20 ±0,15 ^{Aa}	16,08 ±0,03 ^{Aa}
1	17,02 ±0,29 ^{Aa}	16,12 ±0,39 ^{Aa}	16,01 ±0,43 ^{Aa}	18,40 ±0,09 ^{Bb}	16,32 ±0,49 ^{Aa}
2	20,77 ±0,13 ^{Ab}	16,07 ±3,27 ^{Ba}	18,15 ±0,75 ^{Cb}	16,61 ±1,89 ^{Ba}	16,15 ±0,67 ^{Ba}
3	22,68 ±0,02 ^{Ac}	18,73 ±0,33 ^{Bb}	17,61 ±0,25 ^{Cb}	18,73 ±0,07 ^{Bb}	16,23 ±0,03 ^{Da}
4	26,76 ±0,71 ^{Ad}	19,24 ±0,15 ^{Bb}	20,89 ±0,16 ^{Cc}	19,10 ±0,18 ^{Bb}	17,26 ±0,13 ^{Db}
5	32,61 ±0,23 ^{Ae}	19,32 ±0,24 ^{Bb}	21,44 ±0,17 ^{Cc}	19,54 ±0,03 ^{Bb}	18,76 ±0,18 ^{Bb}
6	38,75 ±0,27 ^{Af}	19,09 ±0,20 ^{Bb}	22,31 ±0,28 ^{Cc}	19,22 ±0,24 ^{Bb}	17,62 ±0,46 ^{Db}
7	41,26 ±0,08 ^{Ag}	19,49 ±0,46 ^{Bb}	23,54 ±0,42 ^{Cd}	19,67 ±0,20 ^{Bb}	16,29 ±0,05 ^{Da}
8	42,05 ±0,24 ^{Ag}	21,03 ±0,53 ^{Bc}	23,03 ±0,08 ^{Cd}	21,43 ±0,38 ^{Bc}	17,02 ±0,06 ^{Da}



Şekil 4.11. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2'de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (TVB-N) meydana gelen değişimler

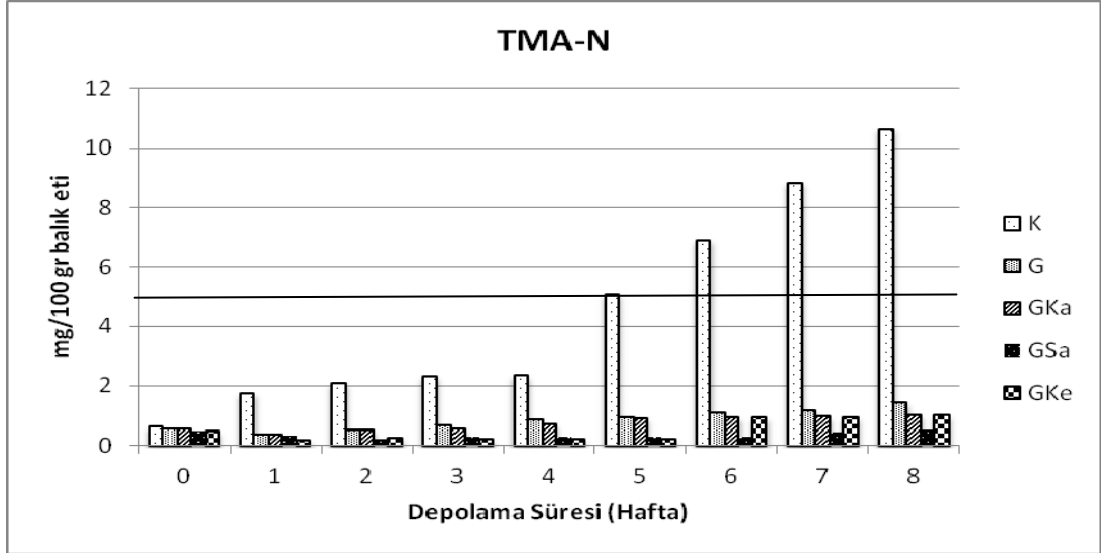
4.4.2 Trimetilamin Azot (TMA-N) Bulguları

Dumanlanmış balıkların depolanmasının başlangıcında kontrol grubunda $0,60 \pm 0,14$ mg/100g TMA-N değeri ölçülmüştür. Gluten kaplama uygulanmış örneklerin TMA-N değeri de kontrol grubundan farksız ($p < 0,05$) olarak 0,45 ile 0,56 mg/100g arasında değişiklik göstermiştir. Sekiz haftalık depolama sonucunda bütün gruplarda TMA-N değeri artış göstermiştir ve sırasıyla (Kontrol, G, GKa, GSa ve GKe) $10,61 \pm 0,04$, $1,40 \pm 0,08$, $1,00 \pm 0,02$, $0,52 \pm 0,02$, $0,99 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur. Tablo 4.13. ve şekil 4. 13. 'den görüldüğü üzere kontrol grubu örneklerin TMA- N değeri uygulama yapılmış gruplardan depolama süresince yüksek ($p < 0,05$) bulunmuştur. Depolamanın 7. haftasında kontrol grubu örneklerde TMA-N için bildirilen tüketilebilirlik değeri aşılmış olup diğer gruplarda bu sınır değer depolama süresince aşılmamıştır.

Tablo 4.12. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının $2^{\circ}\text{C} \pm 2$ 'de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (TMA-N) meydana gelen değişimler (mg/100g)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	0,60 $\pm 0,14^{Aa}$	0,54 $\pm 0,10^{Aa}$	0,56 $\pm 0,10^{Aa}$	0,48 $\pm 0,10^{Aa}$	0,45 $\pm 0,10^{Aa}$
1	1,73 $\pm 0,13^{Ab}$	0,35 $\pm 0,03^{Bb}$	0,34 $\pm 0,04^{Bb}$	0,30 $\pm 0,09^{Bb}$	0,15 $\pm 0,05^{Cb}$
2	2,06 $\pm 0,13^{Ac}$	0,51 $\pm 0,03^{Ba}$	0,49 $\pm 0,03^{Ba}$	0,20 $\pm 0,05^{Cb}$	0,25 $\pm 0,03^{Cb}$
3	2,31 $\pm 0,06^{Ad}$	0,64 $\pm 0,01^{Ba}$	0,55 $\pm 0,02^{Ba}$	0,28 $\pm 0,07^{Cb}$	0,21 $\pm 0,03^{Cb}$
4	2,32 $\pm 0,05^{Ad}$	0,85 $\pm 0,04^{Bc}$	0,70 $\pm 0,02^{Cc}$	0,27 $\pm 0,02^{Db}$	0,20 $\pm 0,01^{Db}$
5	5,06 $\pm 0,05^{Ae}$	0,94 $\pm 0,02^{Bc}$	0,90 $\pm 0,03^{Bd}$	0,28 $\pm 0,06^{Cb}$	0,19 $\pm 0,01^{Cb}$
6	6,89 $\pm 0,10^{Af}$	1,06 $\pm 0,02^{Bd}$	0,92 $\pm 0,06^{Cd}$	0,28 $\pm 0,03^{Db}$	0,91 $\pm 0,01^{Cc}$
7	8,82 $\pm 0,04^{Ag}$	1,14 $\pm 0,16^{Bd}$	0,94 $\pm 0,06^{Cd}$	0,41 $\pm 0,07^{Da}$	0,93 $\pm 0,13^{Cc}$
8	10,61 $\pm 0,04^{Ah}$	1,40 $\pm 0,08^{Be}$	1,00 $\pm 0,02^{Cd}$	0,52 $\pm 0,02^{Da}$	0,99 $\pm 0,03^{Cc}$



Şekil 4.12. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2'de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (TMA-N) meydana gelen değişimler

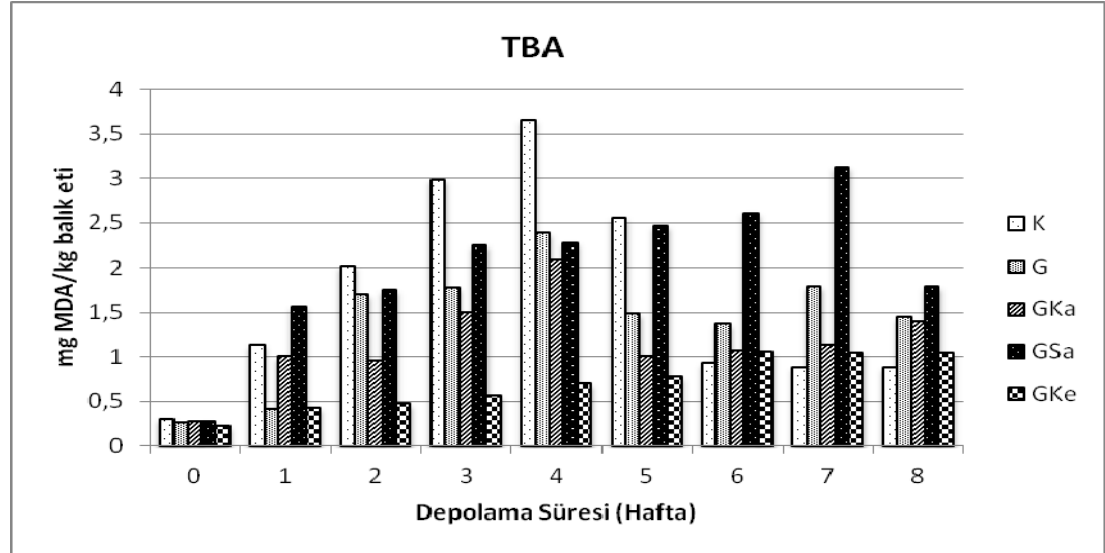
4.4.3 Tiyobarbitürik Asit İndeksi (TBA) Bulguları

TBA değeri, gluten kaplama uygulanmış ve uygulanmamış sıcak dumanlanmış örneklerde 0,22 mg MDA/kg -0,30 mg MDA/kg aralığında tespit edilmiştir. Kontrol grubunda depolamanın 4. haftasında 3,65±0,05 mg MDA/kg ile en yüksek TBA değeri ölçülmüş bu değer daha sonra düşüş eğilimi göstermiştir. Benzer durum G ve GKa gruplarında da gözlenmiştir. GSa grubu örneklerde TBA değeri depolamanın 7. haftasında 3,12±0,01 mg MDA/kg değeri ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. GKe örneklerinde TBA değeri sekiz haftalık depolama boyunca düzenli artış göstermiştir. Depolamanın ilk 5 haftası boyunca GKe grubu örneklerin TBA değeri tüm gruplardan önemli düzeyde ($p<0,05$) düşük bulunmuştur.

Tablo 4.13. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2’de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (TBA) meydana gelen değişimler (mg MDA/kg)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	GSa	GKe
0	0,30 ±0,02 ^{Aa}	0,26 ±0,01 ^{Aa}	0,26 ±0,02 ^{Aa}	0,27 ±0,02 ^{Aa}	0,22 ±0,03 ^{Aa}
1	1,13 ±0,03 ^{Ab}	0,41 ±0,01 ^{Bb}	1,00 ±0,03 ^{Cb}	1,56 ±0,03 ^{Db}	0,42 ±0,04 ^{Bb}
2	2,01 ±0,08 ^{Ac}	1,70 ±0,04 ^{Bc}	0,95 ±0,04 ^{Cb}	1,75 ±0,13 ^{Bc}	0,47 ±0,05 ^{Db}
3	2,98 ±0,01 ^{Ad}	1,78 ±0,17 ^{Bc}	1,50 ±0,14 ^{Cc}	2,25 ±0,03 ^{Dd}	0,56 ±0,02 ^{Ec}
4	3,65 ±0,05 ^{Ae}	2,38 ±0,03 ^{Bd}	2,09 ±0,03 ^{Cd}	2,27 ±0,13 ^{Dd}	0,69 ±0,11 ^{Ed}
5	2,54 ±0,09 ^{Af}	1,48 ±0,03 ^{Be}	1,00 ±0,02 ^{Cb}	2,46 ±0,02 ^{Ae}	0,77 ±0,03 ^{Bd}
6	0,93 ±0,07 ^{Ag}	1,36 ±0,04 ^{Bf}	1,07 ±0,05 ^{Cb}	2,60 ±0,03 ^{Df}	1,05 ±0,01 ^{Ce}
7	0,88 ±0,05 ^{Ag}	1,79 ±0,15 ^{Bc}	1,12 ±0,08 ^{Ce}	3,12 ±0,01 ^{Dg}	1,04 ±0,03 ^{Ce}
8	0,88 ±0,05 ^{Ag}	1,44 ±0,09 ^{Be}	1,39 ±0,00 ^{Bf}	1,78 ±0,02 ^{Cc}	1,04 ±0,02 ^{De}



Şekil 4.13. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2’de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (TBA) meydana gelen değişimler

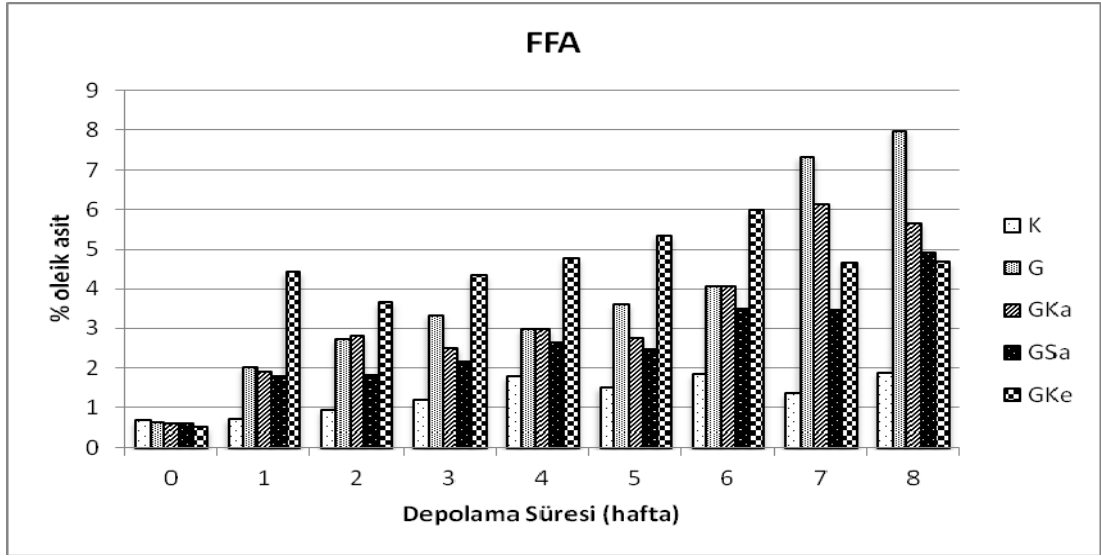
4.4.4 Serbest Yağ Asitleri (FFA) Bulguları

Depolama başlangıcında ürünlerin oleik asit cinsinden % 0,49-% 0,60 aralığında serbest yağ asitleri değerine sahip olduğu belirlenirken tüm gruplarda depolama süresine paralel düzenli artış göstermiştir. Depolama süresince kontrol grubu örneklerin FFA değeri gluten kaplama yapılan örneklerden daha düşük ($p<0,05$) bulunurken, antimikrobiyal kaplamalar içinde sarımsak yağı katılan G_{Sa} ve kekik yağı katılan G_{Ke} grubu örneklerin FFA değeri depolamanın son haftalarında diğer kaplama yapılan gruplara göre daha düşük değerlerde bulunmuştur.

Tablo 4.14. Antimikrobiyal katkıli gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının 2°C±2’de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (FFA) meydana gelen değişimler (% oleik asit)

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

Depolama süresi (Hafta)	K	G	GKa	G _{Sa}	G _{Ke}
0	0,60 ±0,03 ^{Aa}	0,61 ±0,06 ^{Aa}	0,57 ±0,06 ^{Aa}	0,59 ±0,03 ^{Aa}	0,49 ±0,07 ^{Aa}
1	0,69 ±0,13 ^{Aa}	1,99 ±0,34 ^{Bb}	1,89 ±0,18 ^{Bb}	1,78 ±0,05 ^{Bb}	2,20 ±0,19 ^{Bb}
2	0,92 ±0,02 ^{Aa}	2,71 ±0,05 ^{Bc}	2,79 ±0,21 ^{Bc}	1,81 ±0,25 ^{Cb}	1,82 ±0,59 ^{Cc}
3	1,19 ±0,07 ^{Aa}	3,32 ±0,13 ^{Bd}	2,49 ±0,06 ^{Cc}	2,15 ±0,01 ^{Cb}	2,17 ±0,09 ^{Cb}
4	1,76 ±0,01 ^{Ab}	2,97 ±0,52 ^{Bc}	2,96 ±0,24 ^{Bc}	2,64 ±0,18 ^{Bc}	2,37 ±0,27 ^{Cb}
5	1,50 ±0,07 ^{Ab}	3,59 ±0,13 ^{Bd}	2,73 ±0,34 ^{Cc}	2,45 ±0,03 ^{Cc}	2,67 ±0,01 ^{Cb}
6	1,82 ±0,02 ^{Ab}	4,04 ±0,85 ^{Be}	4,04 ±0,04 ^{Bd}	3,49 ±0,06 ^{Cd}	2,89 ±0,12 ^{Db}
7	1,34 ±0,10 ^{Aa}	7,32 ±0,39 ^{Bf}	6,14 ±0,37 ^{Ce}	3,45 ±0,18 ^{Dd}	2,32 ±0,40 ^{Db}
8	1,87 ±0,15 ^{Ab}	7,96 ±0,11 ^{Bg}	5,64 ±0,01 ^{Cf}	4,89 ±0,47 ^{De}	2,33 ±0,20 ^{Eb}



Şekil 4.14. Antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış, vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının $2^{\circ}\text{C}\pm 2$ 'de depolama sırasında kimyasal parametrelerinde (FFA) meydana gelen değişimler

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. HAMMADDE ANALİZ SONUÇLARI

Taze alabalık örneklerinin % 18,80 \pm 0,06 protein, % 2,92 \pm 0,12 yağ, % 1,78 \pm 0,03 kül, % 75,56 \pm 0,09 nem ve % 0,94 \pm 0,07 karbonhidrat içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Benzer sonuçlar Bilgin ve diğ. (2007) tarafından alabalıklar için % 78,90 nem, % 2,55 yağ ve % 1,33 kül olarak bildirilmiştir. Bir başka çalışmada alabalıklar için % 19,05 protein, % 8,45 yağ, % 1,35 kül içeriği Kolsarıcı ve Özkaya (1998) tarafından bildirilmiştir.

Dumanlanmış alabalığın protein değeri % 24,09 \pm 0,33, yağ değeri % 5,20 \pm 0,50, kül değeri % 2,10 \pm 0,003, nem değeri % 55,50 \pm 0,10 ve karbonhidrat değeri % 13,11 \pm 0,12 olarak tespit edilmiştir. Oğuzhan ve diğ. (2006) sıcak dumanlanmış alabalığın besin kompozisyonu değerlerini bizim sonuçlarımıza benzer olarak % 59,26 \pm 1,04 nem, % 28,05 \pm 0,24 protein, % 9,51 \pm 0,15 yağ ve % 2,02 kül olarak bildirmişlerdir. Siskos ve diğ. (2007) dumanlanmış alabalık için besin kompozisyonunu % 68,5-69,8 nem, % 22,4-24,2 protein ve % 5,5-7,8 yağ olarak bildirmişlerdir. Bilgin ve diğ. (2007) tarafından dumanlanmış alabalıkların besin kompozisyonu % 78,9 \pm 1 nem, % 16,22 \pm 0,01 protein, % 2,55 \pm 0,16 yağ, % 1,33 \pm 0,02 kül ve %1 karbonhidrat olarak bulunmuştur. Taze balıkta olduğu gibi işlenmiş ürünlerde besin kompozisyonunu balığın beslenme şekli, kültür balıklarında yem kompozisyonu etkiler, bundan başka dumanlama süre ve sıcaklığı, uygulanan dumanlama şeklide besin kompozisyonuna etki eden faktörlerdendir (Bilgin ve diğ., 2008; Arvanitoyannis ve Kotsanopoulos, 2012). Literatürlerde sunulan farklı besin kompozisyonu sonuçlarının çalışmamız sonuçlarından farklılığı bu nedenle açıklanabilir.

5.2 DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI

Bu çalışmada antimikrobiyal özelliğe sahip karanfil, sarımsak ve kekik yağı ilave edilmiş glutenden yapılmış yenilebilir kaplamaların uygulandığı sıcak dumanlanmış alabalıkların duyuşal özellikleri sekiz haftalık depolama süresinde kontrol grubuna göre

daha yüksek puanlarla değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme skalasında 5 puan tüketilebilirlik için sınır kabul edilmiş ve bunun puanın altında değerlendirilen balıkların “bozulmuş kalite” olarak kabul edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Çalışmamızda genel görünüş, koku, tat ve doku parametrelerinin ortalaması alındığında vakum paketlenmiş gluten kaplama uygulanmamış kontrol grubu örneklerin tüketilebilir kaliteyi depolamanın ilk 3 haftası boyunca koruduğu belirlenmiştir. Gluten ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanan örneklerin tüketilebilir kaliteyi daha uzun süre koruduğu gözlenmiştir. Bu değerlendirmeye göre gluten kaplama uygulanan örneklerin dayanım ömrü 5 hafta, antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanan örneklerin dayanım ömrü 6 hafta olarak tespit edilmiştir.

Kolodziejska ve diğ. (2002) tarafından karton kutularda paketlenmiş sıcak ve soğuk dumanlanmış soğukta muhafaza edilmiş (2 °C ve 8 °C) uskumru için raf ömrü 2 hafta olarak bildirilmiştir. Kaya ve diğ. (2006) tarafından streç filmle sarılmış buzdolabı koşullarında depolanmış sıcak dumanlanmış palamut için 2 hafta dayanım süresi belirlenmiştir. Aynı şekilde streç filmle paketlenmiş sıcak dumanlanmış tilapya örnekleri için raf ömrü 3 hafta olarak bildirilmektedir (Yanar, 2007). Koral ve diğ. (2009) tarafından alüminyum folyoda sarılı olarak soğukta muhafaza edilmiş dumanlanmış zargana balığınının raf ömrü 21 gün, oda sıcaklığında muhafaza edilen dumanlanmış zargana balığınının raf ömrü 7 gün olarak bildirilmiştir. Alüminyum folyoda ambalajlanmış olarak soğukta muhafaza edilmiş dumanlanmış palamut balığınının raf ömrü 10 gün olarak tespit edilmiştir (Koral ve diğ., 2010). Koral ve Köse, (2005) tarafından aynı ambalaj sisteminin kullanıldığı dumanlanmış hamsi için 9 gün dayanım ömrü bildirmiştir.

Dumanlanmış balığın raf ömrü ve duyusal kalitesinde çiğ materyalin kalitesi, başlangıç mikrobiyal yükü, işleme koşulları, işleme sonrası kontaminasyona maruz kalması, paketlenme şekli, paket materyali ve depolama sıcaklığı etkilidir (Kolodziejska ve diğ., 2002; Dondero ve diğ.,2004); Koral ve diğ., 2009). Erkan ve diğ. (2009), Erkan ve diğ. (2011b) vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalık filetoları için 4 hafta, Çaklı ve diğ. (2006) ve Erkan (2012) 5 hafta raf ömrü bildirilmektedirler. Dumanlanmış balıkların raf ömrünü artırmaya yönelik çalışmalar incelendiğinde %60 CO₂ -% 40 N₂

gaz karışımında modifiye atmosferle paketlemenin sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin raf ömrünün vakum ambalaj yapılmış kontrol grubuna göre 2 hafta daha uzun olduğu Çaklı ve diğ. (2006) tarafından belirtilmektedir. Benzer şekilde %50 CO₂ ve % 100 CO₂ gaz karışımında paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalıklar için bir hafta daha uzun raf ömrü bildirilmiştir (Erkan ve diğ., 2009). Dumanlanmış balıkların raf ömrünü uzatmak amacıyla vakum ambalaj ile kombineli olarak bitkisel kaynaklı ekstraktlar kullanılmıştır. %1 oranında (v/w) sarımsak ve kekik yağı ekstraktları uygulanmış sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin tüketilebilir duyu kaliteyi kontrol örneklerine göre 2 hafta daha koruduğu bildirilmiştir (Erkan, 2012). 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 Erkan ve diğ. (2011b) ve Erkan ve diğ. (2011c) tarafından tespit edilmiştir.

Gomez-Estaca ve diğ. (2007) yaptığı yenilebilir kaplama uygulaması dumanlanmış balıklar için ilk örnektir. Dağ kekiği ve biberiye ekstraktı eklenmiş jelatin ve jelatin-kitosan bazlı kaplama uygulanmış soğuk dumanlanmış sardalya balıklarının kontrol grubuna göre daha uzun dayanım ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir. Yenilebilir kaplama uygulaması yapılmış taze balık örneklerinde de benzer sonuçlara rastlanmıştır.

Lu ve diğ. (2009) tarafından nisin ve EDTA gibi antimikrobiyal özelliğe sahip katkı içeren aljinat kaplama uygulanan çığ balık örneklerinin daha yüksek duyu değerlendirme puanına sahip olduğu, Duan ve diğ. (2010) tarçın yaprağı yağı katkılı kitosan-kril yağı kombineli kaplama uygulanmış morina filetolarının duyu olarak daha çok beğenildiği, Song ve diğ. (2011) tarafından çay polifenolü ve C vitamini içeren aljinat kaplama uygulanmış çipura balıklarının uygulama yapılmamış örneklerden %50-%75 daha fazla dayanım ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir. Li ve diğ. (2012) çay polifenolü ve biberiye eklenmiş kitosan kaplama uygulanmış taze balıkların kaplama uygulanmamış balıklardan 8-10 gün daha fazla kabul edilebilir kaliteyi koruduğu belirlenmiştir. Mohan ve diğ. (2012) kaplama uygulanmamış sardalya filetoları için duyu parametrelerine göre 5 gün dayanım ömrü bildirirken, %1 ve %2 kitosan kaplama uygulanan sardalya filetoları için 8 ve 10 gün dayanım ömrü bildirmişlerdir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada antimikrobiyal aktiviteye sahip karanfil, sarımsak ve kekik yağı (%1 v/v) eklenmiş gluten kaplama uygulandıktan sonra vakum paketlenen sıcak dumanlanmış alabalık filetolarının duyuşal raf ömrü üzerine olumlu bir etki yaptığı diğer yeni geliştirilen tekniklere alternatif olabileceği tespit edilmiştir.

5.3 MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI

Dumanlanmış ürünlerin raf ömrünün ve kalitesinin belirlenmesinde mikrobiyolojik parametreler önemli yer tutar (Truelstrup Hansen ve diğer., 1995). Soğukta muhafaza edilen 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. Genellikle toplam bakteri yükü değerlendirilirken balık ve balık ürünleri için tolere edilebilir mikrobiyolojik limit 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 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 diğer., 2005). Bu literatürlerle uyum gösteren diğer literatürlerde soğukta muhafaza edilen dumanlanmış ürünlerde, mezofil ve psikrotrofik bakteriler için bildirilen kabul edilebilir mikrobiyolojik limit 6 log kob/g'dır. Genellikle duyuşal parametrelere göre tüketilemez kalite olarak değerlendirilen dumanlanmış ürünlerde tespit edilen psikrotrofik ve mezofilik bakteri yükü 7-8 log kob/g'dur (Truelstrup Hansen ve diğer., 1998, Espe ve diğer., 2004; Olafsdottir ve diğer., 2005).

Gluten kaplama uygulanmayan kontrol grubu sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinde mezofilik aerobik bakteri yükü depolamanın 2. haftasında kontrol grubu örneklerde $7,38 \pm 0,14$ log kob/g olarak bulunmuştur ve bu grup ürünler bozulmuş olarak değerlendirilmiştir. Gluten ve antimikrobiyal katkı örneklerde 8 haftalık depolama

süresince kontrol grubu örneklerin mezofilik aerobik bakteri değerine kıyasla oldukça düşük ($p < 0,05$) bakteri yükü tespit edilmiştir, bozulmuş değerine ulaşılmamıştır.

Tatlı su ve deniz balıklarının psikrotrofik bakteri yükü için kabul edilebilir alt limiti 6 log kob/g (Lapa-Guimarães ve diğ., 2002) üst limiti 7 log kob/g olarak bildirilmiştir (Duran ve diğ., 2008). Psikrotrof bakteri yüküne sonuçlarına göre vakum paketlenmiş kontrol grubu örneklerin 2 hafta süre ile güvenle tüketilebileceği tespit edilmiştir. Gluten kaplama uygulanmış örneklerde depolama süresince bu değere ulaşılamamıştır. Su ürünlerinin bozulmasında etkili mikroorganizmaların çoğunluğu aerob bakterilerdir. Gıdanın bulunduğu ortamın anaerob hale getirilmesi ile bu bakterilerin gelişimi inhibe edilerek gıdaların daha uzun süre muhafazası söz konusudur. Vakum ambalaj, modifiye atmosferle paketlenme uygulamaları bu amaçla geliştirilmiş ve uygulanan tekniklerdir. Yenilebilir film ve kaplama uygulamalarında da aynı mantık söz konusudur. Kaplama ve ya filmin elde edildiği maddeye göre değişiklik göstermekle birlikte gıdayı organik bazlı materyalle kaplamanın havanın oksijeninden köken alan mikroorganizmaların gelişimini yavaşlattığı, yağ oksidasyonu gibi kalite kayıplarını önlemek anlamında başarılı sonuçlar verdiği pek çok literatürde bildirilmiştir (Campos ve diğ., 2011).

Anaerobik ortam sağlanmaya çalışarak yapılan vakum paketlenme vb uygulamalarda toplam bakteri yükü anlamında aranan mikrobiyolojik parametre anaerobik bakteri yüküdür (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 mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yüküne benzer şekilde anaerobik bakteri yükü kontrol grubu örneklerde depolama süresince yükseliş göstermiş depolamanın 2. haftasında $7,13 \pm 0,05$ log kob/g anaerobik bakteri yükü tespit edilmiştir. Gluten ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanan örneklerde depolama süresince anaerobik bakteri yükü < 1 log kob/g seviyesinde tespit edilmiştir.

Çalışmamızda tüm örneklerde *Clostridium* spp. depolama boyunca izlenmiş, kontrol grubu örneklerde bu değer sürekli artış gösterirken, gluten ve antimikrobiyal içerikli

gluten kaplama uygulanan örneklerde depolama süresince 1 log EMS/g altında kalmıştır.

Gıda mikrobiyolojisinde anaerobik bakteri tanımından kasıt genellikle *Clostridium* türleridir. Bunun dışında başka anaerobik yada fakültatif anaerobik bakteri türleri gıdalarda bulunsa da analizlerde belirlenen türler genellikle bu cins bakterilerdir (Halkman, 2005). Bu bakımdan *Clostridium* spp. sonuçları toplam anaerobik bakteri yükü sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Dumanlanmış balık ürünleri taze ürünlere kıyasla görmüş olduğu tuzlama, kurutma ve ısı işlem ile su aktivitesi ve nem içeriği daha düşük gıdalardır. Maya ve küfler ekseriya su aktivitesi daha düşük olan tuzlanmış, kurutulmuş ve dumanlanmış gıdalarda risk oluşturur. İşlenmiş su ürünlerinde gıdanın nem içeriği % 13'ün altına düşürülmedikçe maya-küfün gelişebileceği bildirilmiştir (Schormüller, 1967) *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Monilia*, *Manosculus*, *Mortierella*, *Mucor*, *Neurospora*, *Oidium*, *Oosproa*, *Penicillium*, *Rhizopus* ve *Thamnidium* türü küfler su aktivitesi düşük bir çok gıdada bulunabilir (Topal, 1993). Gıda ürünlerinde kabul edilemez koku oluştuğu zaman maya-küf yükü bakımındanda bozulmanın gerçekleştiği kabul edilmektedir (Westall ve Filtenborg, 1998).

Çalışmamızda diğer incelediğimiz bakteri grupları gibi maya-küf değerleri de kontrol grubu örneklerde düzenli artış gösterirken, kabul edilemez koku puanına sahip olduğu depolamanın 3. haftasında maya-küf değeri bakımından bozulmuş olarak değerlendirilmiştir. Gluten kaplama uygulaması yapılan gruplarda maya küf değeri depolama boyunca 1 log kob/g 'ın altında bulunmuştur.

Bu tez çalışmasında, mikrobiyolojik analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde kontrol grubu örneklerin raf ömrü 2 hafta olarak, gluten ve antimikrobiyal katkı gluten kaplama uygulanan örneklerin raf ömrü 8 hafta olarak belirlenmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998) sıcak ve soğuk dumanlamanın alabalıkların raf ömürlerine etkisini araştırdıkları çalışmada sıcak dumanlanmış örneklerin başlangıçtaki mezofilik

aerobik bakteri yükünü 4,32 log kob/g, psikrotrofik bakteri yükünü 3,82 log kob/g olarak bildirmişlerdir. Her iki bakteri grubu da depolamaya paralel artış göstermiş ve ürünlerin duyuşsal ve kimyasal parametrelere göre bozulmuş” olarak değęerlendikleri depolamanın 48. gününde toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü 7,36 log kob/g, psikrotrofik bakteri yükünü 6,25 log kob/g olarak bildirmişlerdir. Soğukta 2°C’de depolanan vakum paketlenmiş dumanlanmış alabalıklar üzerinde yapılan bir çalışmaya göre iki haftalık depolama sonucunda 5,62-8,39 log kob/g arasında toplam bakteri değeri bildirilmiştir (Gonzalez-Rodriguez ve diğ., 2002). Bilgin ve diğ. (2008) yaptıkları çalışmada sıcak dumanlanmış çipura örnekleri için örneklerin duyuşsal ve kimyasal parametrelere göre “bozulmuş” olarak değęerlendirildiđi 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 bildirmişlerdir. Sıvı dumanlanmış alabalıklarda yapılan bir çalışmaya göre sıvı duman uygulama süresi arttıkça ürünlerdeki toplam mezofilik aerobik bakteri yükü gelişiminin yavaşladığı ve uzun süreli sıvı duman uygulaması yapılan örneklerde depolamanın 48. gününde toplam bakteri kabul edilebilir sınır değerinin aşıldığı bildirilmiştir (Siskos ve diğ., 2007). Lyhs ve diğ. (2001) dumanlanmış gökkuşadı alabalık filetolarından 3 °C de depolanan balık örneklerini depolamanın 27. günde 10^6 - 10^7 kob/g bakteri yükü ile, 8 °C de depolanan balık örneklerini ise 20. günde 10^7 - 10^8 kob/g bakteri yükü ile “bozulmuş” olarak değęerlendirmişlerdir.

Dumanlanmış balık ürünlerinde dumanlama tipine göre, uygulanan pişirme ve dumanlama süre ve sıcaklığına göre, kullanılan materyalin başlangıç kalitesine göre mikrobiyal yükü değışiklik gösterebilmekte ve depolama süresini etkilemektedir. Depo sıcaklığı, kullanılan ambalaj tipi de dayanım ömrünü belirlemede önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998). Bu konuda modifiye atmosferle paketlemenin vakum paketlemeye alternatif olabileceği Çaklı ve diğ. (2006) tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada vakum paketlenerek muhafaza edilen sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin duyuşsal 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. Modifiye atmosfer uygulanmış (%60 CO₂ -%40 N₂) örneklerin ise depolamanın 40. gününde 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 yükü belirlenmiştir.

Erkan ve diğ. (2011b) 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. Aynı çalışmada depolamanın 4. haftasında %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.

Benzer şekilde %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 tespit edilmiştir (Erkan, 2012). Yenilebilir film uygulaması yapılmış soğuk dumanlanmış sardalya balıklarında jelatin-kitosan kaplama yapılmış örneklerin mikrobiyolojik yükünün kaplama yapılmayan örneklere göre daha iyi sonuç verdiği, kekik ve biberiye ekstraktı katkılı jelatin-kitosan kaplama yapılmış örneklerin ise normal kaplamalı örneklere göre depolama süresince 2-3 log kob/g daha düşük bakteri yüküne sahip olduğu belirlenmiştir (Gómez-Estaca ve diğ., 2007).

López-Caballero ve diğ. (2005) 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 ederken, 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. Neetoo ve diğ. (2010) sodyum laktat (% 2,4) ve sodyum diasetat (% 0,25) katkılı aljinat kaplama uygulanmış soğuk dumanlanmış somon filetolarında depolamanın 30. gününde 3,8 log kob/g aerobik bakteri, 3,1 log kob/g anaerobik bakteri yükü tespit edilirken, aynı gün kaplama yapılmamış kontrol grubu örneklerde 7,3 log kob/g aerobik, 7,2 log kob/g anaerobik bakteri yükü tespit etmişlerdir.

Gluten ve antimikrobiyal katkılı esansiyel yağlar ilave edilmiş gluten kaplamaların sıcak dumanlanmış su ürünlerinin mikrobiyolojik yükünde oldukça etkili olduğu bu çalışma ile belirlenmiştir.

5.4 KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Toplam uçucu bazik azot değeri (Total volatile basic nitrogen; TVB-N) balık kas etinde protein ve protein olmayan azotlu bileşiklerin mikrobiyal ve enzimatik yıkımı sonucu oluşan maddelerin bir ölçüsü olarak balık ve balık ürünlerinin bozulmasında önemli bir indikatördür. Taze balıkta TVB-N değeri çok düşük olmakla birlikte balık cinsine, depolama, ambalaj şekline göre değişiklik göstermekle birlikte depolama sırasında genellikle artış eğilimi gösterir (Huss, 1988). Balık ve balık ürünlerinde TVB-N kabul edilebilirlik sınır değeri türlere göre farklılık gösterebilmektedir. 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 alabalık için TVB-N kabul edilebilirlik üst limiti 25 mg/100g olarak bildirilmiştir. Dondero ve diğ. (2004) Bilgin ve diğ. (2007) ve Erkan (2012) sıcak dumanlanmış alabalık için TVB-N sınır değerini 25 mg/100g olarak bildirmişlerdir. Gluten ve antimikrobiyal ilaveli gluten kaplama uygulanmış örneklerde bu sınır değer 8 haftalık depolama süresince aşılmamıştır, kontrol grubu örneklerde depolamanın ilk 3 haftası boyunca TVB-N değeri kabul edilebilir limitlerde kalmıştır. Kontrol grubu örneklerde daha yüksek TVB-N değeri ölçülmesinin nedeni bakteriyel bozulma ve bunun sonucu olarak uçucu bileşenlerin artışıdır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarında da görüldüğü gibi gluten ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanmış örneklerde mikroorganizma yükünde artış tespit edilmemiş ve bu durum TVB-N değerinin yükselmemesi şeklinde karşımıza çıkmıştır. Antimikrobiyal aktivitenin yavaşlatıldığı daha düşük mikrobiyal yükün tespit edildiği dumanlanmış balıkla ilgili çalışmalarda da benzer TVB-N sonuçları bildirilmektedir (Çaklı ve diğ., 2006; Erkan ve diğ., 2009; Erkan ve diğ., 2011b ve 2011c)

Balıklarda osmoregülasyondan sorumlu protein olmayan azotlu bileşiklerden Trimetilaminoksitin (TMA-O) bakteriyel ve enzimatik yıkımlanması sonucu oluşan yıkımlanma ürünlerinden Trimetilamin azot (Trimethylamine nitrogen; TMA) değeri

taze balıkta oldukça düşük seviyelerdedir. Alabalık gibi tatlı su balıklarında yok denecek kadar az seviyelerde bulunur (Chytiri ve diğ., 1994). TVB-N değeri gibi TMA-N değeri de balıkların muhafazası sırasında bozulma sürecini etkileyen mikrobiyal aktivite ile artış eğilimi içindedir ve bozulma parametresi olarak değerlendirilir (Ludorff ve Meyer, 1973). Deniz balıkları için 8 mg/100g, 10-15 mg/100g gibi yüksek TMA-N değeri kabul edilebilir sınır değeri olarak bildirilirken alabalık gibi tatlı su balıkları için 5 mg/100g TMA-N değeri bozulmuşluk değeri olarak tanımlanmıştır (Chytiri ve diğ., 1994; Koral ve diğ., 2009). Çalışmamızda bu değere kontrol grubu örneklerde depolamanın 4. haftasında ulaşılmış diğer gruplarda bu değere depolama süresince ulaşılmamıştır. Gluten kaplama ve antimikrobiyal gluten kaplama vakum ambalajla kombineli olarak yoğun bir anerobik ortam sağlamış ve bozulma florasının gelişimine izin vermemiştir. Bu durum TVB-N oluşumunda olduğu gibi TMA-N oluşumunda da etkili olmuş ve uygulama yapılan örneklerde daha düşük TMA-N değeri tespit edilmiştir. Kekik, sarımsak vb. uçucu yağların sıcak dumanlanmış alabalıkların yüzeyine sürülerek vakum ambalajla kombineli olarak kullanımında da yağların antibakteriyel özelliği ve oluşturduğu film tabakası sayesinde daha düşük TMA-N değeri ölçülmüştür (Erkan, 2012)

Dumanlanmış ürünlere tipik tadı kokuyu veren duman içerik maddelerinden fenoller antioksidan aktiviteye sahiptir. Su aktivitesi düşük olan dumanlanmış ürünlere yüzde yağ içeriği yükselir, dumanlama sırasındaki ısıl işleme ile yağ kompozisyonunda serbest yağ asitlerinin sayısı artabilir, lipitler okside olabilir. Dumanlama sürecinde başlayan bu lipit oksidasyonu uygun olmayan oksijen geçirgenliği yüksek ambalaj malzemeleri ile paketlenme yapıldığında lipit oksidasyonuna bağlı kalite kayıplarını beraberinde getirir (Goulas ve Kontominas, 2005). Balık ve balık ürünlerindeki önemli kalite kayıplarından lipit oksidasyona dair bozulmayı anlamak için yaygın olarak kullanılan bir analiz biri TBA değeridir (Shahidi, 1994). Lipit oksidasyonunun birincil ürünleri peroksitler stabil olmayan yapıya sahiptir, hızla aldehit ve ketonlara parçalanırlar. Lipit oksidasyonunun nihai ürünü olan malondialdehitin (MDA) ölçülmesi TBA indeksini (TBA-i) verir (Goulas ve Kontominas, 2005). TBA-i değeri ürünlerin işlenmesi, muhafazası sırasında önce artış eğilimi göstermekle birlikte daha sonra aminoasitler, proteinler vd. bileşenlerle reaksiyona girerek düşüş eğilimi gösterir (Fernandez ve diğ., 1997). Belli bir değer (1-2 mg MDA/kg) üzerinde ölçülen TBA-i değerinde ürünlere

belirgin tat ve koku değişikliklerinin belirlendiği bildirilmektedir (Goulas ve Kontominas, 2005).

Çalışmamızda ilk üç grupta (K, G, GKa) depolamanın ilk 4 haftası TBA-i değeri yükseliş göstermiş sonra dalgalı seyir izlemiştir. GSa grubu örneklerde TBA-i değerindeki yükseliş depolamanın 7. Haftasına dek sürmüştür. En düşük TBA değeri antioksidan aktivitesi bilinen kekik yağı ilaveli GKe grubu örneklerde belirlenmiştir. TBA-i değerindeki bizim çalışmamıza benzer seyir pek çok dumanlanmış balık çalışmasında da rastlanmıştır. İkincil lipit oksidasyon ürünlerinin oluşumunu azaltmak ve buna bağlı kalite kaybını önlemek için yapılan çalışmalarda biberiye, adaçayı, kekik uçucu yağlarının antioksidan özelliğinden yararlanılarak sıcak dumanlanmış alabalık örneklerinin kalitesi korunmaya çalışılmıştır (Erkan ve diğ., 2011b, Erkan ve diğ., 2011c; Erkan, 2012)

Yağlar az da olsa serbest yağ asidi (Free fatty acid; FFA) içerirler ve bu yağ asitleri oksidasyona maruz kaldıkları sürece artış gösterirler. Balık yağlarının özellikle enzimatik hidrolizi sonucu serbest yağ asitlerinin sayısı artar. Enzimatik hidrolizde lipaz enzimleri ve bu aktiviteye sahip mikroorganizmalar etkili olur (Özden ve Gököğlu, 1997; Manral ve diğ., 2008). Dumanlanmış ürünlerde bu enzimlerin çoğu ısı nedeniyle inaktif olsa da ısıl işlem sırasında FFA düzeyi artış eğilimi göstermektedir (Kaba ve diğ., 2009).

Çalışmamızda depolama süresince kontrol grubu örneklerin FFA değeri gluten kaplama yapılan örneklerden daha düşük bulunurken, antimikrobiyal kaplamalar içinde sarımsak yağı ve kekik yağı katılan örneklerin FFA değeri depolamanın son haftalarında diğer kaplama yapılan gruplara göre daha düşük değerlerde bulunmuştur. Gluten kaplama yapılan örneklerin FFA değerinin yüksek olmasının sebebi glutenin bulunduğu tahıllarda lipaz aktivitesinin yüksek olmasına bağlanabilir (Belitz ve diğ., 2001). Gluten kaplamaya ilave edilen sarımsak ve kekik yağının antioksidan aktivitesi bu grup örneklerde FFA oluşumunu biraz engelleyebilmiştir.

6. SONUÇ

Kimyasal ve mikrobiyolojik bozulma her yıl tarım ve su ürünlerinin %25 oranında kaybına sebep olmaktadır. Diğer taraftan doğal ve sentetik ajanların gıda bozulmalarının kontrolünde kullanılmasıyla ilgili de birçok araştırma yapılmaktadır. Fakat gıdalarda sentetik bileşiklerin kullanımı bazen insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmekte ve bu durum tüketiciyi rahatsız etmektedir. Bu nedenle doğal ajanlar kullanarak gıdaların bozulmasını kontrol altına alan yeni metotlar geliştirilmektedir. Yenilebilir kaplama malzemelerin kullanımı bu tür yeni metotlar arasındadır.

Antimikrobiyal özellikleri bilinen karanfil, sarımsak ve kekik yağı ilave edilerek hazırlanmış gluten kaplamaların vakum paketlenme ile birlikte kullanımının sıcak dumanlanmış alabalık filetoalarının duyusal, mikrobiyolojik ve kimyasal kalite parametreleri üzerine etkisi bu tez çalışmasında incelenmiştir. Gluten kaplama uygulanan örneklerin 5 hafta ve katkılı gluten kaplama uygulanan örneklerin 6 hafta duyusal kaliteyi koruduğu kontrol grubuna göre 2-3 hafta daha fazla dayanım ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Gluten ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplama uygulanan örneklerde kontrol grubuna kıyasla oldukça düşük mikrobiyal yük belirlenmiştir. Kimyasal parametrelerden TVB-N ve TMA-N değerleri de mikrobiyal yüke paralel gelişim göstermiştir. Mikrobiyal gelişime paralel kontrol grubunda kaplama uygulanan örneklere göre daha yüksek TVB-N ve TMA-N değeri belirlenmiştir. Gluten kaplama ve antimikrobiyal katkılı gluten kaplamasının duyusal ve mikrobiyal bozulmayı geciktirdiği ortaya konmuştur. Katkılı gluten kaplamalardan kekik yağı içeren kaplamanın lipit oksidasyonunda etkili sonuçlar verdiği, glutenin yapısından kaynaklanan lipolitik aktiviteyi azalttığı görülmüştür.

İşlenmiş ürünlerden olan dumanlanmış balıkların da sınırlı dayanım ömrü göz önünde tutulduğunda, kombine etkilerin incelendiği bu tip bilimsel çalışmalara yapmış olduğumuz tez çalışmasının yön vereceği umulmaktadır. Kaplama olarak kullanılan ve pozitif etkileri gözlenen bu doğal yapılardan üretilecek ambalaj malzemelerinin kullanımına yönelik çalışmaları teşvik edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ANGİŞ, S., OĞUZHAN, P., ATAMANALP, M., 2006, Soğuk Tütsülenmiş ve Mangalda Pişirilmiş Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda Duyusal Kalite Kriterlerinin Karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/3), 337-338.
- ANTONACOPOULOS, N. ve 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.
- APPENDINI, P., HOTCHKISS, J., 2002, Review of Antimicrobial Packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 3, 113-126.
- ARVANITOYANNIS, I.S. ve KOTSAPOULOS, V., 2012, Smoking of Fish and Seafood: History, Methods and Effects on Physical, Nutritional and Microbiological Properties. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 831 – 853.
- AYMERICH, T., PICOUET, P.A., MONFORT, J.M., 2008, Decontamination Technologies For Meat Products. *Meat Science*, 78, 114–129.
- BELITZ, H. D., GROSCH, W. SCHIEBERLE, P., 2001, *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*, ISBN 3-540-41096-1 5. Aufl. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.

- BELL, C., NEAVES, P., WILLAMS, A.P., 2005, Food Microbiology and Laboratory Practice. *Blackwell Science*, ISBN:0-632-06381-5. P:58-67.
- BENJAKUL, S. ve AROONRUENG, N., 1999, Effect of Smoke Sources on Quality and Storage Stability of Catfish Fillet (*Clarias macrocephalus* Gunther). *Journal of Food Quality*, 22, 213-224.
- BENKEBLIA, N., 2004, Antimicrobial Activity of Essential Oil Extracts of Various Onions (*Allium cepa*) and Garlic (*Allium sativum*). *Lebensmittel-Wissenschaft-Technologie*, 37, 263–268.
- BEVERLYA, R. L., JANESA, M. E., PRINYAWIWATKULAA, W., NOB, H. K. 2008, Edible Chitosan Films on Ready-to-eat Roast Beef For the Control of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology*, 25, 534 –537.
- BİLGİN, Ş., ÜNLÜSAYIN, M., GÜLYAVUZ, H., 2001, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)'un Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Değerlendirilmesi ve Kimyasal Bileşenlerinin Tespiti, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25:309-312.
- BİLGİN, Ş., 2003, *Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Dağ Alabalığı (Salmo trutta macrostigma, Dumeril 1858)'nın Kimyasal Yapısındaki Değişimler*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, Isparta,130s.
- 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. ISSN1307-234X.
- 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.
- BRODY, A. L., 2001, What is the Hottest Food Packaging Technology Today? *Food Technology*, 55 (1), 82-84.
- BRODY, A. L., 2002, Action in Active and Intelligent Packaging. *Food Technology*, 56 (2), 70-71.
- BURT, S., 2004, Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods—a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253.
- CAMPOS, C.A., GERSCHENSON, L.N., FLORES, S.K., 2011, Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 849 – 875.

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

CHE MAN, Y. ve RAMADAS, J. (1998), Effect of Packaging Environment on Quality Changes of Smoked Spanish Mackerel Under Refrigeration. *Journal of Food Quality*, 21, 167-174

CHIU P-E. ve LAI L-S., 2010, Antimicrobial Activities of Tapioca Starch/Decolorized Hsian-tsao Leaf Gum Coatings Containing Green Tea Extracts in Fruit-based Salads, Romaine Hearts and Pork Slices. *International Journal of Food Microbiology*, 139, 23 – 30

CHYTIRI, S., CHOULIARA, I., SAVVAIDIS, I. N., KONTAMINAS, M. G., 2004, Microbiological, Chemical and Sensory Assessment of Iced Whole and Filleted Aquacultured Rainbow Trout. *Food Microbiology*, 21, 157–165.

COMA, V., DESCHAMPS, A., MARTIAL-GROS, A., 2003, Bioactive Packaging Materials From Edible Chitosan Polymer-antimicrobial Assessment on Dairy Related Contaminants. *Journal of Food Science*, 68(9), 2788 – 2792.

COMA, V., 2008, Bioactive Packaging Technologies for Extended Shelf Life of Meat-based Products. *Meat Science*, 78, 90–103.

ÇAĞRI, A., ÜSTÜNOL, Z., RYSER, ET., 2002, Inhibition of Three Pathogens on Bologna and Summer Sausage Using Antimicrobial Edible Films”, *Journal of Food Science*, 67(6), 2317-2324.

ÇAKLI, Ş., KILINÇ, B., DİNÇER, T., TOLASA, Ş., 2006, Comparison of The Shelf Lives of Map and Vacuum Packaged Hot Smoked Rainbow Trout (*Onchoryncus mykiss*). *European Food Research and Technology*, 224, 19–26.

ÇOBAN, Ö.E. ve PATIR, B., 2010, Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* Cilt: 5, No: 2,(7-19)

DADALIOĞLU, I., ve EVRENDİLEK, G.A., 2004, Chemical Compositions and Antibacterial Effects of Essential Oils of Turkish Oregano (*Origanum minutiflorum*), Bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish Lavender (*Lavandula stoechas* L.) and Fennel (*Foeniculum vulgare*) on Common Foodborne Pathogens, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 52, 8255-8260.

DATTA, S., JANES, M. E., XUE, Q. G., LA PEYRE, J. F., 2008, Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella annatum* on the Surface of Smoked Salmon Coated with Calcium Alginate Coating Containing Oyster Lysozyme and Nisin. *Journal of Food Science*, 73(2), M67 – M71.

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

DENG, J., TOLEDO, R.T., LILLARD, D., 1974, Effect of Smoking Temperatures on Acceptability and Storage Stability of Smoked Spanish Mackerel, *Journal of Food Science*, 39, 596-601.

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.

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.

DUFFES, F., 1999, Improving the Control of *Listeria monocytogenes* in Cold Smoked Salmon. *Trends in Food Science and Tecnology*, 10, 211-216.

DUMAN, M. ve PATIR, B., 2007, Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Bazı Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(4), 463-472.

DURAN, A., ERDEMLİ, Ü., KARAKAYA, M., YILMAZ, 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.

DUYAR, H.A., ERDEM, M.E., SAMSUN, S., KALAYCI, F., 2008, Effects of Different Woods on Hot-smoking Vacuum Packed Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) Stored at 4°C. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(9), 1117-1122.

ERKAN, N., 2000, Su Ürünlerinde Sıvı Duman Kullanımı. *Dünya Yayınları Gıda*, 6(5), 78-79.

ERKAN, N., 2004, Dumanlama Teknolojisi. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, Editör. Candan Varlık. 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. ve BİLEN, G., 2010, Effect of Essential Oils Treatment on the Frozen Storage Stability of Chub Mackerel Fillets. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5, 101-110.

ERKAN, N., ve ÇAĞILTAY, F., 2011, The Effects of Cultural Factors and Consumer Knowledge on Fish Consumption. *Food Engineering and Ingredients*, Volume 36, May/June: 42-45.

ERKAN, N., DURSUN, S., ULUSOY, Ş., AKÇAY, S., YEŞİLTAŞ, M., baskıda, Combined Effects of Protein Based Edible Film Coatings and Vacuum Packaging on the Quality of Fresh Sea Bass Fillets. *Food and Bioprocess Technology*,

ERKAN, N., ÜRETENER, G., ALPAS, H., SELCUK, A., ÖZDEN, Ö., BUZRUL, S., 2011a, The Effect of Different High Pressure Conditions on the Quality and Shelf Life of Cold Smoked Fish. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12 (2), 104-110.

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

ERKAN, N., TOSUN, Ş.Y., ULUSOY, Ş., ÜRETENER, G., 2011d, The Use of a Thyme and Laurel Essential Oil Treatments to Extend the Shelf Life of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) During Storage in Ice. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6, 39-48

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., KIÉSSLING, 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.

ESWARANANDAM, S., HETTIARACHHY, N. S., JOHNSON, M. G., 2004, Antimicrobial Activity of Citric, Lactic, Malic, or Tartaric Acids and Nisin Incorporated Soy Protein Film Against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Salmonella gaminara*. *Journal of Food Science*, 69(3), FMS79 – 84.

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

FAN, W., SUN, J., CHEN, Y., QIU, J., ZHANG, Y., CHI, Y., (2009), Effects of Chitosan Coating on Quality and Shelf Life of Silver Carp During Frozen Storage. *Food Chemistry*, 115, 66 – 70.

FAO, (2012), *FishStatJ*, Global Aquaculture Production-Quantity (1950-2009) Dataset.

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.

FLICK, G. J., ORIA, M. P., DOUGLAS, L., 2001, Potential Hazards in Cold-smoked fish: Biogenic amines. *Journal of Food Science- Supplement to Vol. 66*, 7.

GENNADIOS, A. ve WELLER, C.L., 1990, Edible Films and Coatings From Wheat and Corn Proteins. *Food Technology*, 44(10), 63–69.

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.

GOMEZ-ESTACA, J., MONTERO, P., GIMENEZ, B., GOMEZ-GUILLEN, M. C., 2007, Effect of Functional Edible Films and High Pressure Processing on Microbial Growth and Oxidative Spoilage in Cold-smoke Sardine (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, 105, 511 – 520.

GONZALEZ-RODRIGUEZ, M. N., SANZ, J. J., SANTOS, J. Á., OTERO, A., GARCIA-LOPEZ, 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 KONTOMINAS, 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.

GÖKOĞLU, N., ve VARLIK, C., 1992, Dumanlanmış Gökkuşığı Alabalığının (*Salmo gairdneri* R. 1836) Raf Ömrü Üzerine Araştırma, *Gıda Dergisi*, 17 (1), 61-65.

GÜLYAVUZ, H., ve ÜNLÜSAYIN, M., 1999, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi* ISBN: 975-96897-0-7

GÜLYAVUZ, H., ve ÜNLÜSAYIN, M., 2008, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. 2. Baskı* ISBN:975-96897-0-7.

GÜNLÜ, A., 2007, *Yetiştiriciliği Yapılan Deniz Levreğinin (Dicentrarchus labrax L. 1758) Dumanlama Sonrası Bazı Besin Bileşenlerindeki Değişimler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi*, Doktora tezi, Isparta.

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., 2000, Antimicrobial Food Packaging. *Food Technology*, 54(3), 56–65.

HARPAZ, S., GLATMAN, L., DRABKIN, V. GELMAN, A., 2003, Effects of Herbal Essential Oils Used to Extend the Shelf-life of Freshwater Reared Asian Sea Bass Fish (*Lates calcarifer*), *Journal of Food Protection*, 66, 410–417.

HORNER, W.F.A., 1992, Preservation of Fish by Curing (drying, salting and smoking). p.31-71. In G.M. Hall. (ed.), *Fish Processing Technology*. Chapman & Hall Publishers. U.K.

HOSSEINI, M. H., RAZAVI, S. H., MOUSAVI, M. A., 2009, Antimicrobial, Physical and Mechanical Properties of Chitosan-based Films Incorporated with Thyme, Clove and Cinnamon Essential Oils. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 727 – 743.

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 MICROBIOLOGICAL 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.

JAHNCKE, L. M. ve HERMAN, D., 2001, Control of Food Safety Hazards During Cold-smoked Fish Processing. *Journal of Food Science- Supplement to 66*, VI, 7.

JENSEN, C., BIRK, E., JOKUMSEN, A., SKIBSTED, L. H., BERTELSEN, G., 1998, Effect of Dietary Levels of Fat, α -tokopherol and Astaxanthin on Colour and Lipid Oxidation During Storage of Frozen Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and During Chill Storage of Smoked Trout, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A*, 207, 189–196.

JEON, Y. J., KAMIL, J. Y. V. A., SHAHIDI, F., 2002, Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5167 – 5178.

KABA, N., ÖZER, Ö., SÖYLEYEN, B., 2009, Dumanlama İşleminin Balık Kalitesine ve Raf Ömrüne Etkisi. XV. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 01-04 Temmuz 2009, Rize

KARACA, S. ve SAYGIN, M., 2008, Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda Uygulanan Tütsüleme Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma. *Erzincan Üniversitesi AquaClub Su Ürünleri Araştırma ve Geliştirme Bilim Kulübü Kemaliye 5. Geleneksel Su Ürünleri Bilimsel ve Kültürel Platformu* (Ulusal) 31 Mayıs-1 Haziran 2008, Erzincan, Kemaliye

KARAMAN, S., DİGRAK, M., RAVİD, U., İLÇİM, A., 2001, Antibacterial and Antifungal Activity of the Essential Oils of *Thymus Revolutus* Celak from Turkey, *Journal of Ethnopharmacology*, 76, 183-186.

KAYA, Y., 1994, *Balık Dumanlama Teknolojisinde Çeşitli Faktörlerin Kalite ve Dayanma Sürelerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 59s.

KAYA, Y., TURAN, H., ERKOYUNCU, İ., SÖNMEZ, G., 2006, Sıcak Dumanlanmış Palamut (*Sarda sarda* Block, 1793) Balığının Buzdolabı Koşullarında Muhafazası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3), 457-460.

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

KOLODZIEJSKA, I., NIECIKOWSKA, 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, Gökkuşığı Alabalığı (*Salmo gairdneri*)’nin Raf ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemleri ve Depolama Sıcaklığının Etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22, 273-284.

KOREL, S. ve KÖSE, S., 2005, Tütsülenmiş Hamsinin (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Buzdolabı Koşullarında (4°C±1) Depolanması Etnasında Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3, 551-554.

KOREL, 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.

KOREL, S., KÖSE, S., TUFAN, B., 2010, The Effect of Storage Temperature on the Chemical and Sensorial Quality of Hot Smoked Atlantic Bonito (*Sarda Sarda*, Bloch, 1838) Packed in Aluminium Foil. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 439-443.

KORKUT, S., 2008, *Dumanlanmış Kadife Balığı (Tinca tinca L., 1758)’nin Farklı Paketlerde Buzdolabı Koşullarında Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 73s.

KRISTO, E., KOUTSOUMANIS, K. P., BILIADERIS, C. G., 2008, Thermal, Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of Sodium Caseinate Films Containing Antimicrobials and Their Inhibitory Action on *Listeria monocytogenes*. *Food Hydrocolloids*, 22, 373 –386.

KROCHTA, J.M., DE MULDER-JOHNSTON, C., 1997, Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunites, *Journal of Food Technology*, 51 (2), 61-74.

KYOUNGJU, K. ve SONG, K. B., 2007, Physical Properties of Nisin-incorporated Gelatin and Corn Zein Films and Antimicrobial Activity Against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17(3), 520 – 523.

LAPA-GUIMARAES, 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.

LI, B., KENEDY, J. F., PENG, J. L., YIE, X., XIE, B. J., 2006, Preparation and Performance Evaluation of Glucomannan – chitosan – nisin Ternary Antimicrobial Blend Film. *Carbohydrate Polymers*, 65, 488 – 494.

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.

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.

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 4°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 848–854.

LUDORFF, W. ve MEYER, V., 1973, *Fische und Fischerzeugnisse*, Paul Parey Verlag, Hamburg. Berlin.

LYHS, U., BJÖRKROTH, E. H., KORKEEALLE, H., 1998, The Spoilage Flora of Vacuum-packaged, Sodium Nitrite or Potassium Nitrate Treated, Cold-smoked Rainbow Trout Stored at 4 °C or 8 °C. *International Journal of Food Microbiology*, 45,135-142.

LYHS, U., LAHTINE, J., FREDRIKSSON- AHOMAA, M., HYYTIA-TREES, E., ELFING, K., KORKEALA, H., 2001, Mikrobiological Quality and Shelf-life of Vacuum-packaged 'Gravad' Rainbow Trout Stored at 3 °C and 8°C. *International Journal of Food Microbiology*, 70, 221-230.

MAHMOUD, S.M.B., YAMAZAKI, K., MIYASHITA, K., SHIN, II., DONG-SUKA, C., SUZUKI, T., 2004, Bacterial Microflora of Carp (*Cyprinus carpio*) and its Shelf-life Extension by Essential Oil Compounds, *Food Microbiology*, 21, 657–666.

MAHMOUD, S.M.B., YAMAZAKI, K., MIYASHITA, K., SHIN, II., SUZUKI, T., 2006a, A New Technology for Fish Preservation by Combined Treatment with Electrolyzed NaCl Solutions and Essential Oil Compounds, *Food Chemistry*, 99, 656–662.

MAHMOUD, S.M.B., YAMAZAKI, K., MIYASHITA, K., KAWAI, Y., SHIN, II., SUZUKI, T., 2006b, Preservative Effect of Combined Treatment with Electrolyzed NaCl Solutions and Essential Oil Compounds on Carp Fillets During Convectioal Air-drying, *International Journal of Food Microbiology*, 106, 331 – 337.

MANRAL, M., PANDEY, MC., JAYATHILAKAN, K., RADHAKRISHNA, K., BAWA, AS., 2008, Effect of Fish (*Catla catla*) Frying on the Quality Characteristics of Sunflower Oil. *Food Chemistry*, 106, 634–639.

MARTUSCELLI, M., PITTIA, P., CASAMASSIMA, LM., MANETTA, A.C., LUPIERI, L., NERI, L., 2009, Effect of Intensity of Smoking Treatment on the Free Amino Acids and Biogenic Amines Occurrence in Dry Cured Ham. *Food Chemistry*, 116, 955–962.

MATTISSEK, R., SCHNEPEL, MF., STEINER, G., 1992, *Lebensmittelanalytik, Grundzüge. Methoden. Anwendungen. Zweite, korrigierte Auflage.* Springer, p. 440. ISBN: 3-540-54684-7.

MC HUGH, T.H. ve KROCHTA, J.M., 1994, Permeability Properties of Edible Films. *In Edible Coatings and Films to Improve Food Quality.* J.M. Krochta, E. Baldwin and M.Nisperos-Carriedo (Ed.), P.139-187. Technomic Publishing Co., Lancaster.

METIN, S., ERKAN, N., AKKUŞ, Ö., 2001, Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi. *Dünya Yayınları Gıda*, 6(7), 68-71.

MIN, S., HARRIS, L., KROCHTA, J., 2005a, Antimicrobial Effects of Lactoferrin, Lysozyme, and the Lactoperoxidase System and Edible Whey Protein Films Incorporating the Lactoperoxidase System Against *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Science*, 70(7), M332 – 338.

MIN, S., HARRIS, L., KROCHTA, J., 2005b, *Listeria monocytogenes* Inhibition by Whey Protein Films and Coatings Incorporating the Lactoperoxidase System. *Journal of Food Science*, 70(7), M317 –324.

- MITRAKAS, G. E., KOUTSOUMANIS, K. P., LAZARIDES, H. N., 2008, Impact of Edible Coating with or Without Anti-microbial Agent on Microbial Growth During Osmotic Dehydration and Refrigerated Storage of a Model Plant Material. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 550 – 555.
- MOHAN, C.O., RAVAISHANKAR, 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.
- 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.
- NETTLETON, J. A., 1995, *Omega Fatty Acids and Health*, Chapman & Hall, USA, pp. 1-328.
- OĞUZHAN, P., ANGIŞ, S., HALİLOĞLU, H.İ., ATAMANALP, M., 2006, Gökkuşacağı 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., 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.
- OUATTARA, B., SABATO, S. F., LACROIX, M., 2001, Combined Effect of Antimicrobial Coating and Gamma Irradiation on Shelf Life Extension of Pre-cooked Shrimp (*Penaeus* spp.). *International Journal of Food Microbiology*, 68, 1 – 9.
- ÖZDEN, Ö. ve GÖKOĞLU, N., 1997, Sardalya Balığının *Sardina pilchardus* (Wal. 1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi, *Gıda*, 22(4), 309-313.
- ÖZGÜR, N., 2005, *Kurbağa (Rana spp.) Bacağının Füme Olarak Değerlendirilmesi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 84s, İstanbul.

PATIR, B. ve DUMAN, M., 2006, Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Muhafazası Sırasında Oluşan Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Belirlenmesi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 189-195.

PETÄJÄ, E., EEROLA, S., PETÄJÄ, P., 2000, Biogenic Amines in Cold-smoked Fish Fermented with Lactic Acid Bacteria. *European Food Research and Technology*, 210, 280–285.

PETERSEN, K., NIELSEN, P. V., BERTELSEN, G., LAWTER, M., OLSEN, M. B., NILSSON, N. H., MORTENSEN, G., 1999, Potential of Biobased Materials for Food Packaging, *Trends in Food Science and Technology*, 10, 52-68.

PINTADO, C. M., FERREIRA, M. A. S. S., SOUSA, I., 2009, Properties of Whey Protein-based Films Containing Organic Acids and Nisin to Control *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 72(9), 1891 – 1896.

PONCE, A. G., ROURA, S. I., DEL VALLE, C. E., MOREIRA, M. R., 2008, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Edible Coatings Enriched with Natural Plant Extracts: In vitro and in vivo studies. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 294 – 300.

PPRANOTO, Y., RAKSHIT, S. K., SALOKHE, V. M., 2005, Enhancing Antimicrobial Activity of Chitosan Films by Incorporating Garlic Oil, Potassium Sorbate and Nisin. *LWT- Food Science and Technology*, 38(8), 859 – 865.

QUINTAVALLA, S. ve VICINI, L., 2002, Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry, *Meat Science*, 62, 373-380.

QUSSALAH, M., CAILLET, S., SAUCER, L., LACROIX, M., 2006, Antimicrobial Effect of Selected Plant Essential Oils on the Growth of *Pseudomonas Putida* Strain Isolated from Meat, *Meat Science*, 73, 236-244.

RASOOLI, I. ve OWLIA, P., 2005, Chemoprevention by Thyme Oils of *Aspergillus Paraciticus* Growth and Aflatoxin Production, *Phytochemistry*, 66, 2851-2856.

RASOOLI, I., REZAEI, M.B., ALLAMEH, A., 2006, Growth Inhibition and Morphological Alterations of *Aspergillus Niger* by Essential Oils from *Thymus x-parlock*, *Food Control*, 359-364.

REHBRONN, E. ve RUTKOWSKI, F., 1984, *Das Räuchern von Fischen*. Paul Parey. 4. Auflage. ISBN:3-490-26614-5

RODRIGUEZ, M.N.G., SANZ., J.J., SANTOS, J.A., OTERO, A., LOPEZ, M.L.G., 2002, Numbers and Types of Microorganisms in Vacuum-packed Cold-smoked Freshwater Fish at the Retail Level. *International Journal of Food Microbiology*, 77,161-168.

ROJAS-GRAÜ, M. A., AVENA-BUSTILLOS, R. J., OLSEN, C., FRIEDMAN, M., HENIKA, P. R., MARTIN-BELLOSO, O., 2007, Effects of Plant Essential Oils and Oil Compounds on Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Alginate – apple Puree Edible Films. *Journal of Food Engineering*, 81, 634 – 641.

SARIKUŞ, G., 2006, *Farklı Antimikrobiyal Maddeler İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi .

SCHORMÜLLER, J., 1967, *Handbuch der Lebensmittelchemie. Band III/2. Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch*. Springer Verlag, Berlin.

SEOL, K.-H., LIM, D.-G., JANG, A., JO, C., LEE, M., 2009, Antimicrobial Effect of κ -carrageenan-based Edible Film Containing Ovotransferrin in Fresh Chicken Breast Stored at 5°C. *Meat Science*, 83, 479 – 483.

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

SEYDİM, A. C. ve SARIKUŞ, G., 2006, Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Edible Films Incorporated with Oregano, Rosemary and Garlic Essential Oils. *Food Research International*, 39, 639 –644.

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.

SHEN, X. L., WU, J. M., CHEN, Y., ZHAO, G., 2010, Antimicrobial and Physical Properties of Sweet Potato Starch Films Incorporated with Potassium Sorbate or Chitosan. *Food Hydrocolloids*, 24, 285 – 290.

SIGURGISLADOTTIR, S., INGGWARDOTTIR, H., TORRISSEN, O. J., CARDINAL, M., HAFSTEINSTSON, H., 2000 a, Effects of Freezing/thawing on the Microstructure and the Texture of Smoked Atlantic Salmon, *Food Research International*, 33, 857-865.

SIGURGISLADOTTIR, S., SIGURDARDOTTIR, M., S., TORRISSEN, O., VALLET, J. L., HAFSTEINSSON, H., 2000b, Effects of Different Salting and Smoking Processes on the Microstructure, the Texture and Yield of Atlantic Salmon (*Salmo salar*), *Food Research International*, 33, 847-855.

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.

STEINER, M., JULSHAM, K., LIE, O., 1991a, Effects of Local Processing Methods (Cooking, Frying and Smoking) on Three Fish Species from Ghana. Part I. Prox. Composition Fatty Acids, Mineral Trace Elements and Vitamins. *Food Chemistry*, 40, 309-321.

STEINER, M., ASIEDU, D. AND NJAA, L.R., 1991b, Effects of Local Processing Methods (Cooking, Frying and smoking) on Three Fish Species from Ghana. Part II. Amino Acids and Protein Quality. *Food Chemistry*, 41, 227-236.

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.

TANADA-PALMU, P., 2000, Preparation Properties and Applications of Wheat Gluten Edible Films. *Agricultural and Food Science in Finland*, 9, 23-35.

THEIVENDRAN, S., HETTIARACHCHY, N.S., JOHNSON, M.G., 2006, Inhibition of *Listeria monocytogenes* by Nisin Combined with Grape Seed Extract or Green Tea Extract in Soy Protein Film Coated on Turkey Frankfurters. *Journal of Food Science*, 71(2), M39 -M44.

TOPAL, Ş., 1993, Düşük Nemli Gıdalarda Mikrobiyolojik Riskler. *Gıda sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları*. TÜBİTAK-MAM. Yayın No: 124.s:162.

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.

TSIMOGIANNIS, D., STAVRAKAKI, M., OREOPOULUS, V., 2006, Isolation and Characterisation of Antioxidant Componentes from Oregano (*Origanum heracleoticum*), *International Journal of Food Science and Technology*, 41(1), 39-48.

TUIK, 2010, *Su ürünleri istatistikleri*. Ankara, Turkey: Türkiye İstatistik Kurumu. Available at: <http://www.tuik.gov.tr/balikkilicidagitimapp/balikkilik.zul> (accessed 9 April 2012).

TÜLSNER, M., 1994, *Fischverarbeitung Band 1: Rohstoffeigenschaften und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse*. Behr's Verlag.

TÜLSNER, M., 1996, *Fischverarbeitung Band 2: Fisherzeugnisse und ihre Herstellung*. Behr's Verlag. P.173-186, 288.

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

ÜNLÜSAYIN, M., BİLGİN, Ş., İZCİ, L., 2003, Havuz Balığı (*Carassius auratus* L. 1758)'nin Et verimi, Sıcak Dumanlama Sonrası Kimyasal Bileşenleri ve 4 °C'deki Raf Ömrünün Tespiti. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8, 62-70.

VASCONEZ, M. B., FLORES, S. K., CAMPOS, C. A., ALVARADO, J., GERSCHENSON, L. N., 2009, Antimicrobial Activity and Physical Properties of Chitosan – tapioca Starch Based Edible Films and Coatings. *Food Research International*, 42(7), 762 – 769.

VAZ-VELHO, M., DUARTE G., GIBBS, P., 1998, Occurrence of *Listeria* spp. in salmon-trout (*Oncorhynchus mykiss*) and salmon (*Salmo salar*). *Food Science and Technology International*, 4 (2), 121-125.

VENUGOPAL, V., 2006, *Seafood Processing. Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging, and Cook-Chilling*. CRC Press Taylor & Francis Group. ISBN: 1-57444-622-3.

VERMEIREN, L., DEVLIEGHERE, F., VAN BEEST, M., DE KRUIJF, N., DEBEVERE, J., 1999, Developments in the Active packaging of Foods, *Trends Food Science Technology*, 10:77-86.

VINCENZO DE FEO., MAURIZIO, B., BOCHRA, T., FRANCESCO, N., FELICE S., 2003, Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from *Thymus spinulosus* Ten. (*Lamiaceae*), *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 51, 3849- 3853.

WENG, Y.M., ve HOTCHKISS, J.H., 1992, Inhibition of Surface Moulds on Cheese by Polyethylene Film Containing the Antimycotic Imazalil. *Journal of Food Protection*, 55, 367-369.

WESTALL, S., ve FILTENBORG, O., 1998, Spoilage Yeasts of Decorated Soft Cheese Packed in Modified Atmosphere, *Food Microbiology*, 15, 243–249.

WU, L.C., ve BATES, R.P., 1973, Influence of Ingredient Upon Edible Films Characteristics. *Journal of Food Science*, 38, 783-787.

YANAR, Y., 2007, Quality Changes of Hot Smoked Catfish (*Clarias gariepinus*) During Refrigerated Storage. *Journal of Muscle Foods*, 18, 391–400.

ZHOU, G.H., XU, X.L., LIU, Y., 2010, Preservation Technologies for Fresh Meat – A review. *Meat Science*, 86, 119-128.

ZINOVIADOU, K. G., KOUTSOUMANIS, K. P., BILIADERIS, C. G., 2009, Physico-chemical Properties of Whey Protein Isolate Films Containing Oregano Oil and Their Antimicrobial Action Against Spoilage Flora of Fresh Beef. *Meat Science*, 82, 338 -345.

ZINOVIADOU, K. G., KOUTSOUMANIS, K. P., BILIADERIS, C. G., 2010, Physical and Thermomechanical Properties of Whey Protein Isolate Films Containing Antimicrobials, and Their Effect Against Spoilage Flora of Fresh Beef. *Food Hydrocolloids*, 24, 49- 59.

ZURAIIDA, I., SUKARNO, I., BUDIJANTO, S., 2011, Antibacterial Activity of Coconut Shell Liquid Smoke (CS-LS) and its Application on Fish Ball Preservation. *International Food Research Journal*, 18, 405-410.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Fatih/İSTANBUL’da doğdum.

2002 yılında Eminönü Cibali Süper Lisesini bitirdim.

2003 yılında İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine girdim ve 2008 yılında mezun oldum.

2008 yılında İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başladım.

Yabancı dilim İngilizcedir.