



**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
VBH-YL-2015-0001**

**SICAK DUMANLANMIŞ VE VAKUM PAKETLENMİŞ
GÖKKUŞAĞI ALABALIK FİLETOLARINA UYGULANAN
KİTOSAN, SODYUM LAKTAT VE SODYUM DİASETAT'IN
RAF ÖMRÜNE OLAN ETKİSİ**

Ceren YAĞIN

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Sadık BÜYÜKYÖRÜK

AYDIN-2015

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
VBH-YL-2015-0001**

**SICAK DUMANLANMIŞ VE VAKUM PAKETLENMİŞ
GÖKKUŞAĞI ALABALIK FİLETOLARINA UYGULANAN
KİTOSAN, SODYUM LAKTAT VE SODYUM DİASETAT'IN
RAF ÖMRÜNE OLAN ETKİSİ**

Ceren YAĞIN

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Sadık BÜYÜKYÖRÜK

AYDIN-2015

ÖNSÖZ

Yaşamın devamı ve sağlıklı beslenmemiz için gerekli olan gıdaların, hijyenik ve ekonomik olmasının yanı sıra, protein, yağ, karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddeleri dengeli ve yeterli bir şekilde içermesi de arzu edilmektedir. Bu isteğe cevap veren en önemli gıda gruplarından biri de su ürünleri olup, bu gıda grubu içerisinde ilk sırayı balık almaktadır. Su ürünleri, özellikle de balık ve balık etinden elde edilen ürünler, günümüz şartlarında çabuk bozulabilir özelliği ve bunun sağlığa olan etkisi nedeniyle diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan daha önemli bir yere sahiptir.

Su ürünlerinden daha hijyenik şartlarda yararlanabilmek için avlanmayı takiben kısa süre içinde tüketilmeli veya uygun koşullarda muhafaza edilerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılması sağlanmalıdır. Bu muhafaza yöntemlerinden biri de ürüne biryandan aroma özellikleri de katan dumanlamadır. Teknolojide dumanlama çeşitleri soğuk, ılık, sıcak ve çok sıcak gibi başlıklar altında incelenebilmekte, bunlardan soğuk ve sıcak dumanlama yöntemleri balık çeşitlerine göre değişmekle birlikte en çok tercih edilenlerdendir.

Yüksek etkime gücüne sahip olmaları ve tüketiciler için sağlık riski oluşturmamalarından dolayı gıda maddelerinin mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü artırmak için önerilen birtakım organik bileşikler bulunmaktadır. Bunlardan Kitosan, [b-(1, 4)-2-amino-2-deoxy-D-glucopyranose], kabuklu canlıların kabuğunda bulunan bir polimer olup gıdalarda güvenle kullanılmaktadır. Diğerleri ise Sodyum laktat (E325) ile Sodyum diasetat (E262), gıdaların raf ömrünün uzatılması, aroma özelliklerinin artırılması gibi özellikleri nedeniyle gıdalarda kullanılan katkı maddeleridir.

Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerince ADÜ BAP VTF-13030 koduyla desteklenen bu çalışma, sıcak dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalık filetolarının raf ömrünü uzatmak amacıyla yapılmıştır.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
FORMÜL DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1.Kitosan	1
1.2.Sodyum Laktat ve Sodyum Diasetat	3
1.3.Dumanlama	4
1.3.1. Dumanlamanın Renk Üzerine Etkisi	7
1.3.2. Dumanlamanın Aroma Üzerine Etkisi	7
1.3.3. Dumanlamanın Konserve Edici Etkisi	7
2. GEREÇ VE YÖNTEM	9
3. BULGULAR	11
4. TARTIŞMA	14
5.SONUÇ	18
ÖZET	20
SUMMARY	22
KAYNAKLAR	24
ÖZGEÇMİŞ	31
TEŞEKKÜR	32

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

SL	: Sodyum Laktat
SD	: Sodyum Dasetat
Ki	: Kitosan
TMC	: Toplam Mezofilik Canlı
TBA	: Tiyoarbitürük Asit
TPC	: Toplam Psikrofilik Canlı
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
NaOH	: Sodyum Hidroksit
HCl	: Hidroklorik asit
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
H ₂ O ₂	: Hidrojen Peroksit
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
ICMSF	: Uluslararası Gıdalarda Mikrobiyolojik Spesifikasyon Komisyonu
PAH	: Poliaromatik Hidrokarbonlar
MgO	: Magnezyum Oksit
N	: Azot

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. : Kitosanın Teknik Üretim Koşulları	2
Çizelge 1.2. : Dumanlama Metotları	7
Çizelge 3.1. : Toplam Mezofilik Canlı (TMC) sayısı için dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşığı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın muhafaza süreleri boyunca mikrobiyolojik kaliteye etkileri	12
Çizelge 3.2. : Toplam Psikrofilik Canlı (TPC) sayısı için dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşığı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın muhafaza süreleri boyunca mikrobiyolojik kaliteye etkileri	12
Çizelge 3.3. : Dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşığı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın TVB-N sayılarına olan etkisi	13
Çizelge 3.4. : Dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşığı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın pH üzerine olan etkisi	13

FORMÜL DİZİNİ

	Sayfa
Formül 2.1. : TVB-N Miktarının Hesaplanması	10

1. GİRİŞ

Su ürünleri, yüksek besleyici değeri ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı beslenmede önemli bir yer tutmaktadır (Chamanara ve ark.2012). Ayrıca su ürünleri; özellikle balık ve balık etinden elde edilen ürünler, günümüz şartlarında gerek sağlık yönünden gerekse çabuk bozulabilir özelliği nedeniyle diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan daha önemli bir yere sahiptir. Bu ürünlerden daha fazla yararlanabilmek için avlanmayı takiben bu ürünler, kısa süre içinde tüketilmeli veya uygun koşullarda muhafaza edilerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılması sağlanmalıdır (Anonim2000,Yıldırımve ark. 2009). Bununla birlikte tüketicilerin gıdalarda kimyasal koruyucular kullanılmadan gıdaların yüksek kalitede olmasını arzu etmesinden dolayı çalışmalar, doğal gıda koruyucuların kullanılarak ürünlerin raf ömrünün uzatılması yönünde ilerlemiştir (Chamanara ve ark. 2012).Yeni nesil katkı maddeleri arasında yer alan kitosan, günümüzde üzerinde araştırmalar yapılan önemli bir katkı maddesi olmuştur. Bakteri, mantar ve maya gibifarklı mikroorganizma gruplarına karşı antimikrobiyal etkiye sahip olması ve diğer birçok fonksiyonel özellikleri nedeniyle dikkat çekmiş ve gıda endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır(Shahidi ve ark.1999).

1.1. Kitosan

Dünya çapında, deniz ürünleri üreticisi şirketler tarafından büyük miktarda yengeç ve karides kabuğu değerlendirilmeden çevreye atılmaktadır. Özellikle son yıllarda atıkların yeniden değerlendirilmelerinin gündeme gelmesiyle birlikte, kabuklu su ürünleri çürümeye bırakılmak yerine, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle yeniden değerlendirilmekte ve yeni ürünler elde edilmektedir. Bu şekildeelde edilen ürünlerin basında kitin gelmektedir. Kitin, selülozdan sonra dünyada en yaygın olarak bulunan ikinci biyopolimerdir. Yengeç, karides gibikabuklu su ürünlerinin ana bileşeni olup, böceklerin iskeletinde ve mantarların hücre duvarlarınınyapısında da bulunmaktadır.Kitinin birçok türevi bulunmakla beraber, bunlar arasında en önemlisi kitosandır(Demir ve Seventekin 2009).Kitosan başlıca yengeç ve karides gibi kabuklu deniz ürünlerinin dış iskeletlerinde bulunan doğal bir polisakkarit olan kitinden kısmi deasetilasyon yoluyla elde edilmektedir (Bingöl ve ark 2013).

Çizelge1.1. : Kitosanın Teknik Üretim Koşulları (Demir ve Seventekin 2009)

Adım	Kimyasal Madde	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)
Deproteinizasyon	%0,5-15 NaOH	25-100	72
Demineralizasyon	%2-8 HCl	15-30	0,5-48
Dekolorizasyon	Çeşitli Organik Çözgenler (NaOCl)	20-30	1
Deasetilasyon	%39-60 NaOH	60-150	0,5-144

Doğal bir biyopolimer olan kitosan, özellikle son 50 yıldır araştırmacılar için ilginç bir materyal olarak yerini korumaktadır. Kitine göre birçok avantaja da sahip olan kitosan basta gıda, kozmetik, ziraat, tıp, kağıt ve tekstil olmak üzere birçok endüstri dalında kullanım alanı bulmuştur (Demir ve Seventekin 2009).

Kitosan, $[\beta-(1, 4)-2\text{-amino-2-deoxy-D-glucopyranose}]$, kabuklu canlıların kabuğunda yer alan bir polimer olup doğada oldukça fazla bulunmaktadır (Shahidi ve ark. 1999). Toksik olmamasından, antibakteriyel ve antioksidan aktivitede olmalarından, gıdada film tabakası oluşturmamasından ve biyolojik olarak yıkımlanabilmesinden dolayı kitosan, doğal gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir (Majeti ve Ravi 2000). Kitosan filmleri et ve su ürünlerinin güvenliğinin sağlanmasında kaplama materyali olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Gómez ve ark. 2007). Kitosan, birçok araştırmacı tarafından gıdaların mikrobiyolojik kalitesinin yükseltilmesi (Boguslawski ve ark. 1990), antimikrobiyel ve antioksidan özelliklerinden yararlanılması (Darmadji ve Izumimoto 1994, Gómez ve ark. 2007, Kim ve Thomas 2007) amacıyla kullanılmıştır. Bunun dışında kitosan ile gıdaların paketlenmesinde gıdaların raf ömürlerinin uzaması üzerine çalışmalar bulunmaktadır (Chamanara ve ark. 2012, Tual ve ark. 2000, Wenjiao ve ark. 2009, Jingyun ve ark. 2010, Ojagh ve ark. 2010, Can ve Patır 2012).

Beyaz renkte, kokusuz ve tatsız, yarı şeffaf partikül veya toz halinde bir madde olan kitosan sindirim enzimlerine dayanıklıdır. Buna karşın bazı bakteriler tarafından parçalanır. Suda çözünmez. Sadece asidik çözücülerde (<6,0 pH) çözünür. Çözündürmek için asetik, formik, laktik gibi organik asitler kullanılır. İnorganik asitlerde çözünme sınırlıdır (% 1 hidroklorik asitte çözünür; sülfürik ve fosforik asitte çözünmez). Kitosan solüsyonlarının pH 7,0 ve üzerinde stabilitesi bozulur. Aynı şekilde oda

sıcaklığında uzun süre muhafaza kitosan solüsyonlarının stabilitesini olumsuz etkilemektedir(No ve ark 2006).

Kitosanın antimikrobiyal aktivite göstermesindeki etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte pozitif yüklü kitosan moleküllerinin negatif yüklü hücre membranına bağlanarak fonksiyonunu bozması; intrasellüler içeriğin dışarı sızmasını teşvik etmesi ve aynı zamanda besin elementlerinin hücreye transportunun inhibe edilmesi; suyu bağlayarak enzimleri inhibe etmesi; DNA ile bağlanması ve mRNA sentezini engelleyerek üremenin durdurulması gibi çeşitli teoriler ileri sürülmüştür(Shahidi ve ark.1999, Chen ve ark. 1998, Sudharshan ve ark. 1992).

1.2. Sodyum Laktat ve Sodyum Diasetat

Gıda maddelerinin mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü arttırmak için organik asitler ve türevleri doğal alternatifler olarak gösterilmektedir (Koos1992, Cubina 1995). Laktik asit ve tuzu olan laktatlar, ette ve bir o kadar da fermente gıdada doğal olarak bulunmaları, yüksek etkiye gücüne sahip olmaları, tüketicilerin sağlık riski oluşturmamaları, ürünün duysal niteliklerini değıştirmemeleri gibi özellikleri nedeniyle ürünlerin mikrobiyolojik güvenilirliğini arttırmak amacı ile katkı maddesi olarak önerilmektedir (Koos 1992). L(+) laktik asidin tuzu olan laktatlar ilave edildiğı gıda maddesinin su aktivitesini (a_w) düşürerek ve spesifik etki göstererek prezervatif olarak etkili olmaktadır (Cubina 1995, Wit ve ark. 1990).

Laktatların antimikrobiyal etkisi et ve et ürünlerinde denenmiş; bir çok patojen ve bozulma yapıcı mikroorganizmaya karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Brewer ve ark. 1995). Laktatların antimikrobiyal aktivitelerinin yanı sıra ürünlerin renk, lezzet ve tekstür gibi duysal özelliklerini iyileştirdiğı ve antioksidan olarak etkili olduğu da ileri sürülmüştür (Papadopoulos ve ark. 1991).

Öksüztepe (2010) taze gökkuşığı alabalıklarıyla(*Oncorhynchus mykiss*W.) yaptığı çalışmada; hazırlanan köftelerin üretiminde sodyum laktatın kullanılmasıyla ürünün duysal özelliklerinin (renk, koku ve lezzet) etkilenmediğı ancak mikrobiyal gelişmeyi yavaşlatarak raf ömrünü arttırdığı ve köfte hamuruna %2 oranında sodyum laktat ilavesinin ürünün duysal özelliklerinde istenmeyen bir değışime neden olmadığını, %2 oranında sodyum laktat ilave edilen örneklerin $4\pm1^\circ\text{C}$ 'de 16 gün boyunca yenilebilir niteliğini koruduğunu gözlemlemiştir.

Sodyum laktat ve sodyum diasetat, özellikle *Listeriamonocytogenes*'in inhibisyonu amacıyla gerek tek gerekse de kombine şekilde kullanılmaktadır (Tompkin2002).Günümüzde Sodyum laktat, güvenli olarak kabul edilmekte ve kullanılmaya hazır gıdaların dekontaminasyonunda %4,8'e kadar, sodyum diasetatise %0,25'e kadar kullanımına izin verilmektedir (FDA2000).

1.3. Dumanlama

Su ürünlerine uygulanan işleme teknolojilerinden biri dumanlama işlemidir. Dumanlamateknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi Japonya ve Uzak doğu ülkeleri, Kanada, AvrupaBirliği ülkeleri ile İskandinav ülkelerinde gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. Ülkemizde isedumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi adı geçen ülkelere göre çok daha sınırlıdüzeylerdedir. Ancak son yıllarda bazı su ürünleri işleme tesislerinin bu teknolojiye ilgileriartmıştır. Bu işleme teknolojisini kullanarak elde ettikleri ürünleri gerek yurt içine gerekse yurtdışına daha karlı koşullarda pazarlama olanağı bulmaktadırlar (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, Korkut 2008). 'Dumanlama' ya da 'Duman muhafaza' olarak bilinen işleme yöntemi, gıdazehirlenmesi ve/veya bozulma yapan mikroorganizmaları öldürmekte ya da bu mikroorganizmaların gelişmeleriniönleyerek onları zararsız hale getirmektedir (Kabave ark. 2009). Dumanlanmış ürün, kışınıyaprağını döken sert ağaçların odun talaşı ile elde edilen duman içerisinde belirli tekniklerletuzlanmış taze balıkların bekletilmesiyle elde edilen ürünlere denir. Balıkların ve diğer denizürünlerinin dumanlanmasındaki amaç; önceleri ürünün dayanıklı hale getirilmesi iken bugündaha çok duman aroması ve renginden yararlanılarak ürünün duysal özelliklerinin geliştirilmesi ve tüketimin tek örneklikten kurtarılmasıdır. Dumanlama teknolojisinde prensip;balığın içerdiği suyun bir kısmının uzaklaştırılması ve dumandaki bakterisid maddelerin balığageçişini sağlayarak mikroorganizmaların gelişmelerini önlemektir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).Gıda ürünlerinin dumanlanmasında dumanlama işleminin; koruyucu etkisi, tat-aroma vegörünüş üzerindeki etkisi olmak üzere üç temel etkisi söz konusudur (Varlıkve ark. 2004).

Dumanlamanın koruyucu işlevi, dumanlama öncesi yapılan tuzlama, dumanlama sırasındauygulanan ısıtma, kurutma işlemleri ve duman bileşimindeki antibakteriyel ve antioksidanözelliikli bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Gökoğlu N 2002). Dumanlanmış ürünlerde balıketinden suyun uzaklaştırılması tuz ve dumanın etkisiyle sağlanır. Duman içerisindekiantioksidanların ve kimyasal bileşiklerin etteki bozulmayı yavaşlatarak etin

depolamaüresiniuzattığı çeşitli araştırmacılar tarafından kanıtlanmıştır (İzci ve Ertan2004). Tuzlama ile balık etinde tuz oranı artarken su oranı azalır, ayrıca ürüne istenilen sertlik ve lezzet kazandırılır. Böylece tuzun antiseptik etkisi ve balık etinin su kaybetmesi nedeniyle mikroorganizma faaliyetleri azalmaktadır. Ayrıca oksijen çözünürlüğünün tuzlu ortamda azalması, aerobik bakteri etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın1999). Dumanlaması sırasında uygulanan ısı işlemi, balık yüzeyini kurutarak mikroorganizmalar için fiziksel bir bariyer oluşturur (Kayave ark. 2006). Gerek tuzla, gerekse ısı işlemleri sonucunda balıklardaki kurumanın yağ oranına bağlı olduğu ve yağ oranı yüksek balıkların daha zor ve az su kaybettikleri bildirilmiştir (Ünlüsayın ve ark. 2001). Dumanlamada kurutma önemli bir işlembasamağı olup, nitelik üzerinde etkilidir (Bilgin 2003). Ön kurutma duman veriminin artmasında önemli bir role sahiptir. Duman, ürün yüzeyindeki proteinlere etki eder ve bu şekilde tercih edilen bir renk (altın sarısı) ve tat elde edilmesini sağlar. Dumanın ürün rengine olan etkisi, renkli duman ögelerinin besine alınması, yoğunlaşması ve yükseltgenmesi, duman içeriği maddelerin proteinlerle tepkimeye girmesi, asitlerle rengin sabitlenmesi, fenollerle diğer duman bileşimindeki maddelerin tepkimeleri şeklinde gerçekleşmektedir (Ertaş 2000, Günlü 2007). Duman içindeki organik bileşikler genel olarak fenol, aldehit, keton, organik asit, alkol, ester, hidrokarbon ve çeşitli heterosiklik bileşiklerden oluşur. Balığın duysal kalitesinin iyi olmasında en önemli görev fenole aittir; çünkü fenol, duysal kaliteyi artırır ve antioksidan özelliğe sahiptir (Çaklı 2007). Balıkların dumanlanması, ısı ve dumanın, odun ve talaştan elde edildiği geleneksel yöntem, ısıya elektrik ile sağlandığı soğuk ($\leq 30^{\circ}\text{C}$) veya sıcak ($\geq 60^{\circ}\text{C}$) dumanlama ve kanserojen etkileri azaltmak için kullanılan sıvı dumanlama olmak üzere üç farklı yöntem kullanılır (Duffes 1999). Yöntemlerin uygulanışında, ülkelere hatta aynı ülke içerisinde balık türlerine ve tüketici isteklerine göre farklılıklar olabilir. Dumanlama işleminde değişik yağ oranlarına sahip deniz veya tatlı su balığı kullanılabilir. Ürüne lezzet vermek amacıyla kullanılan tuz oranı dumanlanmış üründe %2'den az veya %20'den fazla olmayacak şekilde ayarlanabilmekte ve bazı katkı maddeleri kullanılabilir. Dumanlama sıcaklığı $5-120^{\circ}\text{C}$ arasında ve dumanlama süresi de 1 saatten 6 haftaya kadar sürebilmektedir (Kaya ve ark. 2006). Dumanlama işleminde genellikle kışın yaprağını döken ağaçlardan elde edilen odun ve talaşlar kullanılır. Odun veya talaşın alevsiz yakılmasıyla elde edilen duman, başta aldehit, keton, alkol, asit, hidrokarbon, ester, fenol ve eter olmak üzere 200'den fazla kimyasal madde içermektedir (Kaya ve ark. 2006). Ürün üzerinde koruyucu etki formaldehit ve asitler tarafından sağlanırken, karakteristik aroma fenol, 4-metil guajakol, 4 etil guajakol ve sringolün

etkisiyle oluşur. Duman tadı ve kokusunun yaklaşık %66'sı fenolik bileşiklerden, %14'ü karbonillerden, %20'si diğer duman bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (Erkan2004).

Dumanlanmış ürünlerde koruyucu etki tuzlama, ısı ve duman kombinasyonu ile sağlanır. Ön işlem olarak uygulanan tuzlama işlemi hem su aktivitesini azalttığından hem de bakteriler üzerinde öldürücü etkisi olduğundan birçok organizma ve patojen çoğalamaz. Dumanlama sırasında uygulanan ısı işlemi, balık yüzeyini kurutarak mikroorganizmalar için fiziksel bir bariyer oluşturur. Odun dumanında bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi ile yağ oksidasyonu gecikir. Ayrıca dumandaki fenol, formaldehit ve nitrit gibi maddeler antimikrobiyal etki gösterirler. Gıdaların bozulmasını geciktirecek en uygun ve etkin muhafaza yöntemi soğukta muhafaza olup, sıcak dumanlanan ürünler dağıtım ve depolama sırasında 3°C ve daha düşük sıcaklıklarda muhafaza edilmelidir (Kaya ve ark. 2006).

Dumanlama (tütsüleme), gıdalara lezzet vermek, arzu edilen rengin oluşturulması ve tekstürün iyileştirilmesi yanı sıra işlem sırasında oluşan kimyasalların antimikrobiyal ve antioksidatif etkileri ile muhafaza sürelerinin uzatılmasını sağlayan eski bir yöntemdir. Dumanlama; belirli ağaç talaşlarının tam olmayan yanma işlemi sonucu sağlanan dumanın ve buharın, ürün üzerine etkimesi işlemidir. Yanma işlemi en iyi 400°C civarında yapılmaktadır. Bu sıcaklık derecesinin üzerinde ise ligninden poliaromatik hidrokarbonlar (PAH)'ın oluşma riski bulunmaktadır. Dumanlama, et, balık, peynir vb. gıdalara uygulanabilmektedir. Dumanlama işlemi, başlıca sıcak ve soğuk dumanlama olmak üzere uygulanmaktadır. Dumanlama materyali olarak, genellikle kayın, gürgen gibi sert ağaçların talaşları kullanılmaktadır. Yumuşak iğne yapraklı ağaçlar, hoş olmayan terpen benzeri koku oluşturmalarından dolayı dumanlama amacı olarak kullanılmamaktadırlar. Duman solüsyonları (sıvı dumanlama), ağaçları kuru distilasyonu sonucu elde edilen kondense edilmiş şekilde ya da sentetik olarak üretilen fenollerin karışımından elde edilmektedir. Sentetik olarak elde edilen duman solüsyonları, doğal dumanlama işlemine benzer sonuçlar vermekte ve aynı zamanda elde edilme işlemleri sırasında, zararlı bileşikler elimine edilebilmektedir (Erol 2007).

Çizelge 1.2. : Dumanlama Metotları, Erol (2007)'e göre

Metot	Sıcaklık(°C)	Süre	Ürün
Soğuk Dumanlama	18(12-24)	Bir haftaya kadar	Fermente sucuk, çiğ kürlenmiş ürün, haşlanmış pişmiş et ürünleri
Islak Dumanlama	30'a kadar	2-3 gün	Hızlı olgunlaştırılmış fermente sucuk
Ilık Dumanlama	50'ye kadar	1-3 saat	Büyük kalibreli haşlanmış ürünler
Sıcak Dumanlama	60-100	20-60 dakika	Haşlanmış pişmiş ürünler

1.3.1. Dumanın Renk Üzerine Etkisi

Dumanlama sonucu oluşan renk kısmen dumanın renk veren maddelerinden kısmen de duman içeriğinin besin elementleri ile yaptığı kimyasal bileşimlerden ileri gelmektedir. Dumanlanmış ürünlere özgü rengi veren maddeler azot oksitlerdir. Aromatik hidrokarbonlar ve fenolik bileşikler ise aromaya katkıda bulunmaktadırlar. Duman komponentlerinin besin bileşenleri ile verdiği kimyasal reaksiyonlar, enzimatik olmayan kahverengileşme reaksiyonu (Maillard reaksiyonu)'dur. Duman rengi tonu ve yoğunluğu, kullanılan odun türüne bağlı olarak açık sarıdan açık kahverengiye; koyu kahverengiden siyaha kadar değişebilmektedir. Bu hususta dumanlanacak ürünün rengi de önem taşımaktadır. Rengin yoğunluğu kuruma ile artmaktadır (Erol 2007).

1.3.2. Dumanın Aroma Üzerine Etkisi

Duman aroması, dumanın içerdiği komponentlerden ileri gelen kompleks bir lezzettir. Tipik duman aroması, fenolik bileşikler tarafından sağlanmaktadır. Uzun zincirli karbon asitleri de, üründeki proteinler ile reaksiyona girerek aromaya katkıda bulunmaktadırlar. (Erol 2007).

1.3.3. Dumanın Konserve Edici Etkisi

Dumanın tek başına konserve edici etkisi az olduğu için dumanlama; genel olarak kürlenme, fermentasyon, kurutma, ısı işlemi uygulamaları gibi diğer muhafaza yöntemleri ile kombine olarak kullanılmaktadır. Dumanın mikroorganizmalar üzerine inhibitörük etkisi; selüloz, hemiselüloz ve kısmen ligninden ortaya çıkan formaldehit, kreozoller

(guyakol, metilguyakol, krezolen ve ksilonen karışımı) ve fenoller tarafından sağlanmaktadır. Dumanın konserve edici etkisi bu maddelerin en yoğun olarak bulunduğu dış yüzeyde en üst seviyededir. Dumanın bazı bileşenleri (fenoller ve çok az miktarda organik asitler), antioksidatif etkiye sahip olup et ve et ürünlerinde yağların oksidasyonunu önleyerek muhafaza süresini uzatmaktadırlar (Erol 2007).

Bu çalışma, Kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetat'ın dumanlanmış ve vakum paketlenmiş alabalık filetolarının (*Oncorhynchus mykiss*) mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan kitosan (en az %85 deasetilasyon derecesine sahip, sigma aldrich), %1 asetik asit içerisinde, %2 kitosan solüsyonu hazırlamak için 20g kitosan tartılıp 900 ml distile suya ilave edildi. 10 dakika karıştırılıp bu karışıma 10 ml asetik asit ilave edildi ve gecedan sabaha kadar manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Ertesi sabah karışım, distile su ile 1000 ml'ye tamamlandı.

Çalışmada, 20 adet kontrol grubu ile gene 20'şer adet %2 kitosan, %2 sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat ile işlem görmüş alabalık fileto örnekleri(ortalama 100-120g) Aydın/Bozdağan'da üretim yapmakta olan firmadan temin edildi. Yukarıda bahsedilen kitosan solüsyonunda, %2lik sodyum laktatta ve %0,2'lik sodyum diasetatta 1 dakika tutulan balık filetoları 71°C'de 25 dakika dumanlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Dumanlama işlemi sonrası filetolar vakum paketlenerek -18°C'de depolamaya alınmıştır. Bu depolamaya alınan fileto örnekleri ertesi gün soğuk zincir içinde laboratuvara getirilmiş ve ilgili testlere başlanması 20 dakikayı geçmemiştir. Çalışmada kullanılan örneklerin tartılması amacıyla seçilecek vakum paketli dumanlanmış filetolar +4°C'deki buzdolabından rastgele alınmıştır. Örneklerin tartılmasını takiben aynı balık örneğinden tekrar numune alınmamıştır. Diğer günlere ait mikrobiyolojik analizler için alabalık fileto örneklerinin seçimi gene rastgele yapılmıştır. Bu süre içerisinde örnekler, +4°C'de muhafazaya devam edilmiştir. Testler için hızlı bir şekilde 25 g örneğin tartılmasını takiben 225 ml peptonlu tuz solüsyonu ile (% 0,85 tuz + % 0,1 pepton) 2 dakika homojenize edilmiştir. Bu homojenize örnekten seri 10 kat dilüsyonlar (10^{-1} - 10^{-6}) hazırlanmış ve ilgili besi yerlerine dökme plak yöntemine göre ekimler yapılmıştır. Dumanlanmış ve vakum paketlenmiş alabalık filetoları örneklerinden, numunelerin 0 (sıfır)'ıncı, 3., 6., 9., 12., 14., 16., 18., 20., 22. ve 24. günlerinde Plate Count agara (Oxoid CM325); kontrol grubundan (hiçbir işlem uygulanmamış) % 2'lik Kitosan, % 2'lik Sodyum laktat ve % 0,2'lik Sodyum diasetat uygulanmış örneklerden ekimler yapılmıştır. Yapılan ekimler sonucunda besiyerleri 35°C'de (mezofilik) 48 saat ve 4 °C'de (psikrofilik) 7 gün inkübasyona bırakılmıştır (Duan ve ark. 2010.).

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini; Uygulananyöntemde homojenize edilmiş 10g örnek alınarak Kjeldahl cihazı tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 2 g MgO ve 100 ml distile su eklenmiştir. 250 ml'lik erlenler içerisine ise 100 ml su ve 10 ml %3'lük borik asit ve 7-8 damla Taşıro indikatörü eklenmiştir. Bu işlemden sonra

tüp ve erlen Kjeldahl cihazınayleştirilerek erlen içerisinde 200 ml destilat elde edilene kadar distilasyonyapılmıştır. Elde edilen distilat 0,1 N'lik HCl asit ile mevcut rengin pembemsi rengedöndüğü noktaya kadar titre edilmiştir. TVB-N miktarının hesaplanmasiaşağıdakiformüle göre yapılmıştır(Antonocopoulos 1973).

Formül 2.1. : TVB-N Miktarının Hesaplanması

$$\text{TVB-N mg/100g} = \frac{\text{Harcanan 0,1 N Asit Miktarı(ml)} \times 1,4 \times 100}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

pH Analizi; Balık etindeki pH değişimleri Soares ve ark. (2013) yöntemine göre yapılmışve dijital bir pH metre kullanılarakanaliz edilmiştir. Buna göre 5g balık örneği alınarak 50 mL saf su içerisinde 30 saniyekarıştırılmıştır. pH metre bu solüsyona daldırılarak balık etinin pH'ı ölçülmüştür.

3. BULGULAR

Dumanlanmışve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalık filetolarının raf mrnu uzatmak amacıyla %2’lik kitosan, %2’lik sodyum laktat ve %0,2’lik sodyum diasetat uygulamaları yapılmış ve bunlara ait mikrobiyolojik sonuçlar izelge 3.1. ve izelge 3.2.’de gösterilmiştir. Gene bu filetoların kimyasal analizlerine ilişkin pH veTVB-N sonuçları ise izelge 3.3. ve izelge 3.4.’te belirtilmiştir.

Çizelge 3.1.: Toplam Mezofilik Canlı (TMC) sayısı için dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşáğı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın muhafaza süreleri boyunca mikrobiyolojik kaliteye etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi, (gün)											
	0 ^a	3 ^a	6 ^a	9 ^a	12 ^a	14 ^a	16 ^a	18 ^a	20 ^a	22 ^a	24 ^a	26 ^a
Kontrol Grubu	2,70	3,68	4,32	4,98	6,32	6,99	7,58					
%2 Kitosan	2,54	3,07	3,72	3,99	4,34	4,72	5,04	5,38	5,84	6,16	6,68	7,07
%2 Sodyum laktat	2,62	3,20	3,85	4,26	4,58	4,98	5,44	5,88	6,72	7,04	A.Y.	
%0,2 Sodyum diasetat	2,68	3,64	4,12	4,70	5,38	5,72	6,18	6,84	7,02	A.Y.		

a: Log10 cfu g-1

A.Y.: Analiz Yapılmadı

Çizelge 3.2. : Toplam Psikrofilik Canlı (TPC) sayısı için dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşáğı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın muhafaza süreleri boyunca mikrobiyolojik kaliteye etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi, (gün)											
	0 ^a	3 ^a	6 ^a	9 ^a	12 ^a	14 ^a	16 ^a	18 ^a	20 ^a	22 ^a	24 ^a	26 ^a
Kontrol Grubu	2,68	3,94	4,92	5,78	6,82	7,64						
%2 Kitosan	2,74	3,27	4,02	4,32	4,58	4,92	5,34	5,88	6,34	6,76	7,28	A.Y.
%2 Sodyum laktat	2,60	3,50	3,92	4,48	4,96	5,42	6,02	6,68	7,24	A.Y.		
%0,2 Sodyum diasetat	2,68	3,84	4,42	4,96	5,62	6,02	6,54	6,94	7,42	A.Y.		

a: Log10 cfu g-1

A.Y.: Analiz Yapılmadı

Çizelge 3.3.: Dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşığı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın TVB-N sayılarına olan etkisi

Uygulama	Muhafaza Süresi, (gün)											
	0 ^a	3 ^a	6 ^a	9 ^a	12 ^a	14 ^a	16 ^a	18 ^a	20 ^a	22 ^a	24 ^a	26 ^a
Kontrol Grubu	8,43	11,9	14,2	19,8	23,8	29,4						
%2 Kitosan	8,43	9,22	9,96	12,3	14,8	16,3	18,2	19,4	21,1	23,6	27,1	30,0
%2 Sodyum laktat	8,43	9,50	10,9	14,4	17,6	20,2	23,0	26,8	29,8	32,4		
%0,2 Sodyum diasetat	8,43	9,80	12,2	14,9	17,2	19,0	22,4	26,9	30,2	34,1		

a: mg TVB-N/1000g

Çizelge 3.4.: Dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Gökkuşığı alabalık filetolarına uygulanan kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetatın pH üzerine olan etkisi

Uygulama	Muhafaza Süresi, (gün)											
	0	3	6	9	12	14	16	18	20	22	24	26
Kontrol Grubu	5,98	5,90	6,18	6,20	6,46	6,94						
%2 Kitosan	5,97	5,95	6,04	6,09	6,14	6,20	6,29	6,33	6,39	6,48	6,56	6,89
%2 Sodyum laktat	5,98	5,92	6,12	6,17	6,23	6,28	6,41	6,49	6,55	6,68		
%0,2 Sodyum diasetat	5,98	5,92	6,12	6,21	6,26	6,30	6,39	6,49	6,56	6,80		

4. TARTIŞMA

TMC ve TPC sayıları, raf ömrünün belirlenmesinin yanısıra kalite değerlendirilmesi için de önem arz etmektedir. Kontrol grubunda analiz başlangıcında bu değerler TMC ve TPC için sırası ile 2,70 ve 2,68 log₁₀ kob/g olarak tespit edilirken TMC sayısı, 14-16. günlerde (ICMSF 1986)'e göre, su ürünleri için yenilebilir değer olan 7,00 log₁₀ kob/g düzeyini geçmiştir. Bu durum TPC için ise 14. günde 7,64 log₁₀ kob/g düzeylerindedir. %2 kitosan uygulanmış balık filetolarında TMC sayısının bu limit değeri 26. günde geçtiği tespit edilirken bu ürünlerin raf ömrünün oldukça uzadığı tespit edilmiştir. Bu limit değer %2 sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat için ise sırası ile 22. ve 20. günlerde aşılmıştır. Mohan ve ark. (2012), sardalye balığını %1 ve %2 kitosan ile kaplayarak 12 gün 2°C'de muhafazaya almış ve %1 kitosan ile kaplanan gruba ait örneklerde total TMC sayısını 11. günde 7,6 log₁₀ kob/g olarak, %2 ile kaplanmış gruba ait örneklerde ise 7,3 log₁₀ kob/g olarak bulmuştur. Fan ve ark. (2009), sazan balığı filetolarını kitosan ile kaplama işlemine tabi tuttuktan sonra -3°C'de muhafaza etmişler ve 30 gün sonunda muamele grubu örneklerdeki total TMC sayısının yine belirtilen değerin altında kaldığını tespit etmişlerdir.

TPC sayıları için %2 kitosan, %2 sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat uygulamalarında limit değer sırası ile 24., 22. ve 22. günlerde aşılmıştır. Kontrol grubu ile kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetat uygulaması yapılmış filetolar arasında fark önemli bulunurken ($p < 0.05$), bu uygulamaların yapıldığı gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Duan ve ark. (2010), Kuzey Amerika Pasifik denizinde bulunan ve ticari bir balık türü olan lingcod (*Ophiodon elongatus*) filetolarını kitosan ile kaplayarak muhafaza etmiştir. Araştırmada, üçüncü hafta sonunda TPC sayısının 7 log₁₀ kob/g değerini aştığı, kontrol grubu örneklerde ise birinci hafta sonunda 7,5 log₁₀ kob/g değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Adı geçen çalışmada, kitosanın antimikrobiyal özelliği ortaya konmuştur.

TVB-N sayısı, balık ve balık ürünleri için tazelik belirtecidir ve bozulma ile birlikte TVB-N sayısı artmaktadır. Köse ve Koral (2005). Balıkların kalite kontrollerinin belirlenmesinde Connell (1990), TVB-N sayısı için limit değeri 35-40 mg TVB-N/1000g olarak belirtmekte iken Hisar ve ark. (2004) tarafından gökkuşağı alabalıkları için bu değer 25 mg TVB-N/1000g olarak sınırlandırılmıştır. Varlık ve ark. (2004) göre, TVB-N değerlerinde kalite sınıflandırması; 25 mg/100 g'a kadar "çok iyi", 30 mg/100 g'a kadar

“iyi”, 35 mg/100 g’a kadar “pazarlanabilir”, 35 mg/100 g’dan fazlasını “bozulmuş” olarak değerlendirmektedir. Yine aynı araştırmacılar, tatlı su balıklarında TVB-N ile ilgili tüketilebilirlik sınır değerini 32-36 mg/100 g olarak belirtmektedirler. Balık etinde, TVB-N başlıca trimetilamin, dimetilamin, amonyak ve diğer uçucu bazik azotlu bileşiklerden oluşmaktadır. (Pezeshk ve ark. 2011). TVB-N yaygın olarak kullanılan balık kalite indekslerinden birisi olup TVB-N değerindeki artış, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların aktivitesi ve endojen enzimlerin faaliyetleri sonucu olabilmektedir. (Ruiz-Capillas ve Moral 2005). Örneklerimize ait TVB-N değerlerindeki analiz süresince değişimler Tablo 3’de verilmiştir. Sıfırıncı gündeki TVB-N değeri Kontrol grubunda, %2 kitosan, %2 sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat uygulanmış gruplarda 8,43 mg/1000g olarak bulunurken, bu değer kontrol grubunda 14. günde 29,4, %2 kitosan uygulanmış grupta 26. Günde 30,0, %2 sodyum laktat uygulanmış grupta 22. günde 32,4 ve %0.2 sodyum diasetat uygulanmış grupta 22. günde 34,1 olarak tespit edilmiştir. Sıfırıncı günde tespit edilen başlangıç TVB-N miktarı bazı çalışmalardan (Rezaei ve Hosseini 2008, Pyrgotou ve ark. 2010, Neratzak ve ark. 2005, Chytiri ve ark. 2004, Frangos 2010) düşüktür. Jeon ve ark. (2002) 12 günlük muhafaza süresi sonunda kitosan ile kaplanmış morina balığı filetolarındaki TVB-N oluşumunda %35-50 arasında azalma olduğunu rapor etmiştir. Özbay ve Deniz (2012) -18⁰C’de dondurarak 6 ay depoladığı sardalye filetolarında 19,39mg/100g olan başlangıç TVB-N değeri depolama süresince artış göstererek bu süre sonunda kontrol, asetik asit ve kitosan grubunda sırası ile 33,24mg/100g, 29,41mg/100g ve 27,81mg/100g’a ulaşmıştır. Tüm grupların TVB-N sonuçları karşılaştırıldığında kitosan grubunun TVB-N değeri diğer gruplara kıyasla daha düşük bulunmuştur.

Balıklardaki pH aralığı 5,7-6,6 arasında değişmektedir. Taze balığın pH’sı nötre yakındır. Fakat ölüm sonrası oluşan laktik asidin etkisiyle pH’da bir miktar düşme gözlemlenmekte, bozulmaya başlaması ile birlikte ise tekrar bir artış şekillenmektedir. (Bilgin 2003). Bu çalışmada da ilk gün analizleri sonrasında pH ölçümleri, ilk günkü bulunan sonuçlara göre biraz daha düşük, sonraki günlerde yapılan analizlerde ise giderek daha yüksek çıkmıştır. Başlangıç pH değeri ortalama 5,98 bulunurken bu değer tüm gruplarda önce düşmüş, daha sonraki depolama süresince yükselmiştir. Bu benzer durum diğer bazı çalışmalarda da (Fan ve ark. 2009, Alasalvar ve ark. 2001, Manju ve ark. 2007, Can ve Patır 2012) gözlemlenmiştir. Balık örneklerindeki başlangıçtaki pH düşüşü, ortamdaki çözünen CO₂’in artmasına, daha sonra pH yükselmesinin ise volatil

bazların(TVB-N) miktarının artmasına bağlı olduğunu vurgulamıştır (Can ve Patır 2012).Mohan ve ark. (2012), %2 kitosan ile kapladıkları ve soğukta muhafaza ettikleri sardalye balıklarında 0. günde pH değerini 6,1, 11. günde ise 6,6 olarak tespit etmiştir.

TMC ve/veya TPC sayılarının raf ömrü süresince artması, birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. (Chytiri ve ark. 2004, Song ve ark. 2011, Angiş veOğuzhan 2013, Soares ve ark. 2013, Özbay ve Ayaş 2011). Bakteriyel gelişme, antimikrobiyal aktiviteye sahip kitosan ile sodyum laktat ve sodyum diasetat ile inhibe edilmiş ve alabalık filetolarının raf ömrü 24 güne kadar uzatılmıştır.

Hisar ve ark. (2004), 4 ± 1 °C’de normal atmosfer (kontrol), vakum paket vefarklıgaz karışımını içeren modifiye atmosfer paketlemenin (%100 CO₂, %2,5O₂+%7,5 N₂+%90 CO₂ ve %30 O₂+%30 N₂+%40 CO₂) gökkuşağıalabalığıfiletosundaki mikrobiyal (psikrotrofik, mezofilik aerobik bakteri ve*Enterobacteriaceae* sayısı), ve kimyasal (pH, TVB-N, TBA) etkilerini incelemişlerdir.%100 CO₂’ de depolanan örneklerde psikrotrofik bakteri sayısıdepolamanın 12.gününde 7 log kob/g’ın üzerine ulaşmıştır. Ancak, mezofilik bakteri sayısıdepolamasonunda (14. gün) 6 log kob/g’a ulaşmıştır.

Sodyum laktat (E325) ile Sodyum diasetat (E262), gıdaların raf ömrünün uzatılması, aroma özelliklerinin arttırılması gibi özellikleri nedeniyle gıdalarda kullanılan katkı maddeleridir.Literatürler içinde su ürünlerinin raf ömrünü arttırmak amacıyla özellikle son yıllarda kitosan ağırlıklı çalışmalar bulunmakla birlikte sodyum laktat ve sodyum diasetat ile yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.Çeşitli araştırmacıarsodyum laktat tuzlarının prezervatif aktivitelerinin ürünün su aktivitesini düşürerek mikroorganizma gelişimini inhibe etmeleri ve laktat iyonlarının spesifik etkisi olmak üzere iki ana prensibe dayandığını açıklamışlardır (Koos J ve ark. 1992, Wit De J ve ark. 1990). Çetin ve Bostan (2002) hazır köfte ile yaptıkları çalışmada;kontrol grubu örneklerinde ortalama su aktivitesi 0,978 iken %2 sodyum laktat ilave edilen örneklerde su aktivitesini 0,903 saptamışlardır. Öksüztepe ve ark. (2010) Taze gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) hazırlanan köftelerin üretiminde sodyum laktatın kullanılmasıyla ürünün duyuusal özelliklerinin (renk, koku ve lezzet) etkilenmediği ancak mikrobiyal gelişmeyi yavaşlatarak raf ömrünü arttırdığı ve köfte hamuruna %2 oranında sodyum laktat ilavesinin ürünün duyuusal özelliklerinde istenmeyen bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Yine, %2 oranında sodyum laktat ilave edilen örneklerin 4 ± 1 °C’de 16 gün boyunca

yenilebilir niteliğini koruduğu gözlemlenmiştir. Raf ömürlerinin, kontrol grubuna göre 6 günden, 16 güne çıktığını bildirmişlerdir.

Alak ve ark. (2010), kitosan kaplamanın veya modifiye atmosfer ve vakum ambalajlamanın $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 15 gün boyunca depolanan palamut balığı filetolarının mikrobiyolojik ve kimyasal (pH, TVB-N ve TBARS) parametrelerini belirlemek üzerine yaptıkları çalışmada, kitosan film ile paketlenmiş filetolarda aerobik bakterilerin gelişimi, kontrol ve vakum gruplarına göre daha yavaş olduğu bulunmuştur. Tüm gruplar içerisinde en düşük pH değeri kitosan ile kaplı numunelerde belirlenmiştir. Sonuç olarak, kitosanın güçlü antimikrobiyal etkisinden dolayı raf ömrünün uzatılmasında kullanılabileceği bildirilmektedir. Oğuzhan ve Angiş (2012), %20'lik sodyum klorür ile tuzlanan (salamura ve kuru tuzlama) vakum veya modifiye atmosferde (%50 CO_2 + %50 N_2) ambalajlanıp $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 25 gün depolanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine tuzlama ve paketlenme işlemlerinin etkisini inceledikleri çalışmada, modifiye atmosfer paketlenmenin vakum paketlenmeye göre daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, salamura da tuzlanıp vakum paketlenmiş ve salamura da tuzlanıp modifiye atmosferde paketlenmiş gökkuşağı alabalığının raf ömrü sırası ile 15 ve 20 gün, kuru tuzlananlarda ise sırası ile 20 ve 25 gün olarak belirlenmiştir.

Alak ve ark. (2010), kitosan kaplamanın veya modifiye atmosfer ve vakum ambalajlamanın $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 15 gün boyunca depolanan palamut balığı filetolarının mikrobiyolojik ve kimyasal (pH, TVB-N ve TBARS) parametrelerini belirlemek üzerine yaptıkları çalışmada, kitosan film ile paketlenmiş filetolarda aerobik bakterilerin gelişimi, kontrol ve vakum gruplarına göre daha yavaş olduğu bulunmuştur. Tüm gruplar içerisinde en düşük pH değeri kitosan ile kaplı numunelerde belirlenmiştir. Sonuç olarak, kitosanın güçlü antimikrobiyal etkisinden dolayı raf ömrünün uzatılmasında kullanılabileceği bildirilmektedir.

5. SONUÇ

Kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetat ilave edilmiş dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalık filetolarına yapılan analizler neticesinde aşağıdaki verilere ulaşılmıştır.

Kontrol grubunda analiz başlangıcında TMC ve TPC için sırası ile 2,70 ve 2,68 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir. TMC sayısı, 14-16. günlerde (ICMSF 1986)'e göre, su ürünleri için yenilebilir değer olan 7,00 log₁₀ kob/g düzeyini geçmiştir. TPC için ise 14. günde 7,64 log₁₀ kob/g düzeylerindedir ve limit değeri geçmiştir.

%2 Kitosan uygulanmış balık filetolarında TMC sayısının bu limit değeri 26. günde geçmiştir. %2 Sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat için ise sırası ile 22. ve 20. günlerde limit değeri geçmiştir. TPC sayıları için %2 kitosan, %2 sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat uygulamalarında limit değer sırası ile 24., 22. ve 22. günlerde aşılmıştır.

Balıkların kalite kontrollerinin belirlenmesinde Connell (1990), TVB-N sayısı için limit değeri 35-40 mg TVB-N/1000g olarak belirtmekte iken Hisar ve ark. (2004) tarafından gökkuşağı alabalıkları için bu değer 25 mg TVB-N/1000g olarak sınırlandırılmıştır. Sıfırıncı gündeki TVB-N değeri Kontrol grubunda, %2 kitosan, %2 sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat uygulanmış gruplarda 8,43 mg/1000g olarak bulunurken, bu değer kontrol grubunda 14. günde 29,4 mg/1000g, %2 kitosan uygulanmış grupta 26. Günde 30,0 mg/1000g, %2 sodyum laktat uygulanmış grupta 22. günde 32,4 mg/1000g ve %0,2 sodyum diasetat uygulanmış grupta 22. günde 34,1 mg/1000g olarak tespit edilmiştir.

PH ölçümleri, ilk günkü bulunan sonuçlara göre biraz daha düşük, sonraki günlerde yapılan analizlerde ise giderek daha yüksek çıkmıştır. Başlangıç pH değeri ortalama 5,98 bulunurken bu değer tüm gruplarda önce düşmüş, daha sonraki depolama süresince yükselmiştir.

Kitosan, sodyum laktat ve sodyum diasetat ilave edilmiş dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalık filetolarının muhafaza süreleri ortalama 14-15 günden 24-26 güne kadar çıkarılabilmektedir. Bu tip -18°C'de muhafaza edilirken müşteri beğenisine sunulmadan önce +4°C'de muhafaza edilmeye başlanılan gıdalar için tatmin edici son kullanma süresi 18 gün olup bu uygulamalar ile bu sürenin de üzerine çıkılmıştır.

Teknolojide de kullanılması firmaların lehine olacak olan bu uygulamalardan kitosan, bu çalışmada denenen diğer katkı maddelerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

ÖZET

Sıcak Dumanlanmış ve Vakum Paketlenmiş Gökkuşığı Alabalık Filetolarına Uygulanan Kitosan, Sodyum Laktat ve Sodyum Diasetat'ın Raf Ömrüne Olan Etkisi

Bu tez, sıcak dumanlama uygulanmış gökkuşığı alabalıklarına tatbik edilen kitosan (Ki), sodyum laktat (SL) ve sodyum diasetat (SD)'ın raf ömrüne olan etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Çalışmada, 20 adet kontrol grubu ile 20'şer adet %2 kitosan, %2 sodyum laktat ve %0,2 sodyum diasetat ile işlem görmüş alabalık fileto örnekleri Aydın/Bozdağan'da üretim yapmakta olan firmadan temin edildi.Yapılan mikrobiyolojik (TMC, TPC) ve kimyasal (TVB-N ve PH) analizler ile tatbik edilen maddelerin ürünlerin raf ömürlerine etkisi araştırıldı.

Kontrol grubunda analiz başlangıcında TMC sayısı 2,70 log₁₀ kob/g ve TPC sayısı 2,68 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir. TMC sayısı (ICMSF 1986)'e göre 14-16. Günlerde su ürünleri için yenilebilir değer olan 7,00 log₁₀ kob/g düzeyini geçmiştir. TPC sayısı ise (ICMSF 1986)'e göre 14. Günde su ürünleri için yenilebilir değer olan 7,00 log₁₀ kob/g düzeyini limit değeri geçmiştir.TMC sayısının limit değeri; %2 kitosan uygulanmış balık filetolarında 26.Günde, %2 sodyum laktat uygulanmış numunelerde 22.Günde, %0,2 sodyum diasetat uygulanmış numunelerde 20. Günde aşılmıştır.TPC sayısının limit değeri; %2 kitosan uygulanmış balık filetolarında 24. Günde, %2 sodyum laktat uygulanmış numunelerde 22.günde, %0,2 sodyum diasetat uygulanmış numunelerde 22. Günde aşılmıştır.

Balıkların kalite kontrollerinin belirlenmesinde TVB-N değeri sıfırıncı günde bütün gruplarda 8,43 mg/1000g olarak tespit edilmiştir.TVB-N değeri; kontrol grubunda 14. Günde 29,4 mg/1000g, %2 kitosan uygulanmış grupta 26. Günde 30,0 mg/1000g, %2 sodyum laktat uygulanmış grupta 22. Günde 32,4 mg/1000g ve %0,2 sodyum diasetat uygulanmış grupta 22. Günde 34,1 mg/1000g olarak tespit edilmiştir.

PH ölçümleri, ilk günkü bulunan sonuçlara göre biraz daha düşük, sonraki günlerde yapılan analizlerde ise giderek daha yüksek çıkmıştır. Başlangıç Ph değeri ortalama 5,98 bulunurken bu değer tüm gruplarda önce düşmüş, daha sonraki depolama süresince yükselmiştir.

Araştırma sonucunda sıcak dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalık filetolarının muhafaza süreleri ortalama 14-15 günden 24-26 güne kadar ıkarılabilmıştir.

Anahtar Kelimeler: Dumanlanmış balık, Kitosan, Sodyum laktat, Sodyum diasetat, Raf mr

SUMMARY

Effects of Chitosan, Sodium Lactate and Sodium Diacetate Applications on Shelf Life of Hot Smoked and Vacuum Packed Rainbow Trout Fillets

This thesis has been conducted to determine the effects of chitosan (Ch), sodium lactate (SL) and sodium diacetate (SD) on the shelf life of hot smoked rainbow trout. During the thesis work, 20 trout fillet samples for each of the control, 2% chitosan applied, 2% sodium lactate applied and 0.2% sodium diacetate applied groups, in total 80 samples, were obtained from a company located in Aydın/Bozdoğan. Effect of applied compounds on the product's shelf life was examined by microbiological (TMC, TPC) and chemical (TVB-N, PH) analyses.

In the control group, TMC amount was determined as 2.70 log₁₀ kob/g and TPC amount was determined as 2.68 log₁₀ kob/g at the beginning of the analysis. The TMC amount exceeded 7.00 log₁₀ kob/g level which is the comestible value for fisheries at the 14th-16th day (according to ICMSF 1986). In the same manner, TPC amount exceeded 7.00 log₁₀ kob/g threshold value which is the comestible value for fisheries at 14th day (according to ICMSF 1986). The limit value of TMC was exceeded by; 2% chitosan applied samples on the 26th day, 2% sodium lactate applied samples on the 22nd day and 0.2% sodium diacetate applied samples on the 20th day. The limit value of TPC was exceeded by; 2% chitosan applied samples on the 24th day, 2% sodium lactate applied samples on the 22nd day and 0.2% sodium diacetate applied samples on the 22nd day.

To determine quality control of fishery, at the beginning of the analysis, TVB-N amount was determined as 8.43 mg/1000g for all samples in all groups. The TVB-N value was determined as; 29.4 mg/1000g in control samples on 14th day, 30 mg/1000g in 2% chitosan applied samples on 26th day, 32.4 mg/1000g in 2% sodium lactate applied samples on 22nd day and 34.1 mg/1000g in 0.2% sodium acetate applied samples on 22nd day.

PH measurements gave lower results on the first few days of the analysis and higher results on the latter days. PH value at the beginning was determined as 5.98; this value was decreased in all groups at first, and on the next days of storage, it increased.

As a result of the research, shelf life of hot smoked, vacuum packed rainbow trouts was successfully increased from 14-15 days up to 24-26 days.

Keywords: Smoked fish, Chitosan, Sodium lactate, Sodium diacetate, Shelf life.

KAYNAKLAR

- Alak, G., Hisar S.A., Hisar O.,Kaban G., Kaya M. Microbiological and Chemical Properties of Bonito Fish (*Sarda sarda*) Fillets Packaged with Chitosan Film, Modified Atmosphere and Vacuum. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2010; 16: 73-80.
- Alasalvar C, Taylor KDA, Oksuz A, Garthwaite T, Alexis MN, Grigorakis K. Freshness assessment of cultured seabream (*Sparus aurata*) by chemical, physical, and sensory methods. *Food Chem*,2001; 72:33-40.
- Angiş S. and Oğuzhan P. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on chemical and microbiological properties of fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during storage at refrigerator temperatures. *African Journal of Microbiology Research*,2013;7(13): 1136-1143.
- Anonim: Su Ürünleri Kalite Kontrol El Kitabı. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 2000.
- Antonocopoulus N. In: LudorfW, Meyer V.Fische Und Fischerzeugnisse, Aulage Verlag Paul Parey.Bestmmung Des Flüchhtigen Basensticktoofs. Berlin und Hamburg,1973;224-225.
- Ayas D, Özbay T.Dondurarak Depolanan Sardalya (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Kitosan ve Asetik Asit Uygulamalarının Etkileri. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2012; 7(2): 11-22.
- Bilgin Ş.Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Dağ Alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858)'nın Kimyasal Yapısındaki Değişimler. S.D.Ü Fen Bilim. Enst. Doktora tezi, Isparta, 2003; 130s.
- Bingöl BA, Uran H, Bostan K, Varlık C, Sivri N, Üçok Alakavuk D. Kitosanla Muamelenin Dondurulmuş Karideslerin Duyusal ve Kimyasal Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Dergisi*, 2013; 19(3):399-405.
- Boguslawski S, Bunzeit M, Knorr D. Effects of chitosan treatment on clarity and microbial counts of apple juice. *Z. Lebensm. Technol*,1990; 41: 42–44.
- Brewer M.S, Rostogi B.K, Argoudelis L, Sprouls G.K. Sodium lactate / Sodium chloride effects on aerobic plate counts and color of aerobically packaged ground pork. *J. Food Sci*,1995; 60(1): 58-62.

- Can P.Ö. ve Patır B. Kitosan Kaplamanın Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 2012; 42(4):148-154.
- Chamanara V, Shabanpour B, Gorgin S, Khomeiri M. An investigation on characteristics of rainbow trout coated using chitosan assisted with thyme essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2012; 50: 540– 544.
- Chen C, Liao W, Tsai G. Antibacterial effects of N-Sulfonated and N-Sulfobenzoyl chitosan and application to oyster preservation. *J Food Protect* 1998; 61: 1124-1128.
- Chytiri S, Chouliara I, Savvaidis I.N, Kontominas M.G. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aqua cultured rainbow trout. *Food Microbiol*, 2004; 21:157–65.
- Connel J.J. Methods of assessing and selecting for quality, in control of fish quality (3rd ed.), Springer, Berlin, 1990.
- Cubina I. Natural lactic acid L(+) and lactates in the food industry. 5th International Congress on Food Industry New Aspects on Food Processing. Kuşadası, Turkey, 23-28 April, Proceeding, 1995; 106-108.
- Çaklı Ş. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İzmir. 2007; 696s.
- Çetin B, Bostan K. Hazır Köftelerin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Sodyum Laktatın Etkisi. *Turk J Vet Anim Sci*, 2002; 26: 843-848.
- Darmadji P, Izumimoto M. Effects of chitosan in meat preservation. *Meat Science*, 1994; 38: 243–254.
- Demir A, Seventekin N. Kitin, Kitosan ve Genel Kullanım Alanları. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2009; 3(2): 92-103.
- Duan J, Cherian G, Zhao Y. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings. *Food Chemistry*, 2010; 119: 524–532.
- Duffes F. Improving the control of *Listeria monocytogenes* in cold smoked salmon. *trends in food science and technology*, 1999; 10: 211-216.

- Erkan N. In: Fish Processing Technology, (in Turkish). Smoking technology Varlık C. (ed.), İstanbul Üniversitesi, Yayın No:4465,2004; p.233-273.
- Erol İ. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi, Ankara: Pozitif matbaacılık; 2007; p. 291-293.
- Ertaş, A.H. Tütsülemenin Et Ürünlerindeki Etkileri. Gıda, 2000; 25(2):107–111.
- Fan W, Sun J, Chen Y, Qiu J, Zhang Y, Chi Y. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chem,2009; 115:66-70.
- FDA. Code of Federal Regulations, Available at <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/99-028DF.htm>, 2000.
- Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., Isavvaiddis. N. Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelflife of refrigerated trout fillets. Food Microbiology, 2010;27:115–121.
- Gómez-Estaca J, Montero P, Giménez B, and Gómez-Guillén M. C. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine *Sardina pilchardus*. Food Chemistry, 2007;105:511–520.
- Gökoğlu N. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, İstanbul, Su Vakfı Yayınları,2002; 157s.
- Gülyavuz H, Ünlüsayın M. Su ürünleri işleme teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fak. Isparta,1999; 366s.
- Günlü, A. Yetiştiriciliği Yapılan Deniz Levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L.1758) Dumanlama Sonrası Bazı Besin Bileşenlerindeki Değişimler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi, Doktora tezi, Isparta, 2007.
- Hisar Ş.A, Hisar O, Kaya M, Yanık T. Effects of Modified Atmosphere and Vacuum Packaging on Microbiological and Chemical Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. Int. J. Food Microbiol,2004; 97(2):209-214.
- ICMSF. Microorganisms in foods. In: Sampling for microbiological analysis: principles and scientific applications. 2nd ed. Canada: University of Toronto Press. Toronto, 1986; pp. 181-196.
- İzci L, Ertan O. Dumanlama işlemi Uygulanmış Kadife Balığı (*Tinca tinca* L,1758)'nın Et Verimi ve Besin Bileşimindeki Değişimler. Turk J Vet Anim Sci 28,2004;1037-1041.

- Jeon YJ, Kamil JYVA, Shahidi F. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. J Agri Food Chem, 2002; 20:5167-78.
- Kaba N, Özer Ö, Söyleyen B. Dumanlama İşleminin Balık Kalitesine ve Raf Ömrüne Etkisi. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz 2009, Rize; 2009.
- Kaya Y, Turan H, Erkoyuncu İ, Sönmez G. Sıcak Dumanlanmış Palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) Balığının Buzdolabı Koşullarında Muhafazası. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 2006; 23: 457-460.
- Kim K. W, R. Thomas L. Antioxidative activity of chitosans with varying molecular weights. Food Chemistry, 2007; 101 (1): 308–313.
- Koos J.T. Preservation of food products with natural ingredients. Food Mark. Technol, 1992; 3: 5-11.
- Korkut S. Dumanlanmış Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın farklı paketlerde buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında meydana gelen bazı kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, Türkiye, 2008; 73s.
- Köse S, Koral S. Tütsülenmiş Hamsinin Buzdolabı Koşullarında (4±1°C) Depolanması Esnasında Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi, XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Çanakkale, Türkiye, 2005; 307-308s.
- Majeti N. V. and Ravi K. A. review of chitin and chitosan applications. Reactive and Functional Polymers, 2000; 46,:1–27.
- Manju S, Jose L, Srinivasa Gopal TK, Ravishankar CN, Lalitha KV. Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of pearlspot (*Etroplus suratensis*) during chill storage. Food Chem, 2007; 102:27-35.
- Mohan CO, Ravishankar CN, Lalitha KV, Srinivasa Gopal TK. Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage. Food Hydrocolloid, 2012; 26:167-74.
- Neratzaki A, Tsiotsias A, Paleologos E.K, Savvaids I.N, Bezirtzoglou E., Kontominas M.G. Effect of ozonation on the preservation of whole vacuum packaged, refrigerated rainbow trout. European Food Research & Technology, 2005; 221:675–6.

No HK, Kim SH, Lee SH, Park NY, Lee SH, Prinyawiwatku W. Stability and antibacterial activity of chitosan solutions affected by storage temperature and time. *Carbonhy Polym.*2006; 65: 174-178.

Oğuzhan, P.,Angiş, S. Effect of Salting and Packaging Treatments on Fresh Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets During Storage at Refrigerator Temperatures,Kafkas Univ Vet Fak Derg, 2012;18 (3): 443-448.

Ojagh M.S, Rezaei M, Razavi S.H, Hosseini SMH. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 2010; 120: 193–198.

Öksüztepe G, Çoban Ö.E, Güran Ş.Sodyum Laktat İlavesinin Taze Gökkuşığı Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) Yapılan Köftelere Etkisi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2010;16 (Suppl-A): S65-S72.

Özbay T, Ayas D. Dondurarak Depolanan Sardalya (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Kitosan ve Asetik Asit Uygulamalarının Etkileri.Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2011;7(2): 11-22.

Papadopoulos L.S, Miller R.K, Ringer L.J, Cross H.R. Sodium lactate effect on sensory characteristics, cooked meat color and chemical composition. *J. Food Sci.*1991;56(3): 621-635.

Pezeshk S, Rezaei M, And Hosseini H. Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at 4±1 °C. *Journal of Food Science*, 2011;76:387-391.

Pyrgotou N, Giatrakou V, Ntzimani A, Savvaidis I.N.. Quality assessment of salted, modified atmosphere packaged rainbow trout under treatment with oregano essential oil. *Journal of Food Science*,2010;75: 406-411.

Rezaei M, Hosseini S. F. Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled atorage. *Journal of Food Science*,2008;73:93-96.

Ruiz-Capillas C, Moral A. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chem*,2005;8:347–54.

Shahidi F, Arachchi J. K. V, Jeon Y. J. Food applications of chitin and chitosan. *Trends in Food Science and Technology*,1999; 10: 37–51.

Soares N.M, Mendes T.S, Vicente A.A. Effect of chitosan-based solutions applied as edible coatings and water glazing on frozen salmon preservation – A pilot-scale study. *Journal of Food Engineering*, 2013; 119:316–323.

Song Y, LiuL, ShenH, YouH, Luo Y. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 2011;22:608-615.

Sudharshan NR, Hoover DG, Knorr D. Antibacterial action of chitosan. *Food Biotech* 1992; 6: 257-272.

Tompkin R.B. Control of *Listeria monocytogenes* in the food-processing environment. *Journal of Food Protection*, 2002; 65: 709–725.

Tual C, Espuche E, Escoubes M, Domard A. Transport properties of chitosan membranes: Influences of cross linking. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics*, 2000;38: 1521–1529.

Ünlüsayın M, Aksoylar M.Y, Gülyavuz H. Bazı Tatlı su Balıklarının Sıcak Dumanlama Sonrası Lipidlerindeki Kimyasal Değişimler. *Türk J Vet Anim Sci*, 2001; 25: 341– 348.

Varlık C, Erkan N, Özden Ö, Mol S, Baygar T. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul. 2004; 491s.

Wenjiao Fan, Junxiu Sun, Yunchuan Chen, Jian Qiu, Yan Zhang, Yuanlong Chi. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage *Food Chemistry*, 2009; 115: 66–70.

Wit, De, J.C., Rombouts, F.M.: Antimicrobial activity of sodium lactate. *Food Microbiol.* 2009; 7: 113-120.

Yıldırım Ö, Ergün S, Yaman S, Türker A: Effects of two seaweeds (*Ulva lactuca* and *Enteromorpha linza*) as a feed additive in diets on growth performance, feed utilization, and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2005; 15 (3): 455-460.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İzmir’de doğdum. İlk ve orta öğrenimimi İzmir’de tamamladıktan sonra 2006 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nde okumaya hak kazandım ve 2011 yılında mezun oldum. Aynı yıl Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programıma başladım. 2013 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Malatya İl

Müdürlüğü Arapgir İlçe Müdürlüğü'ne Veteriner Hekim olarak atandım. 2014 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İzmir İl Müdürlüğü Dikili İlçe Müdürlüğü'ne Veteriner Hekim olarak tayin oldum ve halen aynı birimde görev yapmaktayım.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda ilgi, yardım ve hoşgörüsünü eksik etmeyen ve araştırmanın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Sadık BÜYÜKYÖRÜK'e teşekkürlerimi sunarım.

Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Ergün Ömer GÖKSOY, Doç. Dr. Filiz KÖK, Yrd. Doç. Dr. Devrim BEYAZ, Araştırma GörevlileriPelin KOÇAK ve Cemil ŞAHİNER'e teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve öğrenim sürecimde hiçbir zaman desteğini esirgemeyen sevgili eşim Orçun YAĞIN'a çok teşekkür ederim.