

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÜZÜM SİRKESİNİN SOĞUK TÜTSÜLENMİŞ SOMONUN (*Salmo*
salar) RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

HANDE BİLEN

KOCAELİ 2023

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÜZÜM SİRKESİNİN SOĞUK TÜTSÜLENMİŞ SOMONUN (*Salmo*
salar) RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

HANDE BİLEN

Dr. Öğr. Üyesi Nadide SEYHUN
Danışman, Kocaeli Üniv.

.....

Dr. Öğr. Üyesi Mutlu ÇELİK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

.....

Dr. Öğr. Üyesi Suzan TİREKİ
Jüri Üyesi, Özyeğin Üniv.

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 19.01.2023

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/ Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☐ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☒ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler Leroy Turkey Su Ürünleri A.Ş.'den maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Hande BİLEN

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma iznini Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki makale, kitap, tebliğ, lisans, patent gibi çalışmalarda kullanımı, danışmanımın isim hakkı saklı kalmak koşuluyla ve her iki tarafın bilgisi dahilinde bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan **“*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- ☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Hande BİLEN

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmakta olduğum su ürünleri sektöründe, diğer çalışan arkadaşlarım ve su ürünleri bölümü mezunları ile birlikte, yıllardır amacımız Türkiye’de insanların daha fazla su ürünleri tüketmesidir. Su ürünleri dediğimizde sadece balık olarak değil; midye, ahtapot, karides gibi diğer grup ürünlerin tüketim oranının artması bizleri sevindirirken, işlenmiş gıdalardan fümeye, marine gibi ürünlerin Türkiye piyasasında artması sevincimizi katlamaktadır. İşlenmiş gıdalardan somon fümenin tüketiminde etkili olan raf ömrünü uzatmak ve buna bağlı olumsuzlukları azaltmak için bu çalışmayı planladık.

Tez çalışması seçiminde isteklerimi göz önünde bulundurup, tezimin planlama, yürütme ve düzenleme aşamalarında bilgi ve tecrübesiyle yol gösteren, mesleki ve özel tüm konularda bana zamanını ayırıp sabırla destek olan, ilgiyle elinden geleni yapan, gelecekteki hayatımda yeri olacak olan kıymetli danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Nadide SEYHUN’a teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda tüm tez çalışması boyunca desteklerini esirgemeyen hocam Dr. Öğretim Üyesi Mutlu ÇELİK’e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışması için somon ve diğer ürünlerin temini, tez ile ilgili zaman ve işgücü ayırmam için bana destek veren, çalışanı olduğum firma LEROY TURKEY ilgililerine ve değerli mesai arkadaşlarıma, ve çalışmalarda beraber yol aldığım iş arkadaşım İsmail ACAR’a teşekkür ederim.

Yüksek lisansa başvurmam ve devam etmem için destek veren, çalışmalarım boyunca ilgi, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen sevgili eşim, aynı zamanda fabrika müdürüm Mutlu BİLEN’e, tüm süreç boyunca sabır, hoşgörü ve destekleri için sevgili aileme ve canım kızım Arya BİLEN’e çok teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.

Ocak 2023

Hande BİLEN

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Atlantik Somonu (<i>Salmo salar</i>)	4
2.2. Türkiye’de Somon Üretimi, Tüketimi ve İşlenmesi	8
2.3. Somonda Bozulma	9
2.3.1. Enzimatik Bozulmalar	9
2.3.2. Kimyasal Bozulmalar	10
2.3.3. Mikrobiyolojik Bozulmalar	10
2.4. Tütsüleme.....	10
2.5. <i>Listeria monocytogenes</i>	11
2.5.1. <i>Listeria monocytogenes</i> Enfeksiyonları	11
2.5.2. Su Ürünlerinde <i>Listeria monocytogenes</i>	12
2.6. Organik Asitler.....	13
2.6.1. Benzoik Asit ve Tuzları.....	14
2.6.2. Sorbik Asit ve Tuzları	14
2.6.3. Propiyonik Asit ve Tuzları	15
2.6.4. Asetik Asit ve Tuzları.....	15
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	17
3.1. Malzemeler	17
3.2. Çalışmanın Araştırma Planı	17
3.3. Tütsüleme İşlemi.....	21
3.4. Spreyleme İşlemi	21
3.5. Kalite Analizleri.....	22
3.5.1. Kimyasal Analizler.....	22
3.5.2. Mikrobiyolojik Analizler.....	23
3.5.3. pH Analizi	25
3.5.4. Renk Analizi.....	25
3.5.5. Duyusal Analiz	25
3.6. İstatistiksel Analizler.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1. Temel Kimyasal Kompozisyon.....	27
4.2. %8’lik ve %10’luk Sirke Uygulamaları.....	28
4.2.1. Mikrobiyolojik Analizler.....	28
4.2.2. Duyusal Analizler.....	32
4.3. %10’luk Sirke Uygulaması	34
4.3.1. <i>Listeria monocytogenes</i> Sayımı.....	35
4.3.2. pH Analizi	36

4.3.3. Renk Analizi	37
4.3.4. TVB-N Analizi	38
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR.....	43
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	49



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Atlantik somonu (<i>Salmo salar</i>)	5
Şekil 2.2. Atlantik somonunun (<i>Salmo salar</i>) farklı aşamalarını gösteren yaşam döngüsü (1: üreme dönemindeki dişi ve erkek somon, 2: yumurtalar ve larvalar, 3: fry boy (yavru) somon, 4: parr boy (tatlı su evresindeki) somon, 5: smolt boy (denize göç etme evresindeki) somon, 6: deniz evresindeki genç - yetişkin somon, 7: yumurtlamak için nehre dönen yetişkin somon)	6
Şekil 3.1. Leroy Seafood firmasının Norveç fiyortlarında bulunan somon yetiştirme kafesleri ve izleme merkezi	18
Şekil 4.1. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince ölçülen pH değerleri (a-b: Her gün için aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)	36
Şekil 4.2. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince ölçülen TVB-N değerleri (a-b: Her gün içinde farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ($p<0,05$)	39

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Farklı sirke konsantrasyonlarının <i>Listeria monocytogenes</i> üzerine etkisi.....	26
Tablo 4.2. Somon fümenin kimyasal bileşimi.....	27
Tablo 4.3. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince TAMB sayımları (log kob/g balık)	29
Tablo 4.4. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince psikrofilik bakteri sayımları (log kob/g balık).....	30
Tablo 4.5. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince küf-maya sayımları (log kob/g balık)	31
Tablo 4.6. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince <i>Listeria monocytogenes</i> sayımları (log kob/g balık).....	32
Tablo 4.7. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince elde edilen duyuşal analiz sonuçları	33
Tablo 4.8. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince <i>Listeria monocytogenes</i> sayımları (log kob/g balık).....	35
Tablo 4.9. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince ölçülen renk değeri	38

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

DHA	: Dokosaheksaenoik Asit
EPA	: Eikosapentaenoik Asit
GMP	: Good Manufacturing Practice (İyi Üretim Uygulamaları)
TAMB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TVB-N	: Total Volatile Basic Nitrogen (Toplam Uçucu Bazik Azot)



ÜZÜM SİRKESİNİN SOĞUK TÜTSÜLENMİŞ SOMONUN (*Salmo salar*) RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Ülkemize ithal edilerek gelen somonun raf ömrünün kısa olması nedeniyle ürün kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için su ürünleri işletmeleri doğal koruyuculara yönelmeye başlamıştır. Bu çalışmada, somon füme dilimlerinin muhafazasında üzüm sirkesi kullanımının ürün kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında deneyler 2 aşamalı yapılmıştır. İlk kısımda soğuk tütsülenmiş somon dilimleri üzerine %8 ve %10 oranlarında üzüm sirkesi solüsyonu ile spreyleme yapılmıştır. 49 günlük depolama boyunca kontrol grubu ile %8 ve %10'luk sirke uygulanan gruplara haftalık periyotlarda mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), psikrofilik bakteri, küf-maya, koliform ve *Listeria monocytogenes*) ve duyu analizleri yapılmıştır. TAMB için sınır değeri kontrol grubunun 14. günden sonra, %8'lik sirke uygulanan örneklerin 21. günden sonra, %10'luk sirke uygulanan örneklerin ise 42. günde aştığı görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarında ise üç grup arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Bu nedenle ikinci kısımda yalnızca %10'luk sirke solüsyonu kullanılmış ve pH, renk ve TVB-N analizleri ile *Listeria monocytogenes* sayımı yapılmıştır. Depolama boyunca kontrol ve %10'luk sirke uygulanan örneklerde pH değerleri tüketim sınırları içerisindeyken, sirkenin renk parametreleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür. %10'luk sirke uygulaması TVB-N artışını 42. güne kadar anlamlı bir şekilde yavaşlatmış, ancak 49. gün her iki grup da sınır değerinin üzerine çıkmıştır. Ayrıca sirke kullanımının *Listeria monocytogenes* sayısını en fazla 1 log azaltabildiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda üzüm sirkesinin somon fümenin duyu kalitesini olumsuz etkilemediği ve raf ömrünü uzatmak konusunda etkili olduğu için endüstriyel olarak kullanılmasının uygun olduğu, ancak *Listeria monocytogenes* inhibisyonunda etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atlantik Somonu, *Listeria monocytogenes*, Raf Ömrü, *Salmo salar*, Üzüm Sirkesi.

EFFECTS OF GRAPE VINEGAR ON THE SHELF LIFE AND QUALITY PARAMETERS OF COLD SMOKED SALMON (*Salmo salar*)

ABSTRACT

Due to the short shelf life of the salmon imported to our country, aquaculture enterprises have started to turn to natural preservatives in order to preserve the product quality and extend the shelf life. In this study, the effects of using grape vinegar in the preservation of smoked salmon slices on product quality and shelf life were investigated. Within the scope of the study, the experiments were carried out in two stages. In the first part, cold smoked salmon slices were sprayed with 8% and 10% grape vinegar solution. During the 49-day storage period, microbiological (total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), psychrophilic bacteria, mold-yeast, coliform and *Listeria monocytogenes*) and sensory analyzes were performed on the control group and the groups treated with 8% and 10% vinegar at weekly intervals. It was observed that the control group exceeded the limit value for TAMB after the 14th day, the samples applied with 8% vinegar after the 21st day, and the samples applied with 10% vinegar on the 42nd day. There was no significant difference between the three groups in the sensory analysis results. Therefore, only 10% vinegar solution was used in the second part, and pH, color and TVB-N analyzes and *Listeria monocytogenes* count were performed. It was observed that the pH values of the control and 10% vinegar applied samples during the storage were within the consumption limits, while the vinegar did not have a negative effect on the color parameters. 10% vinegar application significantly slowed the increase in TVB-N up to day 42, but on day 49 both groups exceeded the breakpoint. In addition, it has been determined that the use of vinegar can reduce the number of *Listeria monocytogenes* only by up to 1 log. At the end of the study, it was concluded that grape vinegar is suitable for industrial use because it does not adversely affect the sensory quality of smoked salmon and is effective in prolonging the shelf life, but it is not effective in the inhibition of *Listeria monocytogenes*.

Keywords: Atlantic Salmon, *Listeria monocytogenes*, Shelf Life, *Salmo salar*, Grape Vinegar.

1. GİRİŞ

Türkiye'nin ortalama taze ve işlenmiş su ürünleri tüketim oranının üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olmasına rağmen oldukça düşük olduğu göze çarpmaktadır. TÜİK ve Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre; 2019 yılında kişi başı yıllık toplam büyükbaş ve küçükbaş kırmızı et tüketimi 13,73 kg iken, kişi başına düşen yıllık su ürünleri tüketimi ise 2018'de 6,1 kg, 2019 yılında 6,3 kg'dır (TÜİK, 2018; TÜİK, 2019). Bu rakamlar Türkiye'nin Avrupa ülkeleri arasında kişi başına su ürünleri tüketim oranı en düşük ülkesi olduğunu göstermektedir.

Ülkemizde balık tüketimi bölgelere göre değişkenlik göstermektedir. Denize kıyısı olan şehirlerimizde 25 kg'a kadar çıkan kişi başı yıllık tüketim miktarı, Doğu ve Güneydoğu bölgelerimizde 1 kg'a kadar düşmektedir. Balık ve su ürünleri tüketim miktarları, kentsel ve kırsal yerleşimler arasında kıyaslama yapıldığında kentlerde %5 daha fazladır (TÜBA, 2019).

İnsan için gerekli besin öğelerinden olan yağlar, sadece enerji ve esansiyel yağ asitleri kaynağı olarak değil, yağda çözünen vitaminlerin emiliminde, proteinlerle birleşip lipoproteinlerin oluşumunda ve kandaki lipit seviyelerinde rol oynamasıyla önem kazanmaktadır. Bu formlarıyla günlük hayatı önemli düzeyde etkileyen yağlar, balık yağında bulunan yağ asitlerinin varlığı ile 1952 yılında yapılan ilk çalışmalar ile dikkat çekmiştir (Lee ve diğ., 1985). Balık türüne göre farklılık gösteren yağ asitleri derin deniz balıkları ve siyah etli balıklarda daha fazla bulunmaktadır. Türkiye'de yetiştiriciliği yapılamayan ve ithal olarak getirilen derin deniz ve siyah etli balıklardan olan somon, toplam su ürünleri ithalatında en fazla harcama yapılan balık türü olarak anılmaktadır (Çöteli, 2021).

Norveç Deniz Ürünleri Konseyi'nin yıllık deniz ürünleri tüketici endeksi çalışmasına göre somonun tercih edilme oranı son birkaç yıldır yükseliş göstermektedir. 2012 yılında yapılan çalışma anketine katılanların %41'i somon tüketmeyi tercih ettiğini belirtirken, bundan altı yıl sonra bu rakam %69'a yükselmiştir (Zimowski, 2019).

Somon, son dönemlerde günlük tüketim açısından hayvansal protein kaynakları içerisinde ilk olarak önerilen su ürünleri arasında gelmektedir. Bu durum somon ya da somondan

alınabilecek besin öğelerini içeren türevlerinin (balık yağı, balık unu vb.) ihtiyacını arttırmaktadır. Somon tüketiminde somona market, çevrimiçi alışveriş gibi alışveriş kanallarında kolay ulaşılabilmesi, tüketim şekli, zahmetsiz pişirilmesi, kılçık oranının az olması ve sağlık danışmanlarının besin öğelerine ulaşım açısından önermesi olumlu anlamda etkili olurken; somonun raf ömrünün kısa olması ve buna bağlı olarak mikrobiyolojik açıdan risk oluşturması olumsuz anlamda etkili olmaktadır. İşletmeler bu olumsuzlukları aşmak adına yaptıkları yatırım, hijyen önlemleri ve raf ömrünü arttırmak için yaptıkları paketlenme – saklama şekilleri ile maliyetleri arttırmakta, ve bu durum tüketicilere yüksek fiyat olarak yansımaktadır.

Bu çalışmada raf ömrünü uzatmak, işletme maliyetlerini düşürmek ve tüketicinin zararlı – kimyasal katkı önyargısı olmadan hijyen koşullarını sağlamak adına mutfaklarda güvenle kullanılan en eski koruma yöntemlerinden biri olan üzüm sirkesinin Atlantik somonundan elde edilen somon fümelerin raf ömrü ve ürün kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Beslenme; insanların büyümesi, gelişmesi, ve sağlıklı olarak uzun süre yaşaması için besin öğelerin vücuda alınması ve kullanılması olarak adlandırılmaktadır. Beslenme için gerekli olan temel besin öğeleri ise mineral, vitamin, yağ, karbonhidrat ve protein olarak sayılmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), sağlıklı bir insanın vücudunun her kilogramı için 1 gram proteine ihtiyacı olduğunu ve bunun %42'sinin hayvansal kökenli olması gerektiğini bildirmiştir. Hayvansal gıdalar protein miktarlarına göre balıkta %19–24, ette %15–20, peynirde %15–25, yumurtada %12, sütte ise %3–4 olarak sıralanmaktadır. FAO verilerine göre 2020 yılında dünyada kişi başı ortalama 43 kg et (sığır, domuz, koyun, kanatlı hayvan, vb.) tüketiminin olduğu görülmektedir (FAO, 2020). Su ürünleri için rakamlara bakıldığında, 2018 yılında dünya genelindeki toplam su ürünleri üretimi yaklaşık 179 milyon ton olmuştur. Bu miktarın 22 milyon tonu balık unu ve balık yağı gibi gıda yan ürünlerinin üretilmesinde kullanılırken, kalan 156 milyon tonu gıda temini için kullanılmıştır. Dünya genelinde 2017 yılında elde edilen verilerde su ürünlerinin hayvansal protein ihtiyacının %17'sini karşıladığı ve bu miktarın tüketilen tüm proteinlerin toplamının %7'si olduğu bildirilmiştir (FAO, 2020).

Su ürünleri sağlıklı ve dengeli beslenme için önemlidir. Düşük miktarlarda tüketilen su ürünleri bile, bitki bazlı diyetlerde sınırlı olan temel besinleri sağlayarak önemli bir pozitif beslenme etkisine sahip olabilir. Su ürünleri yüksek kaliteli proteinler, esansiyel amino asitler, vitaminler (özellikle A, B ve D), demir, fosfor, kalsiyum, çinko, iyot, magnezyum, potasyum ve selenyum gibi mineralleri içerir ve kalp sağlığı için önemli olan omega–3 yağ asitlerinin birincil besin kaynağıdır. Türlerle bağlı olarak, su ürünleri farklı seviyelerde besin içeriği sağlayabilir. En önemli fark yağ içeriğidir: sardalya, somon ve ton balığı gibi türler yağlı kabul edilirken morina ve yayın balığı gibi balıklar yağsızdır. Su ürünlerinde bulunan iki önemli omega–3 yağ asidi EPA ve DHA'dır. İnsan vücudu omega–3 yağ asitleri üretmez, bu nedenle besinler yoluyla alınması gerekir. Omega–3 yağ asitleri her türlü sucul gıdada bulunur, ancak özellikle yağlı olan türlerde yüksektir. Su ürünlerinin düzenli olarak tüketilmesi kan basıncını düşürerek kalbin korunmasına yardımcı olur ve inme, depresyon, Alzheimer hastalığı gibi sağlık sorunlarının olma riskini azaltır (FAO, 2020; FAO, 2022).

Dünya genelinde kişi başı balık tüketimi 1961 yılında 9,0 kg iken 2018 yılında 20,5 kg'a çıkmıştır. Bölgeler ve ülkeler arasındaki balık tüketim miktarları ciddi fark göstermekte olup, bu farklılıklara beslenme kültürleri ve tüketici davranışları gibi belirli eğilimlerin yol açtığı rapor edilmiştir. 2017 yılı verileri gelişmiş ülkelerdeki kişi başı balık tüketiminin 24,4 kg, gelişmekte olan ülkelerde kişi başı 20,7 kg olduğunu, gelişmemiş ülkelerde ise kişi başı 12,6 kg'a ulaştığını göstermektedir. Düşük gelirli olarak sınıflandırılan, gıda açığı bulunan ülkelerdeki balık tüketimi ise kişi başı 9,3 kg olarak bulunmuştur (FAO, 2020). Türkiye'ye bakıldığında, 2020 yılında kişi başı yıllık su ürünleri tüketimi bölgelere göre değişmekle birlikte 6,8 kg olarak tespit edilmiştir (TÜİK, 2021). Su ürünlerinin tüketim miktarları, tüketim alışkanlıkları, tüketicilerin alım gücü, su ürünlerinin üretim miktarları ve fiyatı gibi faktörlerle ilgilidir. Tüketim miktarlarına karşılık FAO'nun 2021 yılı için verdiği üretim miktarlarına bakıldığında 1951 yılından 2019 yılına kadar olan sürede avcılık miktarları düşme eğilimi gösterirken, yetiştiricilik miktarı yükselen bir ivme ile artmıştır (FAO, 2022). Uzun yıllar sektörde çalışmış kişilerle yapılan birebir görüşmelerden edinilen bilgilere göre bunun sebebinin avcılığın yerini yetiştiriciliğin almış olması olarak yorumlanmaktadır. Avcılık miktarlarının yeterli olmadığı, kotalı yetiştiriciliği ile hem popülasyon ve türün korunması hem de tüketim miktarına göre üretim yapıldığı balık türlerinden biri de somondur.

Türkiye, avcılık için üç tarafı denizlerle çevrili olmasıyla balıkçılık için uygun coğrafi koşullara sahip olmasına rağmen, bazı su ürünlerini yetiştiriciliği yapılamadığı için ithal etmektedir. TÜİK istatistiklerine göre 2020 yılında su ürünleri ithalatı toplam 85.269 ton olmuştur (TÜİK, 2021). Bu alandaki en yüksek harcama Norveç'ten ithal edilen su ürünleri içindir. Norveç'ten özellikle Atlantik somonu (*Salmo salar*) ve uskumru/kolyoz ithalatı yapılmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri Raporu, 2021). Atlantik somonunun (*Salmo salar*) Türkiye'de iklim koşullarından dolayı yetiştirilme imkanı olmadığından, yakın türleri ile yetiştirme çalışmaları devam etmektedir.

2.1. Atlantik Somonu (*Salmo salar*)

Atlantik sombalığı olarak da bilinen ve uzunluğu 1,5 metreye varabilen Atlantik somonu (*Salmo salar*), Salmonidae familyasına ait olup hem tatlı suda hem de denizde yaşayabilmektedir.

Atlantik somonunun sınıflandırması aşağıdaki gibidir (URL-1):

Alem	:	Animalia
Şube	:	Chordata
Alt şube	:	Vertebrata
Üst sınıf	:	Gnathostomata
Sınıf	:	Actinopterygii
Alt sınıf	:	Teleostei
Takım	:	Salmoniformes
Aile	:	Salmonidae
Cins	:	<i>Salmo</i>
Tür	:	<i>Salmo salar</i> (Linnaeus, 1758) (Şekil 2.1)



Şekil 2.1. Atlantik somonu (*Salmo salar*)

Atlantik somonları temiz ılıman sularda (2 – 9°C), 0 – 210 m derinlik aralığında, genellikle 10 – 23 m derinliklerde yaşayan; bentopelajik (dibe yakın yaşayan ve beslenen, ancak dipten beslendiği kadar yüzeyde de gezen), anadrom (yetişkin dönemlerinde denizlerde büyüüp beslenen, yumurtlamak için tatlı sulara gelen ve tatlı sularda

yumurtlayan, yavru dönemlerinde yaşamlarının bir kısmını tatlı sularda geçiren ve sonrasında tekrar denizlere göç eden) özellik gösterirler (Şekil 1.2). Tatlı sularda yaşamını sürdürebilmek için solungaçlarında bulunan özelleşmiş hücreleri sayesinde pompalama mekanizmasını tersine çeviren fizyolojik bir osmoregülasyon yetenekleri vardır (URL-2).



Şekil 2.2. Atlantik somonunun (*Salmo salar*) farklı aşamalarını gösteren yaşam döngüsü (1: üreme dönemindeki dişi ve erkek somon, 2: yumurtalar ve larvalar, 3: fry boy (yavru) somon, 4: parr boy (tatlı su evresindeki) somon, 5: smolt boy (denize göç etme evresindeki) somon, 6: deniz evresindeki genç - yetişkin somon, 7: yumurtlamak için nehre dönen yetişkin somon) (URL-3)

Üreme amacıyla göç ederek ırmaklara girmesiyle bilinen Atlantik somonunun bir diğer özelliği, alabalıkgiller ailesinin belirteci olan sırt yüzgecinin gerisinde bulunan dikensiz yağ (adipöz) yüzgecidir. Fusiform şeklindeki vücut yapıları nehirlerden girerken 3 – 5 m sıçramasını sağlamaktadır. Başları pulsuz, sırt kısmı siyah-gri, koyu mavi renklerde olup, karın kısmında gümüşü beyaz renkler görülmektedir. Üreme dönemlerinde bu renkler koyulaşmakta, kırmızı renkte benekleri belirginleşmektedir. Tatlı sulara geri döndükleri bu dönemde, yumurtlama yerlerine ulaşana kadar beslenme özelliği göstermezler. Dişiler

yumurtlamak için çukurlar açarlar, erkek bireylerin yumurta üzerine bıraktıkları spermle dölleme gerçekleşir. Kumla yumurtalar örtülerek koruma alanı oluştururlar. Üreme sonrası bitkin düşen balıkların çoğu ölürken, bazıları akıntı ile nehirlerden denizlere inebilmektedir. Denize ulaştıklarında yeniden yaşam koşullarını bulurlar, beslenmeye başlar ve eski formlarına kısa sürede ulaşırlar. Nehirlerde kalan yumurtalar suyun sıcaklığına bağlantılı olarak 1 – 5 ay sonra yumurtadan çıkarlar. Yaş olgunluğuna ulaşan parmak boy (parr) balıklar okyanusa doğru göçe başlarlar. Birkaç yıl sonrasında, okyanustan başlayarak suyun kokusunu takip edip yumurtlamak için tekrar doğdukları tatlı su kaynağına geri gelirler (URL-2; Şekil 1.2).

Atlantik somonunun 10 yıla kadar yaşadığı bildirilmektedir, ancak çoğu birey sadece 4 – 6 yaşına ulaşabilirler. Yavrular çoğunlukla suda yaşayan böcekler, yumuşakçalar, kabuklular ve balıklarla beslenir; denizdeki yetişkinler ise mürekkep balığı, karides ve balıkla beslenmektedir.

1970’li yıllarda somon genellikle avcılık yoluyla elde edilirken, somon popülasyonunda azalma olduğu görüldükten sonra deniz odaklı yetiştiricilikte yeni bir dönem başlatılmıştır. Somonun yaşam döngüsüne uygun olarak tatlı suda yumurta ve larva gelişimi, yeterli boya ulaşana kadar karada sabit su sıcaklığında büyüme ve gelişme sağlanması ile denize alınarak kafeslerde yetiştiricilik, izleme sistemi ile doğal yemleme, ilaçsız ve daha az karbon salınımını, çevre ve sürdürülebilirlik standartlarını benimseme gibi kurallar ile yetiştirme dönemine geçilmiştir.

Somonun tüm bu özelliklerini yetiştiricilik ortamına uydurmak için Norveç balıkçıları ve üreticileri uzun yıllar çalışmalar yapmıştır. Günümüzde yapılan yetiştiricilik bu temel özellikler korunarak yapılmaktadır. Karada tatlı su içerisinde kuluçkahanelerle yumurta üretimi ve gelişimi sağlanıp, 60 gün kadar süre sonra istenilen boya ulaştığında denizde kafeslere alıştırma uygulanarak alınmaktadır. %2,5 somon oranına %97,5 deniz suyunu barındıracak şekilde oksijen oranı yüksek, deniz suyunun doğal akışı olan kafesler derin fiyortlarda konumlandırılmıştır (URL-1).

2.2. Türkiye’de Somon Üretimi, Tüketimi ve İşlenmesi

Türkiye’de su ürünleri ithalatında ilk sırada gelen ve halk arasında Norveç somonu olarak bilinen Atlantik somonunun yıllık ortalama 6000 ton civarında ithalatı yapılmaktadır. Atlantik somonu (*Salmo salar*) yetiştiriciliği Türkiye sularında denense de başarılı olunamamış; 1990’lı yıllarda Karadeniz’de denemeleri yapılan Atlantik somonu yetiştiriciliği, yaz döneminde deniz suyu sıcaklıklarının yükselmesi ve somonların yaşatılmasında karşılaşılan problemler gibi nedenler yüzünden sürdürülememiştir (Kurtoglu ve Çakmak, 2007). Atlantik somonu üretimi yürütülememiş olmasına rağmen, denizlerde farklı yetiştiricilik teknikleriyle üretilen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yerli somon adı altında piyasaya sürülmeye başlamıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, su ürünleri üretici birliklerinin istekleri doğrultusunda 2018 yılında başlatılan bir proje ile Türkiye’de üretilen ve ihraç edilen bu alabalık türünün ticari ismi olarak “Türk somonu” teriminin kullanılmasına karar vermiştir (Özal, 2021). Atlantik somonu ile besin değeri, lezzet ve kalite açısından benzer olmayan ancak daha uygun fiyatlarla satışa sunulan bu tür, iç piyasada somon tüketimini artırıcı yönde etkilemiştir. Fakat Norveç somonu belli bir tüketici kitlesi tarafından özellikle talep edilmektedir. Bu talep karşısında, ithal olarak getirilen somonun piyasada kalış süresince kalitesinin korunması somon ithal eden ve işleyen işletmeler için temel amaç haline gelmiştir. Su ürünleri işletmeleri ile yapılan birebir görüşmelerde bu amaçlar doğrultusunda farklı muhafaza ve işleme teknikleriyle raf ömrüne olumlu etkisi olabilecek, piyasada kalma süresini uzatıp genel işletme sorunlarının çözümü için faydalı olabilecek çalışmalara destek vermeye başladıklarını iletmişlerdir.

Somon işletmelerinde yapılan görüşmelerde bahsedilen genel sorunlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Hammadde pahalı olduğundan tüketim rakamlarını etkilemesi
- Türkiye kültür türlerinin az olması, ithal edilmek zorunda kalınması
- Su ürünlerinde sezonluk işçi çalıştırılmasından dolayı istihdam yetersizliği
- Finans yönünden arz talep dengesinin bozulması
- Kalifiye eleman ve eğitimli denetçi yetersizliği
- Tüketicinin işlenmiş ürün bilgisi açısından yetersiz olması

- İşletmelere devlet desteğinin olmaması, işletme maliyetinin yüksek olması
- Somonun raf ömrünün uzun olmaması

Somonun raf ömrü ile ilgili süreç hasat ile başlamaktadır. Hasat, kafeslerde bulunan somonların borular yardımıyla karaya çekilerek kan havuzlarına alınmasıyla öldürülmesi işlemidir. Bu işlemin yapıldığı güne hasat tarihi denir. Hasat sonrası işletme ortamına alınan somonlar iç organları alınarak kolilenir ve paketlenme tarihi verilir. Raf ömrü paketlenme tarihinde başlar. İç organı alınan buzlu kolilerle taze olarak 0–4°C’de muhafaza edilen somonlar için ortalama 14 gün raf ömrü verilmektedir. Somonun raf ömrünü etkileyen unsurlar ise özetlenerek aşağıda verilmiştir:

- Bozulmalar (enzimatik, kimyasal ve mikrobiyolojik)
- Uygulanan işleme yöntemi (tuzlama, marinasyon, tütsüleme, ısıt işlemler, ısıt olmayan işlemler vb.)
- Ambalajlama yöntemi (vakum, modifiye atmosfer)
- Depolama şartları (taze, donuk)
- Koruyucular ve katkı maddeleri (antimikrobiyaller, organik asitler ve tuzları, yenilebilir film kaplama, vb.)

2.3. Somonda Bozulma

Somonun bozulması, diğer gıda ürünlerinde olduğu gibi, enzimatik, kimyasal ve/veya mikrobiyal faaliyetler sonucunda gerçekleşmektedir. Her yıl tarım ve balıkçılık ürünlerinin %25’i kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar sonucunda ziyan olmaktadır (Baird-Parker, 2000). Taze balıklarda bozulma yakalandıktan çok kısa bir süre sonra başlamakta ve çok hızlı ilerlemektedir. Çoğu balık türleri sindirim enzimleri ve lipazlar, yüzey bakterilerinden kaynaklanan mikrobiyal faaliyetler ve oksidasyonun bir sonucu olarak bozulur (AMEC, 2003).

2.3.1. Enzimatik Bozulmalar

Yakalandıktan kısa bir süre sonra, balıklarda büyük balık moleküllerinin enzimatik olarak parçalanması nedeniyle kimyasal ve biyolojik değişimler meydana gelir (FAO, 2005). Bağırsaklarda ve kas dokusunda bulunan enzimler tarafından kontrol edilen otolitik

reaksiyonların bozulmanın erken evrelerinde bozulmaya özgü karakteristik kötü koku ve tatlar henüz üremediği halde balığın yapısal kalitesini düşürdüğü ortaya konmuştur (Küçüköner ve Küçüköner, 1990; Hansen ve diğ.,1996).

2.3.2. Kimyasal Bozulmalar

Balıklarda fosfolipitler ve çoklu doymamış yağ asitleri yüksek oranlarda bulunduğundan lipit oksidasyonu çok fazla görülmektedir. Lipit oksidasyonu yüksek yağ içeriğine sahip somon, uskumru, ringa balığı gibi balık türleri için bozulmanın başlıca nedenlerinden biridir (Fraser ve Sumar, 1998).

2.3.3. Mikrobiyolojik Bozulmalar

Balıklarda meydana gelen mikrobiyal faaliyetler ve bu faaliyetlerin sonucunda üretilen aminler, histamin ve putresin gibi biyojenik aminler, organik asitler, sülfürler, alkoller, kötü tat ve kokulu aldehitler ve ketonlar balık bozulmalarının ana nedenleridir (Ghaly ve diğ., 2010).

2.4. Tütsüleme

Su ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için tütsüleme, dondurma, kurutma, soğutma, salamura, fermentasyon ve konserveleme gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır. Somon üretiminde kullanılan en yaygın kullanılan işleme yöntemi tütsülemedir. Tütsüleme işlemi dumanlama, isleme veya fümeleme olarak da bilinirken, son ürün somon füme olarak adlandırılır. Tütsüleme işlemi, uygulama sıcaklığına göre soğuk tütsüleme ve sıcak tütsüleme olarak 2'ye ayrılır. Soğuk tütsüleme ve sıcak tütsüleme yöntemleri arasındaki temel fark uygulama sıcaklığıdır. Soğuk tütsüleme işleminde 30°C'nin altında dumanlama yapılırken, sıcak tütsüleme işleminde 60°C'nin üzerinde dumanlama yapılmaktadır (Rørvik, 2000). Bu sıcaklık farkı sayesinde soğuk fümede daha az isli/dumanlı bir tat alınırken, sıcak füme çok daha belirgin bir is/duman tadı vermektedir. Doku açısından değerlendirildiğinde, soğuk tütsülemede ürün daha pürüzsüz ve yumuşak olurken, sıcak tütsüleme uygulanmış üründe fırında pişirilmiş gibi daha pul pul dağılan yapı görülmektedir (URL-4).

Somon f me üretiminde seçilecek uygulama yöntemi f menin yapıldığı bölgenin kültürel ve geleneksel alışkanlıklarına göre değişmektedir. Pasifik okyanusu bölgelerinde insanlar geçmişte kendi yakaladıkları somonları barbek lerde pişirip somon f me yapmaya alışkın oldukları için sıcak f me tüketirken, Atlantik okyanusu kıyılarında İşkandinav ülkelerinden gelen kültürle soğuk f me tüketimi tercih edilmektedir (URL-4).

Sıcak tütsüleme yönteminde uygulanan sıcaklık daha yüksek olduğundan bu yöntemde *L. monocytogenes* elimine edilirken, soğuk t ts lemede uygulanan düşük sıcaklıkların *L. monocytogenes* eliminasyonunda yetersiz kaldığı görülmüştür (R rvik, 2000). Yapılan  alışmalar soğuk tütsüleme yönteminin *L. monocytogenes* konsantrasyonunu hiç azaltmadığını ortaya koymuştur (Guyer ve Jemmi, 1991; R rvik, 2000).

2.5. *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes yüksek morbidite ve mortaliteye sahip patojen bir bakteridir. Bu bakteri ilk olarak İsveç'te H lphers tarafından tavşan karaciğeri nekrozunda; insanda ise 1918 yılında Dumont tarafından menenjit vakası ile izole edilmiştir. Gram pozitif, 0,5  m çapında, 1-2  m uzunluğunda olan *L. monocytogenes* sporsuz, kapsülsüz, kısa zincirli olup psikrotrof özellik göstermektedir (Murray ve diğ., 1926). Diğer önemli özellikleri ise 1–45 C sıcaklıkta, 4,3 – 9,5 pH değerlerinde, 0,90 veya daha yüksek su aktivitelerinde ve %10'dan daha yüksek tuz konsantrasyonlarında b y yebilmesidir (Farber, 2000).

2022 yılı itibariyle bilinen 21 cinsi olan *Listeria*'nın insanlarda patojen olan tek türü *L. monocytogenes*'tir (Quereda ve diğ., 2020).

2.5.1. *Listeria monocytogenes* Enfeksiyonları

L. monocytogenes'in yol a tığı enfeksiyona listeriosis (listeriyo ) adı verilmektedir. Listeriosis, diğer gıda kaynaklı enfeksiyonlara kıyasla nadir görülmesine ve etkili antibiyotik tedavisine rağmen %20–30'lara varan yüksek ölüm oranı ile insan sağlığı için önemli bir sorundur (Farber, 2000).

L. monocytogenes doğada yaygın olarak bulunur; toprakta, suda ve hayvanların sindirim sistemlerinde bulunabilmektedir. İnsanların tahminen %6'sının bağırsaklarında herhangi bir hastalık belirtisi göstermeden *L. monocytogenes* taşıdığı bilinmektedir. Sebzeler

toprakтан veya gübre olarak dışkı kullanılması yoluyla kontamine olabilir. Tüketilmeye hazır gıdalar ise işleme sırasında kontamine olabilir ve bakteriler dağıtım ve depolama sırasında tehlikeli seviyelere kadar çoğalabilir. Diğer birçok gıda kaynaklı hastalığa neden olan bakterinin aksine, *L. monocytogenes* genellikle buzdolabı sıcaklığı olarak bilinen düşük sıcaklıklarda hayatta kalabilir ve çoğalabilir. Ana enfeksiyon yolu yüksek sayıda *L. monocytogenes* içeren yiyeceklerin tüketilmesidir. Ancak enfeksiyon, başta hamile kadınlardan doğmamış bebeklere bulaşma olmak üzere insanlar arasında da bulaşabilir (McLauchlin, 1987; Rocourt, 1996; Farber, 2000).

Dünya Sağlık Örgütü, *L. monocytogenes* kontaminasyonu görülen gıdaları şu şekilde sınıflandırmıştır (Tosun ve Özden, 2010):

- Çiğ olarak tüketilen gıda maddeleri
- Isıtılmadan tüketilen veya yalnızca katkı maddeleri ile hazırlanmış gıda maddeleri (hazır çorbalar, çiğ süttten üretilen peynirler, çiğ sucuklar)
- Kapalı kutularda hazırlanmış gıda maddeleri (pastörize edilmiş et ve süt ürünleri)
- İşleme sonrası kontamine olduğu varsayılan ısıl işlem görmüş gıda maddeleri (pastörize süttten üretilen çeşitli peynirler, pişirilmiş ve dilimlenmiş et ürünleri ve su ürünleri)

2.5.2. Su Ürünlerinde *Listeria monocytogenes*

Su ürünleri, listeriosis'e yol açma potansiyeli yüksek olan gıdalar olarak kabul edilmektedir. Dondurulmuş deniz ürünleri, çiğ balık ve somon füme gibi ürünlerde %25'e varan seviyelerde *L. monocytogenes* kontaminasyonu görüldüğü rapor edilmiştir (Shin ve Rasco, 2007).

Danimarka'da farklı deniz ürünleri üretim tesislerinden örnekler alınarak yapılan bir araştırmada, deniz ürünlerinde *L. monocytogenes* kontaminasyonu oranının ürün kategorisine göre değiştiği; en yüksek kontaminasyon oranının soğuk tütülenmiş balıklarda (%34–60), en düşük kontaminasyon oranının ise ısıl işlem görmüş ve kürlenmiş deniz ürünlerinde (%4–12) görüldüğü bulunmuştur (Jørgensen ve Huss, 1998).

Nilsson ve diğ. (1999), soğuk tütülenerek vakum paketlenmiş somonların 10°C'de depolanması sırasında *L. monocytogenes* sayısının 10⁵'den 10⁸ kob/g'a yükseldiğini, ancak 5°C'de depolamanın *L. monocytogenes* gelişimini yavaşlattığını belirtmiştir.

Literatürde bugüne dek yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, soğuk somon fümelerde *L. monocytogenes* görülme sıklığı %0 ile %100 arasında değişmekle birlikte, genellikle %15 – %40 aralığında olduğu raporlanmıştır (Hartemink & Georgsson, 1991; Ben Embarek, 1994; Gram, 2001; Løvdal, 2015). 2015 yılında yapılan bir derlemede farklı ülkelerde marketlerden alınan soğuk somon fümelerde *L. monocytogenes* görülme sıklığı %0 ile %61 arasında çıkmış olup, ortalama görülme sıklığı %9,8 olarak hesaplanmıştır (Løvdal, 2015).

McCarthy (1997), tüketilmeye hazır su ürünlerinin işlenmesinde ısıtma işlemi, tuzlama ve dumanlama gibi işlemlerin uygulanması, işleme sırasında veya sonrasında kontaminasyonun engellenmesi, soğuk depolama yapılması ve inhibe edici bileşiklerin kullanılması gibi uygulamaların *L. monocytogenes*’in uzaklaştırılmasında etkili olduğunu bildirmiştir.

Tosun’un 2021 yılında yapmış olduğu çalışmada, $4\pm1^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza edilen somon balıklarının üzerine inoküle edilen *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7’nin sitrik ve laktik asit kullanılarak inhibisyonu araştırılmıştır. Çalışma sonucunda gıda güvenliği açısından etkili olabilecek organik asitlerin konsantrasyonu arttıkça etkisinin arttığı bildirilmiştir (Tosun, 2021).

Gıda üretiminin genellikle mevsimlere ve bölgelere bağlı olması ve insanların gıdaları daha uzun süre tüketilebilir halde tutma istekleri, gıda üretiminde çeşitli antimikrobiyallerin kullanımına yol açmıştır. Bu amaçla kullanılan ilk antimikrobiyal maddeler tuz, baharatlar, sirke ve tütsü olmuştur. Gıda korunumunda kullanılan antimikrobiyal maddeler; organik asitler, sülfürdioksit, sülfidler, nitrit, nitrat, lizozim, klor ve türevleri, etilen oksit, ozon, propilen oksit, hidrojen peroksit, bazı antibiyotikler ve diğer antimikrobiyaller olarak belirtilebilir.

2.6. Organik Asitler

Organik asitler, asidik özellikteki organik bileşikler için kullanılan terimdir. İnsanoğlu tarafından ilk kullanılan antimikrobiyal katkılardan biridir. Doğadaki meyvelerin bazılarının yapılarında bulunmaları ve bazı organik asitlerin fermente et, süt ve meyve ürünlerinin üretilmesi sırasında kendiliğinden oluşmaları çok eski dönemlerden beri

bilinmelerini sağlamıştır. Gıda üretimindeki esas etkileri antimikrobiyal olmaktan çok, ürünün karakteristik tadını ortaya çıkartma şeklinde olmakta ve bu nedenle bazı gıda üretim tekniklerinde temel unsur olarak kullanılmaktadır.

Organik asitler bitkilerin yapısında serbest, tuzları veya esterleri şeklinde bulunur. Organik asitlere, yapılarında karboksil (COOH) grubu bulunmasından dolayı karboksilli asitler de denmektedir. Karboksilli (organik asitler) asitler çoğunlukla inorganik asitlerden daha zayıftırlar. Asitlik derecesi zincirin uzamasıyla azalmaktadır.

Organik asitler içeriğinde bulunan karboksil sayısına göre sınıflandırılırlar. Bunlar monokarboksilli, dikarboksilli ve trikarboksilli asitlerdir. Başlıca monokarboksilli asitler asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit ve diğer doymuş yağ asitleridir. Yağ asitlerinin dışında bitkilerde bulunan önemli monokarboksilli asitler de vardır. Bunlara örnek olarak laktik asit verilebilir.

Başlıca organik asitler benzoik asit ve tuzları, sorbik asit ve tuzları, propiyonik asit ve tuzları ve asetik asit ve tuzları olarak bilinmektedir.

2.6.1. Benzoik Asit ve Tuzları

Benzoik asit (C₆H₅COOH) gıdalarda antimikrobiyal olarak özellikle mayalara karşı kullanılır. Endüstriyel olarak suda daha iyi çözündüğü için sodyum benzoat kullanılmakta olup, antimikrobiyal etkileri parçalanma miktarı ve gıdanın pH'sı ile ilgilidir. Bu yüzden daha çok karbonatlı içecekler, meyve suyu, turşu gibi asidik gıdalarda kullanılmaktadır.

2.6.2. Sorbik Asit ve Tuzları

Sorbik asit (C₅H₇COOH) beyaz, kendine özgü keskin olmayan kokulu, doymamış bir yağ asididir. Suda çözünürlüğü 20°C'de 0,16 g/100 ml gibi oldukça düşük olduğundan gıdalarda katkı maddesi olarak daha çok sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları kullanılır. Bu tuzlar içerisinde çözünürlüğü en fazla (39 g/100 ml su) olan potasyum sorbat olup gıda üretiminde sıklıkla bu tuz kullanılır. Sorbatlar insan sağlığı için zararsız olup vücutta kolayca ve kısa sürede CO₂ ve suya metabolize olurlar. Renksiz ve kokusuz olmaları ve nötr değerlere yakın pH'larda (6,5'e kadar) bile etkili olmaları geniş bir yelpazede kullanım imkanı vermektedir.

2.6.3. Propiyonik Asit ve Tuzları

Propiyonik asit (C_2H_5COOH) daha çok küflere ve bakterilere etkili bir antimikrobiyal olup mayalara karşı fazla etki göstermemektedir. Asit olarak keskin ve hoş olmayan kokusuna karşın, tuzları hafif peynirimsi lezzete sahiptir. Propiyonik asit ve tuzlarının düşük pH'larda parçalanma eğilimi düşüktür. Genellikle yüksek asitli (pH'sı 5'in altında olan) gıdalarda fungostatik ve fungusidal olarak kullanılır.

2.6.4. Asetik Asit ve Tuzları

Sirkenin ana bileşeni olarak bilinen asetik asit (CH_3COOH) gıdalarda aynı zamanda asit düzenleyici, lezzet verici ve bağlayıcı (şelatlaştırıcı) olarak da kullanılmaktadır. Özellikle maya ve bakterilere karşı etkili olup pH 3,5'ta bazı küflerde de etki göstermektedir. Organik asitlerde PKA (asit iyonlaşma sabiti) derecesi, ortam pH'sı, uygulanan sıcaklık, beraber kullanılan diğer maddeler ve hedef mikroorganizma hassasiyetine ağırlı olarak etkinliği değişebilir.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde asetik asit ve tuzlarının ketçap, mayonez ve turşu gibi asidik gıdalarda lezzet verici ve antimikrobiyal olarak GMP şartlarında kullanıma izin verilmekte olup, kullanılabilen dozları tüketici sağlığı açısından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.

Asetik asit ve sirke ile ilgili yapılan birçok araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda asetik asit uygulama şekilleri, beraber uygulandıkları diğer organik asitler, uygulanan ürün ve uygulama yüzdelere göre etkileri farklılık gösterirken, çalışma yapılan bakteri, küf ya da maya şekline göre de farklı sonuçlar görülmektedir. Adam ve Hall (1988) asetik asitin *Salmonella enteritidis* ve *E. coli* üzerine etkilerini görmek için yaptıkları çalışmada asetik asidin inhibisyon etkisinin zayıf olduğunu belirtirken, Doores (2005) *S. aureus* üzerinde yaptığı çalışmada bu bakterinin organik asitler arasında en çok asetik aside duyarlı olduğunu rapor etmiştir.

Ahamad ve diğ. (1989) 13°C ve 35°C'de, %0,3 ve %5'lik asetik asit, sitrik asit ve laktik asit solüsyonlarında *L. monocytogenes*'in gelişimini incelemiş ve inaktivasyonda en etkili olanın asetik asit, hücrelerde en büyük zarara yol açanın ise sitrik asit olduğunu belirtmişlerdir.

L. monocytogenes üzerine yapılan diğ er bir araştırmada %0,5'lik sodyum asetatın vakum paketlenen ve 4 C'de depolanan hindi bolognalarında bakteri sayısını azalttığı bulunmuştur (Wederquist ve diğ., 1994).

Gülmez ve diğ. (2006) tarafından yapılan bir başka araştırmada ise piyasadan satın alınan maydanozların üstünde sirke ve kekik suyu uygulaması yapılmış, sirkenin 10 demet maydanoz üzerinde bulunan *E. coli* ve toplam koliform popülasyonlarının tamamını yıkımladığı bildirilmiştir.

şengün ve Kılıç'ın 2019 yılında yapmış olduğu bir çalışmada dut sirkesinin farklı üretim yöntemlerine sahip olan ticari ve ev sirkesi arasındaki farklılıklara 8 bakteri üzerinde bakılmıştır. Ticari  retimi olan sirke tüm bakterilerde antimikrobiyal etki gösterirken, ev yapımı sirkenin sadece 5 bakteri üzerinde etkisi görülmüştür. Ev yapımı sirkenin antimikrobiyal etkisinin görülmediği bakteriler arasında *L. monocytogenes* bulunmaktadır.

Su  r nlerinde yapılan bir araştırmada, gökkuşağı alabalığı kulu kahanesinde önemli sorunlara neden olan *Flavobacterium psychrophilum* patojen bakterisine üzüm, elma ve nar sirkelerinin antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Antimikrobiyal  zellik açısından nar, elma ve üzüm sirkelerinin disk difüzyon yöntemi ile en etkin sirke  eşitleri olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, sirkenin doğal gıda ürünü olarak *F. psychrophilum*'a karşı etkin antimikrobiyal uygulamada kullanılabileceği bildirilmiştir (Duru, 2016).

Tüm bu çalışmalar doğrultusunda asetik asit ve benzeri ürünlerin doğrudan ya da dolaylı kaynaklı mikrobiyolojik bulaşmalara bağlı bozulma sayılan parametrelerin üzerinde etkileri olduğu görülmüştür. Bu amaçla bu tez çalışmasında somon f me dilimlerinin üzerine üzüm sirkesi uygulanmasının, somon için risk oluşturan bakteriler ve özellikle *L. monocytogenes*  zerindeki etkileri ile raf ömrünü uzatmak konusundaki katkıları incelenmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzemeler

Bu tez çalışmasında balık olarak Atlantik somonu (*Salmo salar*) kullanılmıştır. Çalışma için kullanılan Atlantik somonları Leroy Turkey Su Ürünleri A.Ş.'nin Kartepe, Kocaeli'de bulunan fabrikasından temin edilmiştir.

Leroy Turkey Su Ürünleri A.Ş., Norveç merkezli Leroy Seafood firmasının Türkiye şubesi olup somonları Norveç'te bulunan ana merkezlerinden almaktadır. Balıklar Norveç fiyortlarında bulunan kafeslerde Leroy Seafood tarafından yetiştirilip, satış boyutuna geldiğinde kafeslerden kanallar yardımıyla kıyıda bulunan tesislere çekilmektedir (Şekil 3.1). Tesislere canlı olarak gelen balıklar, solungaçlarına atılan kesi ile kan havuzlarında bekletilerek kanının boşaltılması yöntemiyle öldürülmektedir. Daha sonra iç organları alınıp, bir balığın kilogram kalibresine göre straforlara yaklaşık 20 kg alacak şekilde yerleştirilmektedir. Hasat tarihinden itibaren 15 gün raf ömrü olan bu balıklar, 0–4°C muhafaza sıcaklıklarındaki tırlarla Türkiye'ye getirilmektedir. Somonlar Türkiye'deki fabrikada iç piyasa ve ihracat için ileri işleme ve parçalama ile uygun paketleme yapılarak satışa sunulmaktadır. Tesiste somonları parçalama işleminde çeşitli fileto prosesleri ve steak kesim uygulanmakta, aynı zamanda ileri işleme olarak tutsüleme, pastırma, marine ve lakerda prosesleri de uygulanabilmektedir.

Somon füme ürünlere uygulanan üzüm sirkesi (Doğanay Nare Geleneksel üzüm sirkesi, Adana, Türkiye) marketten satın alınmıştır. Doğanay markasının Nare serisi, Horoz karası yaş üzümlerinden biyolojik fermentasyon yoluyla üretilmiş olan bir sirkedir. Asitlik derecesi %5–6 olarak raporlanmış olan sirkeye koruyucu olarak sodyum metabisülfite eklenmiştir.

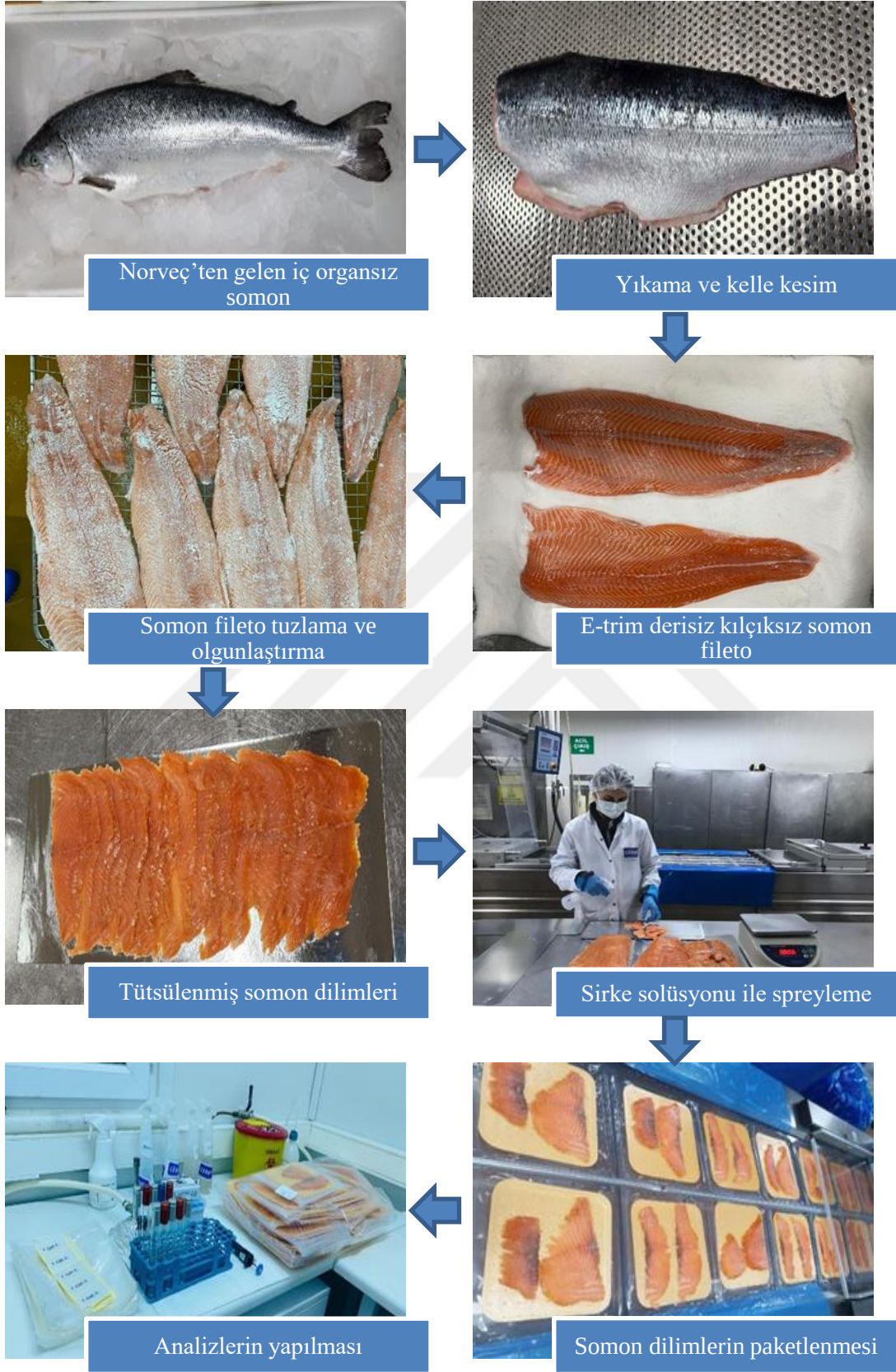
3.2. Çalışmanın Araştırma Planı

Şekil 3.2'te bu tez çalışmasının iş akış şeması özetlenerek verilmiştir. Oluşturulan deney planı ile somon füme örneklerinin hazırlanması, paketlenmesi, analizi yapılacak parametrelere göre ayrılması, depolama süresince çalışmaların yapılacağı periyotların belirlenmesi ve periyotlara göre yeterli miktarlara ayrılması, kontrol ve şahit örneklerin ayrılması detaylandırılmıştır.



Şekil 3.1. Leroy Seafood firmasının Norveç fiyortlarında bulunan somon yetiştirme kafesleri ve izleme merkezi

Deney planına göre somon fümelerin üretildiği günü 0. gün olarak alarak, fabrikada ürünlerin paketlenme tabaklarına dizilmesinden sonra uygulama başlatılmıştır. Analizi yapılacak parametreler toplam mezofilik aerobik koloni (TAMB) sayımı, psikrofilik bakteri sayımı, küf-maya ve koliform sayımı, *L. monocytogenes* sayımı, TVB-N, pH ölçümü, renk analizi, duyu analizi olup; bu parametrelerin her biri için 3 adet kontrol örneği, 3 adet %8'lik ve 3 adet %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış ürün örneği hazırlanmıştır. Deneylere başlamadan önce ürünün kimyasal kompozisyonu ve üründe *L. monocytogenes* var/yok bakılması için 3'er adet örnek ayrılmıştır. Sirke solüsyon uygulaması dozajlaması eşit olması için her bir ürüne 5 sprey olacak şekilde, dizilmiş somon füme ürünün tek yüzeyi spreylenecektir. Daha sonra *L. monocytogenes* parametresi analizi yapılacak olan örnekler hariç diğer tüm ürünlere paketlenme yapılarak, kodlama etiketi hazırlanıp, 0–4°C arasındaki soğuk depoya muhafaza için alınmıştır. *L. monocytogenes* için ayrılan örneklere bakteri ekimi için önceden hazırlanmış olan suştan çalışmanın ilk kısmı için 10^7 kob/ml, ikinci kısmı için 10^4 kob/ml alınarak, ürünün yüzeyine ekim yapılmıştır. İnkübasyonu yapılan ürünler, bakterinin ürün üzerine yerleşmesi ve uygun ortam oluşması için 1 saat etüv sıcaklığında (35°C'de) bekletilmiştir.



Şekil 3.2. İş akış şeması



Şekil 3.3. Tütsüleme işlemi akış şeması

Beklemesi süresini tamamlayan ürünlere üzüm sirkesi spreylenecek vakum paketlenmiştir. Paketlenen ürünler kodlama etiketi ile etiketlenip 0–4°C arasındaki soğuk depoya muhafaza için alınmıştır. Depoda her ürün periyodu geldiğinde analize alınmak üzere kodları yazılı etiketler ile depolama süresince muhafaza edilmiştir.

3.3. Tütsüleme İşlemi

Tütsüleme işlemi Leroy Turkey Su Ürünleri A.Ş.’nin Kartepe, Kocaeli’de bulunan fabrikasında yapılmıştır. Tütsüleme işleminin akış şeması Şekil 3.3’te verilmiştir.

Tütsüleme işlemi İskandinav usulü olarak bilinen yöntemle uygulanmıştır. Derisi alınmış somon filetoları 1 saat tuz ile muamele edilerek kurutma işlemine ön hazırlık yapılmıştır. Tuzdan çıkartılan somon filetoları fırın arabalarına dizilerek tütsüleme fırınlarında (Kerres Jet Smoke Maxi 3001, Almanya) kurutma ve dumanlama işlemine bırakılmıştır. Dumanlama işlemi reçinesiz meşe talaşının yakılarak, dumanın filtreden geçirilip fırının homojenize bir şekilde ürüne verilmesiyle yapılmıştır. Bu tütsüleme yöntemiyle soğuk ve sıcak olmak üzere 2 farklı tütsüleme uygulaması yapılabilmektedir. Soğuk tütsüleme, somonun 24°C – 27°C arasındaki sıcaklıklarda kurutulması ve dumanın balığa işlemesiyle uygulanmıştır. Bu tez kapsamında soğuk tütsüleme yapılmış olup, çalışma boyunca kullanılan füme tabiri soğuk olarak tütsülenmiş somonları ifade etmektedir. Füme ürünler, tütsüleme fırınlarında 24°C – 27°C arasında; 25 dakika kurutma ve 5 dakika dumanlama olacak şekilde toplamda 4 saat kurutma, 4 saat dumanlama uygulanmasıyla hazırlanmıştır. Tütsüleme işlemi tamamlanan ürünler soğutulmak üzere depoya alınmıştır. 0°C’ye ulaşan ürünler dilimleme makinesinde (Marel Geba SC125V, Almanya) 2,4 milimetre inceliğinde kesilerek, paketleme için 50 gram sabit gramaj olacak şekilde tartılmıştır (Şekil 3.3).

3.4. Spreyleme İşlemi

Somon füme ürünler dilimlenip porsiyonlandıktan sonra kontrol örneği ile sirke uygulaması yapılacak ürünler ayrılmıştır. Kontrol örnekleri vakum ambalaj ile paketlenip analiz periyoduna göre ayrılarak, etiketlenmiştir. Bu çalışmada %8’lik ve %10’luk iki farklı sirke solüsyonu hazırlanmıştır. Sirke uygulaması için tek tip sprej triger temin edilip, bu trigerin ayarı polarizasyonu ürünlerin dizildiği somon füme tabaklarının

boyutuna göre ayarlanmıştır. Ayarlanan polarizasyonun 5 spreyci uygulamasında vereceği sirkeli su solüsyonu ölçölmüştür. 3 ml olarak ölçölen 5 spreyci uygulama sabitlenerek, tüm ürönlere 15 cm uzaklıktan (yaklaşık 1 karış kadar) spreyleme işlemi uygulanmıştır. Ürünler vakum ambalaj ile paketlenerek, analiz periyoduna göre etiketlenmiştir.

3.5. Kalite Analizleri

Somon fümenin depolama boyunca kalitesinin değişimini ölçebilmek amacıyla kontrol ve %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonu ile spreyleneş örneklerin depolama boyunca haftalık periyotlarda (0., 7., 14., 21., 28., 35., 42. ve 49. günlerde) pH, renk, TVB-N ölçömleri ile mikrobiyolojik (TAMB, psikrofilik bakteri, küf-maya, koliform ve *L. monocytogenes* koloni sayımı) ve duyuşal analizleri yapılmıştır. Her bir kalite parametresi için en az 3 paralel örnek ile çalışılmıştır.

3.5.1. Kimyasal Analizler

Çalışmada kullanılan somon füme örneklerinin ilk gün tütsöleme işleminden sonra temel kimyasal kompozisyon analizleri (nem, kül, protein ve yağ miktarları) yapılmıştır.

Nem ve kül analizleri için Leco TGA-701 marka nem – kül tayin cihazı (ABD) kullanılmıştır. Somon füme örnekleri önce homojenize edilmiş, homojenize edilen örnekten 1,5 g alınarak darası alınmış krozelere tartılmış, daha sonra cihaza yerleştirilmiştir. Nem ve kül miktarları cihazda tam otomatik olarak ölçölmüştür.

Protein analizi Dumas yöntemine göre yapılmıştır. Dumas yönteminin temel prensibi, örneğın yakılmasıyla gıda içindeki tüm azot formlarının azot oksit gazlarına dönüştürölmesi ve sonrasında bu azot miktarının ölçölmesidir. Somon füme örneklerinden 0,5–3,5 g tartılmış, 105–110°C etöv sıcaklığında 1 saat bekletilerek kurutulmuştur. Daha sonra Leco TruMacN marka azot – protein tayin cihazı (ABD) ile azot-protein programı seçilerek 850°C'de yanma gerçekleştirilmiştir. İşlem sonucunda azot değerini veren cihaz otomatik olarak protein değerini hesaplamıştır. Dönüşüm faktörü 6,25'tir.

Yağ analizi asit hidrolizi yöntemiyle ANKOM HCl Hydrolysis System cihazı (ABD) kullanılarak yapılmıştır. Hidroliz cihaz sıcaklığı 90°C, hidroliz zamanı 60 dakika ve

yıkama süresi 20 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. İşlem sonrası örnekler cihazdan alınarak, kurutucu cihazda (ANKOM RD Dryer, ABD) 110°C’de 23 saat kurutulmuştur. Hidroliz edilmiş örnekler Ekstraksiyon Sistemi (ANKOM XT15, ABD) cihazında 90°C’de 40–60 dakika ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstrakte edilmiş örnekler 110±2°C’de 20 dakika kurutulmuş, soğutulduktan sonra tartılmıştır.

TVB-N analizi için 95/149/EC Annex-II yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde örnekler blender ile öğütüldükten sonra 10 g örnek bir kaba alınmış, 90 ml 0,6 M perklorik asit çözeltisi ilave edilerek 2 dakika boyunca karıştırıcıda yüksek hızda karıştırılmıştır. Karışım süzgeç kağıdından süzölmüştür. 50 ml süzöntü Kjeldahl tüpüne alınarak üzerine birkaç damla fenolftalein, köpük kesici ve 6,5 ml NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. 10 dakika içerisinde 100 ml distilat elde edilecek şekilde distilasyon ayarlanmıştır. 300 ml’lik bir erlene 100 ml borik asit çözeltisi ve 3-5 damla indikatör çözeltisi ilave edilmiştir. 10 dakika boyunca su buharı distilasyonu yapılmıştır. Erleninde toplanan uçucu bazik azot, 0,01 N HCl çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucunda pH 5,0 ± 0,1 olmuştur.

3.5.2. Mikrobiyolojik Analizler

Somon füme örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), psikrofilik bakteri, koliform, küf-maya ve *L. monocytogenes* analizleri yapılmıştır.

TAMB koloni sayımı için ISO 4833-1 yöntemi kullanılmıştır. Somon füme örneğinden 10 g tartılarak üzerine 90 ml dilüsyon sıvısı ilave edilip stomacher cihazında 2 dakika süre ile parçalanmıştır. Hazırlanan dilüsyondan alınan 1 ml örnek PCA (plate count agar) besiyeri içeren steril petrilere paralel ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petrilere ters çevrilerek 30°C’de 72 saat inkübe edilmiştir.

Psikrofilik bakteri analizi ISO 17410 yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde PCA (plate count agar) besiyeri kullanılmıştır. Örnekten alınan 10±0,5 g tartılarak stomacher poşetine konulmuştur. Üzerine 90±1 g pepton tuz çözeltisi ilave edilip 2 dakika karıştırılmıştır. Hazırlanan ilk dilüsyondan 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ ve daha ileri dilüsyonlar hazırlamak için steril pipetle alınan 1 ml örneklerden 9 ml tamponlanmış peptonlu suya ilave edilmiştir. Tüpler karıştırılarak içerisinde 0,3 – 0,4 ml kadar alınarak petrilere ekim yapılmıştır. Petrilere ters çevrilerek 6,5±1°C’de 10 gün inkübe edilmiştir.

Koliform analizi ISO 4832 yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntem VRBLA (crystal violet neutral red bile lactose agar) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. Somon örneğinden alınan 10±0,5 g tartılarak stomacher poşetine konulmuştur. Üzerine 90±1 g pepton tuz çözeltisi ilave edilip 2 dakika karıştırılmıştır. Hazırlanan bu çözeltiden steril pipetle alınan 1 ml örneklerden 9 ml dilüsyon sıvısı ile birlikte bir tüpe alınmıştır. Dilüsyonun içerisinden alınan örnekler petrilere konularak üzerine besiyeri dökülmüştür. Karıştırma ve soğutma işlemleri ile katılaşması sağlanan petrilere ters çevrilerek 37±1°C’de 24±2 saat ters çevrilerek inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda kırmızı zonla çevrilmiş 0,5 mm çaplı koloniler sayım için belirlenmiştir.

Küf-maya analizi ISO 21527-1/2 yöntemiyle besiyeri olarak DRBC (dichloran-rose bengal chloramphenicol agar) kullanılarak yapılmıştır. Somon örneğinden alınan 10±0,5 g tartılarak stomacher poşetine konulmuştur. Üzerine 90±1 g pepton tuz çözeltisi ilave edilip 2 dakika karıştırılmıştır. Hazırlanan bu çözeltiden steril pipetle alınan 1 ml örneklerden 9 ml tamponlanmış peptonlu suya ilave edilmiştir. Tüp ile karışması sağlanan dilüsyon içerisinden alınan 0,1 ml’lik örnek besiyerine drigalski spatülü ile yayımı yapılmıştır. 25±1°C’de 5 gün düz konumda inkübe edilmiştir.

Ürünlerde *L. monocytogenes* var/yok analizi için DMS 102748 kullanılırken, *L. monocytogenes* sayımı için ISO 11290-2 yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan somon fûme örneklerinde *L. monocytogenes* olmadığı var/yok testi ile doğrulandıktan sonra aktive edilen *L. monocytogenes* suşları ile ürünlere inkübasyon yapılmıştır.

L. monocytogenes için yapılan var/yok analizi Rapid *L. monocytogenes* Supplement 1 (DMS 102748) yöntemiyle yapılmıştır. BIORAD 356-4746 hazır süspanse halde bulunduğundan, doğrudan besiyerine (RAPID L. Mono agar) eklenmiştir. Analiz için somon fûme örneğinden 1 g tartıldıktan sonra 9 ml ön zenginleştirme ile stomacherda homojenize edilmiştir. Ekim yapılan besiyerleri 37°C’de 24 saat inkübe edilmiştir.

L. monocytogenes sayımı için yapılan ISO 11290-2 yönteminde hazır olarak bulunan LAB M marka LAB 211 kodlu Half Fraser broth besiyeri kullanılmıştır. Analiz için somon fûme örneğinden 1 g tartıldıktan sonra 9 ml ön zenginleştirme ile stomacherda homojenize edilmiştir. Ekim yapılarak, 37°C’de 24 saat inkübe edilmiştir.

3.5.3. pH Analizi

Somon fme örneklerinin pH değerleri pH metre cihazı (Extech Instruments, ABD) ile llmtr. Analiz için homojenize edilen somon fme örneklerinden 1 g deney tüplerine tartılmış, üzerlerine 9 ml saf su ilave edilmiştir.

3.5.4. Renk Analizi

Somon fme ürünlerinin renk değerleri renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Japonya) kullanılarak Hunter L*, a*, b* yöntemi ile yapılmıştır. Hunter kolorimetresinde üç renk değeri elde edilmektedir: L* değeri olarak çıkan sonuç aydınlık derecesini 0 ve 100 arasında vermektedir. a* değeri sonucunda pozitif veriler kırmızılığın ve negatif veriler yeilliğin göstergesi, b* değerinde ise pozitif veriler sarılık ve negatif veriler maviliğin göstergesidir.

3.5.5. Duyusal Analiz

Duyusal analiz için belirlenen 10 adet eğitimli panelist somon üretimi yapan bir firmada uzun yıllardır çalışan ve düzenli olarak somon tüketimi ile ilgili duyusal değerlendirme panellerine katılan kişilerden seçilmiştir. Hedonik skala kullanılarak yapılan analizlerde hazırlanan tadım formu üzerinde renk, tat, koku ve genel görünüm parametrelerine göre panelistlerden 5 dereceli hedonik skala (1: Çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: Çok iyi) kullanılarak örnekleri değerlendirmeleri istenmiştir.

3.6. İstatistiksel Analizler

Çalışma boyunca elde edilen tüm veriler MINITAB (Minitab Inc., State Collage, PA, USA) istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. İstatistik verilerinin hazırlığı Microsoft Excel 2010 programı kullanılarak yapılmıştır. Verilere %95 güven aralığında tek yönlü ANOVA sonrasında Tukey testi uygulanarak sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığı tespit edilmiştir. Tüm lmler doğrulama amacıyla en az 3 kez tekrarlanmıştır. Tüm değerler ortalama±standart sapma olacak şekilde verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, üzüm sirkesi uygulamasının soğuk somon fümenin raf ömrü ve kalitesi üzerindeki etkilerine bakılmıştır. Sirke somon fümelerine farklı solüsyonlarda spreyleme şeklinde uygulanarak, kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerine 49 günlük depolama süresince haftalık periyotlarda mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır.

Deneylere başlamadan önce üzüm sirkesinin *Listeria monocytogenes* üzerindeki etkilerini görmek amacıyla ön denemeler yapılmıştır. Yapılan ön denemelere ait sonuçlar Tablo 4.1’de verilmiştir. Ön denemelerde farklı konsantrasyonlarda sirke solüsyonlarının direkt olarak canlandırma yapılan *L. monocytogenes* suşları üzerindeki etkisine bakılmıştır. Bu amaçla %5, %8, %10, %15, %20 oranlarında sirke içeren sulu solüsyonlar hazırlanarak, 10^2 kob/ml *L. monocytogenes* bulunan suştan, 10^5 ve 15×10^6 kob/ml’ye kadar suşların içerisine doğrudan uygulama yapılarak, inkübasyon sonrasında *L. monocytogenes* sayımı yapılmıştır.

Ön denemelerin sonuçları incelendiğinde farklı oranlardaki sirke solüsyonlarının 15×10^6 ve üstü kob/ml *L. monocytogenes* çok yüksek sayıda canlı bakteri bulunan suşlarda sirke solüsyonlarının etkisinin az olduğu, 10^5 ve 10^2 kob/ml bulunan suşlarda ise inhibe edici etkisinin yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Farklı sirke konsantrasyonlarının *Listeria monocytogenes* üzerine etkisi

Kullanılan solüsyon	Uygulanan <i>L. monocytogenes</i> yükü (kob/ml)	Sonuç	Değerlendirme
%5 sirke + %95 su	10^2	%100 yok etme	başarılı
%5 sirke + %95 su	10^5	%85,6 azalma	başarılı
% 5 sirke + %95 su	15×10^6 ve üstü	%1,44 azalma	başarısız
%8 sirke + %92 su	10^5	%100 yok etme	başarılı
%10 sirke + %90 su	10^2	%100 yok etme	başarılı
%10 sirke + %90 su	10^5	%98,9 azalma	başarılı
%10 sirke + %90 su	15×10^6 ve üstü	%1,71 azalma	başarısız
%15 sirke + %85 su	15×10^6 ve üstü	%2,57 azalma	başarısız
%20 sirke + %80 su	10^2	%100 yok etme	başarılı
%20 sirke + %80 su	10^5	%99,3 azalma	başarılı
%20 sirke + %80 su	15×10^6 ve üstü	%2,74 azalma	başarısız

%5, %8, %10 ve %20 sirke solüsyonlarının tümünün 10^2 ve 10^5 kob/ml seviyesindeki *L. monocytogenes* üzerinde inhibe edici etkisi olduğu görüldüğünden, sirke solüsyonlarının somon füme üzerine uygulanabilirliğini tespit edebilmek için duyu analizi yapılmıştır. Üzüm sirkesi duyu açıdan tüketici tarafından fark edilebilen güçlü bir aromatik tat ve kokuya sahiptir. Bu nedenle ürünler üzerine uygulanacak sirke miktarının endüstriyel ürünlerde kullanılabilir ve tüketici tarafından fark edilmeyecek şekilde olması için ön denemelerde kullanılan farklı yüzdelerde solüsyonlar hazırlanarak somon fümelerin üretildiği tesiste, firmada uzun yıllardır çalışan ve birçok kez somon füme ve diğer somon ürünleri için yapılan testlerde duyu analizi panelisti olmuş eğitimli personel ile kör test yapılmıştır. Bu testte, somon füme ürünlere %5, %8, %10, %15 ve %20 olarak hazırlanmış sirke solüsyonları spreyleme şeklinde uygulanarak panelistlerden duyu olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde %15 ve %20'lik sirke solüsyonu uygulanmış olan ürünleri tüm panelistlerin tat ve koku kriterlerine göre beğenmedikleri ortaya çıkmıştır. Duyu analizden alınan sonuçlara göre deney çalışmasında uygulanabilecek en yüksek oranın %10'luk sirke solüsyonu olduğuna karar verilmiştir. Bu nedenle bu tez çalışması kapsamında yapılan deneylere %8 ve %10'luk sirke solüsyonları ile devam edilmiştir.

4.1. Temel Kimyasal Kompozisyon

Çalışma için kullanılacak olan somon füme ürünlerinin deneylere başlandığı gün ölçülen temel kimyasal kompozisyon sonuçları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Somon fümünün kimyasal bileşimi

Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
56,97 ± 1,03	2,67 ± 0,38	15,53 ± 1,87	22,80 ± 0,70

Somon fümünde yapılan bir araştırmada besin değeri analiz sonuçlarına göre somon fümünün protein oranı %22,16, yağ oranı %18,38, nem oranı %56,23 ve kül oranı %3,07 olarak bulunmuştur (Pekcan, 2016). Erdem ve diğ. (2020) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise Atlantik somonunun protein miktarı %20,8, yağ miktarı %9,27, nem miktarı %66,65 ve kül miktarı %1,13 olarak çıkmıştır. Yapılan çalışmalar ve Tablo 4.2'de verilen sonuçlar karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçların literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.2. %8'lik ve %10'luk Sirke Uygulamaları

Tez çalışmasının ilk kısmında, ön denemelerde elde edilen duyuşal analiz sonuçları doğrultusunda %8 ve %10'luk sirke solüsyonları ile çalışmalara başlanmıştır. Her iki solüsyon ve kontrol örnekleri için depolama boyunca bakılacak parametrelere ve haftalık periyotlara göre kullanılacak somon füme miktarları belirlenmiştir. Kontrol, %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış örneklerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TAMB) sayımı, psikrofilik bakteri sayımı, küf-maya sayımı, koliform bakteri sayımı, *L. monocytogenes* sayımı ile duyuşal analizler yapılmıştır.

4.2.1. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler kapsamında kontrol örnekleri ile %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış somon füme örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri (TAMB) koloni sayımı, psikrofilik bakteri koloni sayımı, küf-maya ve koliform analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın ilk kısmında yapılan TAMB sayımı sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir. Genel olarak balıklarda kabul edilebilir TAMB sayısı için en yüksek değer 7 log kob/g olarak kabul edilmektedir, bu değer üzerinde balıkların bozulmuş olduğu öngörülmektedir (ICMSF, 1986). Sonuçlara bakıldığında kontrol örneklerinin 21. günde 7 olarak kabul edilen sınır değerini geçtiği, %8'lik sirke solüsyonu uygulanan örneklerin 28. günde %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış somon füme örneklerinin ise 42. günde sınır değerini aştığı tespit edilmiştir. Her bir haftalık periyotta kontrol grubu ile farklı konsantrasyonlarda sirke solüsyonu uygulanan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Sirke solüsyonu uygulanan örneklerdeki konsantrasyon oranı arttıkça TAMB sayısının daha düşük olduğu görülmüştür. Tablo 4.3'teki sonuçlar incelendiğinde %10'luk sirke solüsyonunun mezofilik aerobik bakteri gelişimini engellemede %8'lik sirke solüsyonuna göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Kontrol örnekleri 21. günde limiti aşarken, %8'lik sirke solüsyonu uygulanan örneklerin 28. günde, %10'luk sirke solüsyonu uygulanan örneklerin ise 42. günde limiti aştığı, böylece sirke uygulamasının somon fümenin raf ömrünü uzattığı ortaya konmuştur. Depolama günleri arasındaki duruma bakıldığında, depolama boyunca mikrobiyolojik bozulma

arttığı için bekleneceği üzere her hafta TAMB koloni sayısının her uygulama için istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı görülmüştür (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince TAMB sayımları (log kob/g balık)

Gün	Kontrol	%8 Sirke	%10 Sirke
0	2,06±0,06 ^{B,f}	2,13±0,06 ^{B,f}	2,52±0,02 ^{A,f}
7	5,76±0,07 ^{A,e}	5,13±0,13 ^{B,e}	4,42±0,15 ^{C,e}
14	6,87±0,15 ^{A,d}	6,59±0,29 ^{A,d}	4,84±0,05 ^{B,e}
21	7,54±0,16 ^{A,c}	6,91±0,10 ^{B,d}	5,45±0,32 ^{C,d}
28	7,82±0,09 ^{A,c}	7,62±0,15 ^{A,c}	6,52±0,19 ^{B,c}
35	8,28±0,17 ^{A,b}	7,87±0,08 ^{B,bc}	6,75±0,06 ^{C,bc}
42	8,54±0,07 ^{A,ab}	8,13±0,11 ^{B,b}	7,03±0,05 ^{C,b}
49	8,81±0,11 ^{A,a}	8,70±0,08 ^{A,a}	8,36±0,13 ^{B,a}

A-Z: Her gün için satır boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a-z: Her uygulama için sütun boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Di Toro ve diğ. (2019) tarafından yapılan somon filetolarına şeker kamışından üretilen aromatik sirke uygulanması ile ilgili çalışmada kontrol örnekleri ve sirke uygulaması yapılan örneklerde aerobik koloni sayısının depolama boyunca tüketilebilir seviyede olduğu, limit dışına çıkmadığı bildirilmiştir. Ayrıca sonuçlarda aerobik koloni sayısının depolama boyunca artış gösterdiği, ancak depolama sonunda kontrol ve sirke uygulamaları arasında aerobik koloni sayısı açısından anlamlı bir fark olmadığı ortaya konmuştur.

Dondero (2004) çalışmasında vakum paketlenmiş somon füme ürünlerin farklı sıcaklıklarda depolama süresince kalite parametrelerindeki değişimlerini incelemiş, aerobik koloni sayımı sonuçlarının depolama süresi boyunca artan bir korelasyon gösterdiğini bildirmiştir.

Somon füme ürünlerin muhafazası için soğuk depolama yapıldığından depolama boyunca haftalık periyotlarda psikrofilik bakteri sayımı yapılmıştır. Tablo 4.4'te verilen psikrofilik bakteri analiz sonuçları incelendiğinde, tüm örnekler için ilk 2 haftada örneklerin hiçbirinde psikrofilik bakteri tespit edilemezken, 14. günden itibaren tüm örnekler için psikrofilik bakteri sayısının depolama boyunca anlamlı bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir. İstatistiksel olarak bakıldığında uygulama grupları arasında farklar görülmekle birlikte, bu farkların depolama boyunca haftalar bazında anlamlı bir

korelasyona sahip olmadığı söylenebilir. Ancak depolamanın 42. gününde kontrol ve %8'lik sirke uygulanan örnek gruplarında psikrofilik bakteri sayısı 7'nin üzerine çıkarken, %10'luk sirke solüsyonu uygulanan grupta 7'nin altında kalmıştır. Bu açıdan %10'luk sirke uygulamasının depolama boyunca psikrofil bakteri sayısında az da olsa azalmaya sebep olduğu görülmektedir. Depolamanın sonunda ise her uygulama grubunda psikrofilik bakteri sayısı 7'nin üzerine çıkmıştır.

Tablo 4.4. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince psikrofilik bakteri sayımları (log kob/g balık)

Gün	Kontrol	%8 Sirke	%10 Sirke
0	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
7	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
14	3,83±0,11 ^{B,e}	4,73±0,13 ^{A,e}	4,78±0,18 ^{A,d}
21	4,73±0,11 ^{B,d}	5,86±0,12 ^{A,d}	4,87±0,12 ^{B,d}
28	5,44±0,35 ^{B,c}	6,46±0,32 ^{A,c}	5,63±0,29 ^{B,c}
35	6,59±0,39 ^{A,b}	6,85±0,12 ^{A,bc}	6,31±0,20 ^{A,b}
42	7,45±0,11 ^{A,a}	7,17±0,11 ^{B,ab}	6,80±0,08 ^{C,a}
49	7,63±0,07 ^{A,a}	7,59±0,16 ^{A,a}	7,25±0,07 ^{B,a}

A-Z: Her gün için satır boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a-z: Her uygulama için sütun boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Di Toro ve diğ. (2019) yapmış oldukları somon filetolarına şeker kamışından üretilen aromatik sirke uygulanması çalışmasında kontrol örneklerinde ve sirke uygulaması yapılan örneklerde psikrofil bakteri sayısının depolama boyunca artış gösterdiğini bildirmiştir. Kontrol grubundaki örneklerde limit değer 7. günde aşılrken sirke uygulaması yapılan örnekler limit değere 10. günde ulaşmıştır. Bu nedenle aromatik sirke uygulamasının psikrofil bakteri sayısını azaltmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Somon füme ürünlerinde depolama boyunca yapılan küf-maya analizi sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir. İlk hafta sonunda hiçbir grupta küf-maya tespit edilemezken, depolamanın diğer günlerinde küf-maya sayısı hafta bazında anlamlı bir şekilde artış göstermiştir. Gıda ürünleri için mevzuatta belirli bir limit olmamasına rağmen, diğer bakteri grupları için üreme ortamı olarak olumsuz etki oluşturacağından küf-maya sayısının artması istenmemektedir (Ayhan, 2000). Soğuk somon füme üretiminde balığın doğal yapısında olan suyu uzaklaştırmak amacıyla kurutma işlemi yapılmaktadır. Deney sırasında sirkeli su solüsyonu spreylemesinin ürünlerdeki küf-maya miktarını arttırmadığı,

hatta kontrol grubuna göre her iki sirke solüsyonu uygulamasının istatistiksel olarak küf-maya sayısını azalttığı görülmüştür. Depolamanın 14. gününden itibaren her haftalık periyotta kontrol grubundaki küf-maya sayısı sirke uygulanan gruplara göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonu uygulamaları arasında ise anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Tablo 4.5. Kontrol ve sirke uygulanmış somon fümelerinin depolama süresince küf-maya sayımları (log kob/g balık)

Gün	Kontrol	%8 Sirke	%10 Sirke
0	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
7	4,64±0,09 ^{A,d}	2,95±0,04 ^{C,e}	3,75±0,11 ^{B,e}
14	6,57±0,23 ^{A,c}	4,67±0,09 ^{B,d}	4,85±0,11 ^{B,d}
21	6,91±0,08 ^{A,c}	4,92±0,06 ^{B,cd}	4,89±0,09 ^{B,d}
28	7,67±0,20 ^{A,b}	5,90±0,26 ^{B,c}	6,00±0,08 ^{B,c}
35	7,81±0,04 ^{A,ab}	6,72±0,19 ^{B,b}	6,49±0,31 ^{B,b}
42	7,94±0,07 ^{A,ab}	6,92±0,03 ^{B,ab}	6,84±0,13 ^{B,ab}
49	8,33±0,38 ^{A,a}	7,37±0,35 ^{B,a}	7,26 ±0,22 ^{B,a}

A-Z: Her gün için satır boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a-z: Her uygulama için sütun boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Koliform sayımları sonucunda her üç uygulama grubu için de depolama boyunca hiç koliform grubu bakteri tespit edilememiştir. Koliform bakteriler depolama boyunca $9,5 \times 10^1$ kob/g olan limite göre mevzuatla uyumlu olarak bulunmuştur (Su Ürünleri Yönetmeliği, 1995).

Diğer bir mikrobiyolojik parametre olan *L. monocytogenes* sayımı için öncelikle tüm gruplarda *L. monocytogenes* var/yok analizi yapılmış olup başlangıçta hiçbir grupta *L. monocytogenes* tespit edilmemiştir (Tablo 4.6). Mevzuata göre somon fümelerde *L. monocytogenes* olmaması gerekmektedir. Bu nedenle %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonlarının *L. monocytogenes* üzerinde bir etkisi olup olmadığını anlayabilmek amacıyla depolamanın ilk gününde tüm gruplara 10^7 kob/ml olacak şekilde *L. monocytogenes* inokülasyonu yapılarak, sirke solüsyonunun canlı bakteri sayısı üzerine etkilerine bakılmıştır. Tablo 4.6'daki sonuçlar incelendiğinde %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonu uygulamasının kontrol grubuyla kıyaslandığında 21. güne kadar *L. monocytogenes* sayısında 1 log'a yakın azalmaya yol açtığını, ancak 21. günden sonra *L. monocytogenes* sayısını azaltmakta başarılı olamadığı görülmüştür (Tablo 4.6). Depolamanın 28 ve 35. günleri haricindeki günlerinde %10'luk sirke solüsyonu

istatistiksel olarak %8’lik sirke solüsyonuna göre daha etkili olmakla birlikte, log azalma olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. *L. monocytogenes* sayısı depolama boyunca her grup için artış göstermiştir.

Tablo 4.6. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince *Listeria monocytogenes* sayımları (log kob/g balık)

Gün	Kontrol	%8 Sirke	%10 Sirke
0	tespit edilemedi	tespit edilemedi	tespit edilemedi
7	7,19±0,17 ^{A,d}	6,55±0,42 ^{AB,b}	6,40±0,17 ^{B,b}
14	7,22±0,04 ^{A,cd}	6,70±0,13 ^{B,b}	6,23±0,21 ^{C,b}
21	7,49±0,04 ^{A,bc}	6,86±0,11 ^{B,b}	6,46±0,34 ^{B,b}
28	7,68±0,12 ^{A,ab}	7,73±0,13 ^{A,a}	7,59±0,04 ^{A,a}
35	7,92±0,07 ^{A,a}	7,93±0,08 ^{A,a}	7,72±0,06 ^{B,a}

A-Z: Her gün için satır boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a-z: Her uygulama için sütun boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.2.2. Duyusal Analizler

Kontrol, %8’lik ve %10’luk sirke solüsyonu uygulanmış somon füme örneklerinin depolama boyunca haftalık olarak duyusal analizleri yapılmıştır. Hedonik skala kullanılarak yapılan duyusal analizlerde hazırlanan tadım formu üzerinde renk, tat, koku ve genel görünüm parametrelerine göre panelistlerden 1 – 5 hedonik skalası (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) kullanılarak örnekleri değerlendirmeleri istenmiştir. Depolama süresi geçtikçe duyusal parametre sonuçlarında bozulmaya bağlı olarak azalma beklenmektedir.

Tablo 4.7’de verilen sonuçlara göre her üç grup için de renk, tat, koku ve genel görünüm değerlendirmeleri depolama süresi boyunca beklendiği gibi azalmıştır. Tüm uygulama grupları için hiçbir duyusal parametre depolama süresi boyunca 3’ün yani orta değer altına düşmemiştir.

Kontrol örnekleri ve sirke solüsyonu uygulanan örnekler arasındaki sonuçlarda duyusal olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Bu sonuçlar tüketici açısından ürün üzerinde sirke uygulamasının olumsuz bir etki oluşturmadığını göstermiştir. Ayrıca %8’lik ve %10’luk sirke solüsyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 4.7. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince elde edilen duyuşal analiz sonuçları

Gün	Kontrol	%8 Sirke	%10 Sirke
	Renk		
0	4,85±0,49 ^{A,a}	4,65±0,59 ^{A,a}	4,80±0,41 ^{A,a}
7	4,20±0,83 ^{A,b}	4,25±0,44 ^{A,ab}	4,05±0,60 ^{A,bc}
14	4,40±0,50 ^{A,ab}	4,40±0,82 ^{A,ab}	4,35±0,75 ^{A,ab}
21	4,05±0,60 ^{A,bc}	4,20±0,62 ^{A,ab}	4,15±0,67 ^{A,bc}
28	4,10±0,64 ^{A,bc}	3,95±0,83 ^{A,bc}	4,00±0,79 ^{A,bc}
35	3,95±0,76 ^{A,bc}	3,95±0,51 ^{A,bc}	3,70±0,66 ^{A,cd}
42	4,30±0,47 ^{A,ab}	3,85±0,59 ^{B,bc}	3,85±0,49 ^{B,bcd}
49	3,50±0,69 ^{A,c}	3,45±0,51 ^{A,c}	3,25±0,55 ^{A,d}
	Tat		
0	4,50±0,51 ^{A,a}	4,20±0,70 ^{A,a}	4,35±0,81 ^{A,a}
7	3,65±0,81 ^{A,bc}	3,80±0,62 ^{A,ab}	3,55±0,60 ^{A,bcd}
14	4,00±0,65 ^{A,abc}	3,95±0,89 ^{A,a}	4,00±0,46 ^{A,ab}
21	4,20±0,62 ^{A,ab}	3,95±0,60 ^{A,a}	4,35±0,59 ^{A,a}
28	3,80±0,70 ^{A,bc}	3,70±0,80 ^{A,ab}	3,85±0,93 ^{A,abc}
35	3,80±0,77 ^{A,bc}	3,80±0,62 ^{A,ab}	3,35±0,81 ^{A,bcd}
42	3,65±0,67 ^{A,bc}	3,60±0,50 ^{AB,ab}	3,20±0,41 ^{B,cd}
49	3,45±0,76 ^{A,c}	3,15±0,81 ^{A,b}	3,05±0,83 ^{A,d}
	Koku		
0	4,65±0,67 ^{A,a}	4,35±0,67 ^{A,a}	4,55±0,69 ^{A,a}
7	4,10±0,55 ^{A,ab}	4,05±0,60 ^{A,a}	3,80±0,62 ^{A,bc}
14	4,10±0,31 ^{A,ab}	3,95±0,69 ^{A,a}	4,10±0,64 ^{A,ab}
21	4,00±0,56 ^{A,b}	4,05±0,60 ^{A,a}	4,10±0,64 ^{A,ab}
28	4,05±0,83 ^{A,ab}	3,80±0,95 ^{A,a}	3,75±0,85 ^{A,bc}
35	3,80±0,77 ^{A,bc}	3,95±0,69 ^{A,a}	3,60±0,60 ^{A,bc}
42	4,10±0,45 ^{A,ab}	3,80±0,41 ^{A,a}	3,60±0,60 ^{B,bc}
49	3,30±0,73 ^{A,c}	3,10±0,64 ^{A,b}	3,25±0,44 ^{A,c}
	Genel görünüm		
0	4,70±0,47 ^{A,a}	4,65±0,49 ^{A,a}	4,55±0,60 ^{A,a}
7	4,40±0,60 ^{A,ab}	4,30±0,47 ^{A,ab}	4,10±0,72 ^{A,ab}
14	4,40±0,75 ^{A,ab}	4,40±0,68 ^{A,ab}	4,50±0,51 ^{A,a}
21	4,15±0,59 ^{A,abc}	4,20±0,52 ^{A,ab}	4,20±0,62 ^{A,ab}
28	4,10±0,72 ^{A,abc}	3,85±0,93 ^{A,b}	3,90±0,72 ^{A,b}
35	4,10±0,79 ^{A,abc}	4,00±0,65 ^{A,b}	3,70±0,66 ^{A,bc}
42	4,05±0,51 ^{A,bc}	3,90±0,45 ^{AB,b}	3,65±0,49 ^{B,bc}
49	3,55±0,60 ^{A,c}	3,25±0,44 ^{A,c}	3,25±0,55 ^{A,c}

A-Z: Her gün için satır boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a-z: Her uygulama için sütun boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 4.7'deki duyuşal parametreler teker teker incelendiğinde renk için uygulamalar arasında fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer bir parametre olan tat, gıda ürünlerinde tüketici açısından önemli bir kriter olmaktadır. Panel sonuçlarında tat ile ilgili değerlendirmeler rakamsal olarak gün geçtikçe azalırken, uygulamalar arasında

istatistiksel olarak farklılık olmadığı görülmüştür. Koku parametresi ise tütülenmiş ürün olan somon füme ürünlerinde tüketici açısından albeni yaratan parametrelerdendir. Sirke uygulamasının tütülenmiş ürünlerdeki etkisine bakıldığında istatistiksel olarak depolama boyunca anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bu da sirke kullanımının tüketici açısından füme kokusu yoğunluğunda olumsuz bir etki yaratmadığını göstermektedir. Genel görünüm için dokusunu değerlendiren panelistler tarafından verilen puanlarda günler ve uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Benzer bir çalışmada Sallam ve diğ. (2007) tarafından organik asit tuzlarının (sodyum asetat, sodyum laktat, sodyum sitrat) bu tuzlarla pişmiş somonun raf ömrü boyunca etkilerini anlamak amacıyla duyu analizi uygulanmıştır. Doku ve genel görünüm (sululuk, yumuşaklık) olarak uygulamalar arasında farklılık görülmezken, tat ve koku değerlerinde kabul edilebilir sınırlar içerisinde düşüş görülmüştür.

Duyu analizi sonuçlarına göre farklı yüzdelerde uygulanan sirke solüsyonlu örnekler ve kontrol örnekleri arasında farklılıklar olmaması, tüketici tarafından sirke uygulaması yapıldığında duyu olarak fark edilmeyecek seviyelerde olduğunu göstermiştir. Hem kontrol hem de sirke uygulanmış örneklerin depolama boyunca duyu olarak tüketilebilir aralıkta kaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgular mikrobiyolojik analizlerin sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde, %10'luk sirke solüsyonu mikroorganizma gelişimini engellemede %8'lik sirke solüsyonuna göre daha etkili olduğundan tez çalışmasının ikinci aşamasına yalnızca %10'luk sirke solüsyonu ile devam edilmeye karar verilmiştir.

4.3. %10'luk Sirke Uygulaması

Çalışmanın ilk kısmında uygulanan *L. monocytogenes* için 10^7 kob/ml ekim yapılması endüstriyel anlamda fazla miktarda yük olduğundan sirke uygulamasının etkili olmadığı bulunmuş, bu nedenle çalışmanın ikinci kısmında daha düşük miktarda *L. monocytogenes* yüklemesi yapılmasının denenmesine karar verilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmı için yalnızca %10'luk üzüm sirkesi solüsyonu uygulaması yapılmış ve *L. monocytogenes* için ekim sayısı 10^4 kob/ml olarak deneyler tekrarlanmıştır. İkinci kısımda *L. monocytogenes* sayımı dışında pH, renk ve toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizleri 49 günlük depolama boyunca haftalık periyotlarda yapılmıştır.

4.3.1. *Listeria monocytogenes* Sayımı

Bu aşamada depolamanın ilk günü *L. monocytogenes* için 10^4 kob/ml olacak şekilde inoküle edilmiş ve daha sonra bir gruba %10'luk sirke uygulanmıştır. Tablo 4.8'deki kontrol ve %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış örneklerdeki sayım sonuçlarına göre uygulamanın yapıldığı ilk gün ve 7. günde %10'luk sirke solüsyonu uygulanan grupta *L. monocytogenes* üzerinde 1 log azalma görülmekle birlikte, depolama süresinin kalanında istatistiksel olarak kontrol ve %10'luk sirke solüsyonu uygulaması arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Depolama boyunca her iki grup için de *L. monocytogenes* sayısı artmış olup, 14. günden itibaren anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Tablo 4.8. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince *Listeria monocytogenes* sayımları (log kob/g balık)

Gün	Kontrol	%10 Sirke
0	4,34±0,54 ^{A,b}	3,23±0,20 ^{B,b}
7	4,77±0,07 ^{A,b}	4,51±0,12 ^{B,b}
14	7,47±0,15 ^{A,a}	7,58±0,51 ^{A,a}
21	7,93±0,05 ^{A,a}	7,82±0,10 ^{A,a}
28	7,79±0,18 ^{A,a}	7,65±0,19 ^{A,a}
35	7,83±0,05 ^{A,a}	7,86±0,13 ^{A,a}
42	7,47±0,15 ^{A,a}	7,39±0,19 ^{A,a}
49	7,45±0,15 ^{A,a}	7,49±0,09 ^{A,a}

A-Z: Her gün için satır boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a-z: Her uygulama için sütun boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

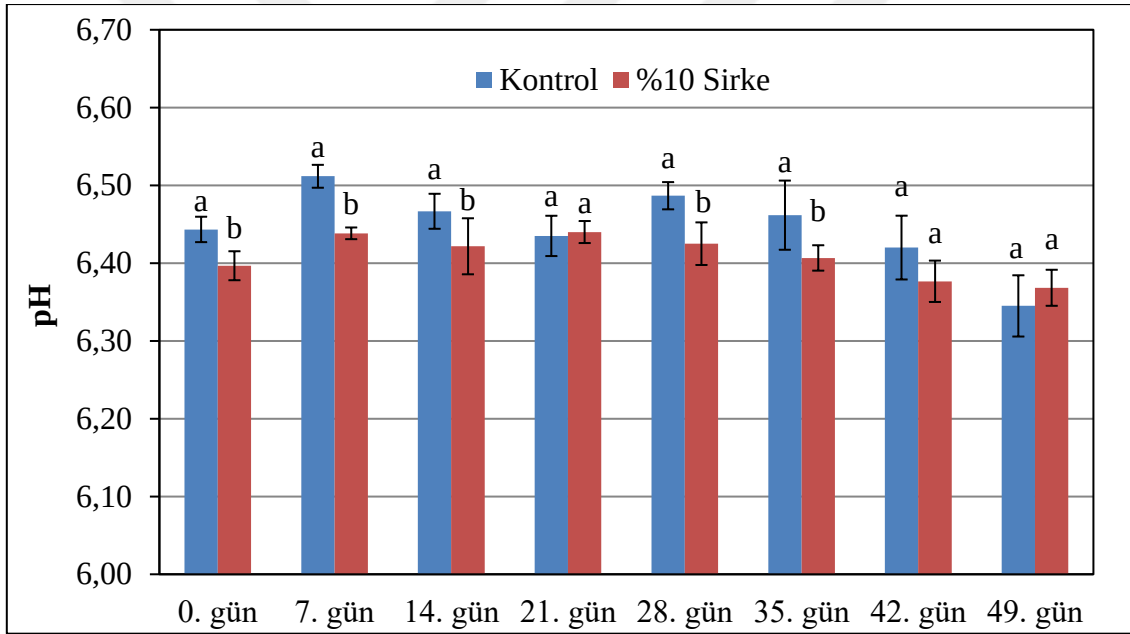
Yıldız (2010) çalışmasında *L. monocytogenes* inoküle edilmiş 4 farklı et çeşidinde (dana et, tavuk et, dana kıyma ve tavuk ciğeri) 10 gün süre ile organik asitlerden %1,5'lik asetik, %1,5'lik propiyonik ve %2'lik laktik asit kombinasyonunun etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda organik asitler spreyleme yöntemi ile uygulandığında *L. monocytogenes* sayısında 2-3 log kadar azalma olduğu görülmüştür.

Tosun'un 2010 yılında yaptığı çalışmada dumanlanmış balıklara inoküle edilen *L. monocytogenes* bakterisinin farklı ambalaj uygulamasıyla inhibisyonuna bakmış, *L. monocytogenes* sayısını azaltmada vakum ambalajlamanın anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna varmıştır.

Chen 2008’de yaptığı sodyum laktat, sodyum diasetat, sodyum benzoat ve potasyum sorbat organik tuzlarının minimum inhibe edici konsantrasyonları ve nisin somon füme üzerine ekilen *L. monocytogenes* için etkileri ile ilgili yaptığı bir çalışmada 3 ve 6 haftalık izleme periyodunda *L. monocytogenes* sayısını sodyum laktatın %2,4 seviyesinde ve sodyum diasetatın %0,125 seviyesinde azalttığını göstermiş, bu tuzların endüstriyel olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

4.3.2. pH Analizi

Varlık ve diğ. (1993), taze balık eti için pH değerinin 6,0 – 6,5 arasında, tüketilebilirlik sınır değeri için ise 6,8 – 7,0 arasında olduğu belirtmiş, ancak bu değer depolama süresine bağlı olarak yavaş yavaş yükseldiğini ve kesin bir kriter olmadığını bildirmiştir.



Şekil 4.1. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince ölçülen pH değerleri (a-b: Her gün için aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)).

Yapılan çalışma sonucunda kontrol grubu ve %10’luk sirke solüsyonu uygulanmış somon füme dilimlerinin depolama süresindeki pH değişimleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde elde edilen pH sonuçlarının 49 günlük depolama süresince 6,0 – 6,5 arasında olduğu, sadece kontrol örneğinde 7. günde 6,5’in üzerine çıktığı tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde ise kontrol ve sirke örneklerinde arasında haftalık

periyotlarda bakılan pH değerlerinde 21. gün, depolama süresinin bitimine yakın 42. gün ve 49. günlerde anlamlı bir fark görülmezken, diğer günler kontrol örneklerine göre sirke uygulanan örneklerde düşüş görülmüştür. Ancak depolama boyunca pH değerleri incelendiğinde, elde edilen sonuçlarda değişkenlikler olduğu, pH değerlerinin anlamlı bir artış veya azalış göstermediği görülmüştür.

pH değerinin farklı içeriklerle birleştiğinde değişebildiği ile ilgili Mol ve diğ. (2014) suşi çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada pH değerlerinin 5,2 – 5,7 arasında değişken pH değeri sonucuna ulaştıkları ve bunun nedeni pirinç ve pirinç sirkesi kullanımı ile ilgili olarak değerleri düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Tomé ve diğ. (2006) tarafından somon fûme örnekleri üzerinde laktik asit bakterileri ile yapılan çalışmada pH değerlerinde 35 günlük raf ömrü boyunca anlamlı bir değişiklik olmadığı ortaya konmuştur.

Leroi ve diğ. (1998) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise vakum ambalaj yapılmış somon fûmenin 5 haftalık raf ömrü boyunca kalite parametreleri ölçülmüştür. Bu süre boyunca pH değerleri dalgalanma göstermiş olup anlamlı bir artma veya azalma eğilimine rastlanmamıştır.

4.3.3. Renk Analizi

Somon fûmelerin kontrol grubu ve %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış örneklerde depolama boyunca haftalık periyotlarda renk analizleri yapılmıştır. Tablo 4.9'da verilen kontrol grubu ve %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış örnek sonuçları incelendiğinde sirke uygulamasının L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yaratmadığı görülmüştür. Üzüm sirkesi uygulaması yapılmasının somon fûmeler üzerinde bir renk farklılığına sebep olmadığı görüldüğünden, endüstriyel olarak somon fûme ürünlere uygulanmasında bir olumsuzluğa sebep olmayacağı sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde somon filetolarına şeker kamışından üretilen aromatik sirke uygulanması ile ilgili bir çalışmada renk analizi yapılmış, kontrol örnekleri ve sirke örneklerinin depolama boyunca L^* , a^* ve b^* değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamadığı bildirilmiştir (Di Toro ve diğ., 2019).

Depolama boyunca a* ve b* değerlerinde anlamlı bir artma veya azalma görülmezken, L* değerleri her iki grup için de depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır (Tablo 4.9). Literatürde benzer çalışmalarda soğukta ve buzda depolamada depolama boyunca L* değerinin artış gösterdiği rapor edilmiş olup, elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur (Erikson ve Misimi, 2008; Di Toro ve diğ., 2019).

Tablo 4.9. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince ölçülen renk değerleri

Gün	Kontrol			%10 Sirke		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	53,14±2,98 ^{A,c}	17,52±1,64 ^{A,a}	24,10±3,28 ^{A,ab}	54,36±2,98 ^{A,c}	17,65±1,64 ^{A,a}	23,99±3,9 ^{A,a}
7	55,06±2,25 ^{A,bc}	17,89±1,09 ^{A,a}	26,08±1,92 ^{A,a}	56,59±2,25 ^{A,abc}	16,72±1,09 ^{B,a}	23,55±1,92 ^{B,a}
14	55,73±1,42 ^{A,abc}	18,49±2,21 ^{A,a}	25,66±3,91 ^{A,a}	54,7±1,74 ^{A,c}	18,58±1,53 ^{A,a}	24,97±3,12 ^{A,a}
21	55,33±2,80 ^{A,bc}	18,08±1,57 ^{A,a}	23,99±4,48 ^{A,ab}	55,41±2,75 ^{A,bc}	18,06±1,2 ^{A,a}	23,88±2,87 ^{A,a}
28	55,29±1,33 ^{A,bc}	17,54±2,04 ^{A,a}	23,45±3,16 ^{A,ab}	57,78±3,49 ^{A,abc}	18,23±1,84 ^{A,a}	24,58±3,56 ^{A,a}
35	55,13±2,28 ^{B,bc}	15,7±2,12 ^{A,a}	20,03±3,89 ^{B,ab}	57,77±2,16 ^{A,abc}	17,91±3,43 ^{A,a}	26,43±2,36 ^{A,a}
42	57,32±1,75 ^{B,ab}	17,01±1,46 ^{A,a}	23,94±3,39 ^{A,ab}	60,46±3,24 ^{A,a}	16,45±2,93 ^{A,a}	22,59±4,99 ^{A,a}
49	58,37±1,39 ^{A,a}	15,59±2,85 ^{A,a}	22,45±3,54 ^{A,ab}	59,32±2,97 ^{A,ab}	17,64±1,03 ^{A,a}	22,45±3,25 ^{A,a}

A-Z: Her gün için satır boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a-z: Her uygulama için sütun boyunca aynı harfi paylaşmayan değerler istatistiksel bakımdan anlamlı olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

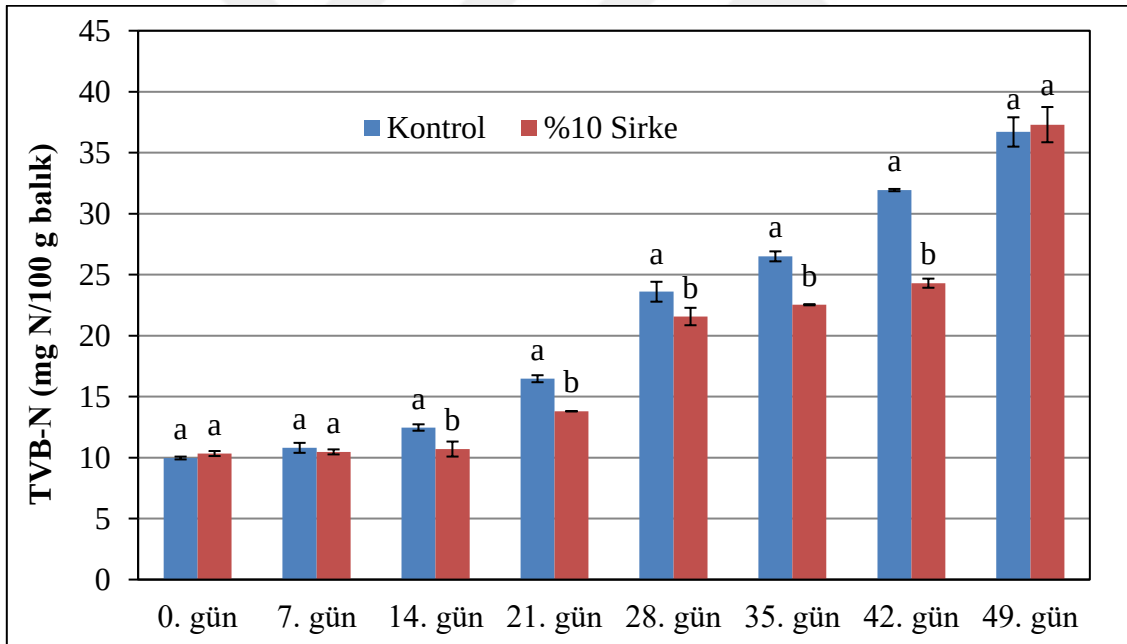
4.3.4. TVB-N Analizi

Toplam uçucu bazik azot analizi, su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan bir bozulma göstergesidir. TVB-N en taze balıkta bile bir miktar bulunmakta olup, depolama sırasında artış göstermektedir. Yürürlükte olan mevzuata göre (Balıkçılık Ürünlerine Ait Duyusal Özellikler ve Toplam Uçucu Bazik Azot Limitleri Tebliği, Tebliğ No: 2012/73) somonda (*Salmo salar*) kabul edilebilir TVB-N limiti 35 mg/100 g'dır.

TVB-N değerleri ile ilgili olarak su ürünlerinin depolanmasında süreye bağlı olarak sonuçların yükseldiğini bildirilmektedir (Connell ve Shewan, 1980). Varlık ve Gökoğlu (1992) TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasını 5 mg/100 gr'a kadar "çok iyi", 30 mg/100 gr'a kadar "iyi", 35 mg/100 gr'a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100 gr'dan fazla "bozulmuş" ifadeleriyle belirtmektedir.

Leroi ve diğ. (1998) yapmış olduğu bir çalışmada vakum ambalaj yapılmış somon fümünün 5 haftalık depolama sürecindeki TVB-N sonuçları 15,5 mg/100 g'dan 52,8 mg/100 g seviyesinde artış gösterdiği belirtilmiştir.

Şekil 4.2’de kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerine ait TVB-N sonuçları verilmiştir. TVB-N değerleri depolama süresince kontrol örneklerinde düzenli artış göstermekte olup, sirke örneklerinde değişkenlikler görülmektedir. Çalışmaya başlanan ilk gün sonuçlarına göre 10 mg N/100 g balık seviyelerinde başlayıp, depolama süresi sonunda son periyoda kadar tüketilebilir seviyelerde olduğu görülmüştür. 49. günde TVB-N limit değeri olan 35 mg N/100 g balık bozulma seviyesini aştığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde kontrol ve sirke uygulanmış örnekler arasında depolama süresinin 0. gün ve 7. günlerinde anlamlı bir fark görülmezken, 14. günden başlayarak 49. güne kadar sirke uygulanmış örneklerde kontrol örneklerine göre TVB-N değeri istatistiksel olarak daha düşük çıkmıştır. Bu sonuç sirke uygulanmış örneklerin raf ömrünün uzamasına etkisinin olabileceğini göstermektedir. Ancak 49. günde artan TVB-N değeri 45 günlük raf ömründen de ileri bir gün olduğundan bozulma görülmesinin normal olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Kontrol ve sirke uygulanmış somon füme örneklerinin depolama süresince ölçülen TVB-N değerleri (a-b: Her gün içinde farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ($p < 0,05$)).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında üzüm sirkesinin somon fûme dilimlerinin raf ömrü ve kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir. Deney çalışması 2 aşamada yapılmıştır. İlk aşamada %8'lik ve %10'luk üzüm sirkesi solüsyonları ile somon fûme dilimlerine spreyleme uygulaması yapılmıştır. Her üç gruba da 49 günlük depolama süresi boyunca haftalık olarak mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), psikrofilik bakteri, küf-maya ve koliform) ve duyusal analizler yapılmıştır. Ayrıca sirke solüsyonlarının *Listeria monocytogenes* üzerinde etkisi olup olmayacağını görmek amacıyla 10^7 kob/ml *L. monocytogenes* inokülasyonu yapılarak sirkenin inhibisyona yol açıp açmayacağı araştırılmıştır.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde, TAMB sonuçlarının kontrol grubu ve sirke uygulaması yapılan örnekler için depolama boyunca artış gösterdiği gözlenmiştir. Kontrol grubunun TAMB için 10^7 kob/g olan sınır değeri 21. günde aştığı görülmüştür. %8'lik sirke solüsyonu uygulaması yapılan örnekler 28. günde sınır değeri aşarken, %10'luk sirke solüsyonu uygulanan örnekler 42. günde sınır değere ulaşmıştır. Sirke uygulamasının kontrol grubuna göre raf ömrünü arttırmaya yönelik etkisi olduğu, %10'luk sirke solüsyonunun %8'lik sirke solüsyonuna göre daha etkili olduğu ortaya konmuştur.

Soğuk tütsülenmiş somon ürünlerinin muhafazası için soğukta depolama boyunca yapılan psikrofilik bakteri analiz sonuçları incelendiğinde, tüm örnekler için ilk 2 haftada örneklerin hiçbirinde psikrofilik bakteri tespit edilemezken, 14. günden itibaren tüm örnekler için artış gösterdiği görülmüştür. Sonuçlarda istatistiksel olarak farklar görülmesine rağmen, bu farkların haftalar bazında anlamlı bir korelasyona sahip değildir. Depolamanın sonunda her uygulama grubunda psikrofilik bakteri sayısı log 7'nin üzerine çıkmasına rağmen, %10'luk sirke solüsyonu uygulanmış örneklerde diğer örneklerle göre depolamanın son günlerinde bakteri sayısı log 7 seviyesine ulaşmıştır. Bu sonuçlar sirke konsantrasyonu arttıkça psikrofil bakterilerin gelişimini engellendiğini göstermektedir. Küf-maya analiz sonuçlarında kontrol ve sirke uygulanmış örneklerde ilk haftadan sonra depolama boyunca küf-maya sayısı artış göstermiştir. Küf-maya için belirlenen bir limit olmamasına rağmen kurutma işlemi uygulanan somon fûme için kalite parametresi olarak belirleyici olmaktadır. Sayım sonuçlarında kontrol örneğine göre sirke uygulanmış

örneklerde azalma olduğu görülmüştür. %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonları uygulamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Patojenik bakteri grubundan koliformların sayımı sonucunda, olması beklendiği gibi her üç uygulama grubu için de depolama boyunca hiç koliform tespit edilememiştir.

İlk kısımda ilk gün *L. monocytogenes* tespit edilemezken, 10^7 kob/ml *L.monocytogenes* inokülasyonu sonrasında yapılan sayımlarda depolama boyunca *L. monocytogenes* sayısı artmaya devam etmiştir. Kontrol grubunda 7. günde 7 log seviyesinde olan bakteri sayısı, sirke solüsyonu uygulaması yapılan örneklerde 1 log'a yakın azalma göstermiştir. Sirke solüsyonu konsantrasyonu arttıkça log olarak azalma görüldüğünden sirke uygulamasının raf ömrü süresine olumlu yönde etkisi olduğunu göstermiştir.

Duyusal olarak yapılan analizlerde renk, koku, tat ve genel görünüme bakılmıştır. 5 puan üzerinden yapılan değerlendirmelerde elde edilen sonuçlar incelendiğinde, depolama boyunca her bir parametrenin beklendiği gibi azalan puanlara sahip olduğu görülmüştür. Kontrol örnekleri ve %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonu uygulanan örnekler arasındaki sonuçlarda duyusal olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar tüketici açısından ürün üzerinde sirke uygulamasının olumsuz bir etki oluşturmadığını göstermiştir.

Çalışmanın ilk kısmındaki sonuçlar incelendiğinde %10'luk sirke solüsyonunun raf ömrünü uzatmada daha etkili olduğu görüldüğünden çalışmanın ikinci kısmında yalnızca %10'luk sirke solüsyonu kullanılmıştır. Ayrıca ilk denemede 10^7 kob/ml olarak inokülasyonu yapılan *L. monocytogenes* miktarının yüksek olması nedeniyle sirkenin etkinliğini gösteremediği düşünüldüğünden, ikinci denemelerde mikrobiyal yük azaltılarak 10^4 kob/ml *L. monocytogenes* inokülasyonu ile devam edilmiştir. Bu aşamada *L. monocytogenes* sayımına ek olarak pH, renk ve TVB-N analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında kontrol grubu ve %10'luk sirke solüsyonu uygulanan örneklerde *L. monocytogenes* sayım sonuçları depolama boyunca artış göstermiştir. İlk günde kontrole göre %10'luk sirke solüsyonu uygulanan grupta 1 log azalma görülmekle birlikte, diğer günlerde örnekler arasındaki etkinin azaldığı, depolama boyunca anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Diğer bir parametre olan pH sonuçlarına bakıldığında, depolama boyunca tüm örneklerin pH değerlerinin 6,0 – 6,5 arasında olduğu, sadece

kontrol örneğinde 7. günde 6,5'in üzerine çıktığı tespit edilmiştir. pH değerlerinde 21. gün, depolama süresinin bitimine yakın 42. gün ve 49. günlerde anlamlı bir fark görülmezken, diğer günler kontrol örneklerine göre %10'luk sirke solüsyonu uygulanan örneklerde düşüş görülmüştür. Ancak depolama boyunca pH değerleri incelendiğinde, alınan sonuçlarda değişkenlikler olduğu, anlamlı bir artış-azalış göstermediği görülmüştür. Renk analizi sonuçlarında ise L*, a* ve b* değerlerinde kontrol ve sirke uygulanan örnekler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Tüketici açısından somon füme ürünlerinde renk değişimi olmaması üzüm sirkesi ile uygulama yapılmasının olumsuz yönde etkilemeyeceği anlamına gelmektedir. Su ürünlerinde raf ömrü sürecini belirlemek için etkili bir yöntem olan TVB-N analiz sonuçlarında ise, beklendiği üzere depolama boyunca değerler artış göstermiştir. Fakat depolama boyunca TVB-N sonuçlarını %10'luk sirke solüsyonu uygulanan örneklerde kontrol örneklerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür. Her iki grupta da 49. güne kadar TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasının “iyi-pazarlanabilir” seviyelerinde olduğu, ancak 49. günde sınır değerin aşıldığı görülmüştür.

Tüm sonuçlar göz önüne alındığında soğuk somon füme üzerine sirke uygulamasının mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçları yönünden raf ömrünü uzatmakta olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Sirke kullanımının somon fümenin duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemediği tespit edildiğinden sirkenin endüstriyel olarak kullanılmasında bir sorun olmayacağı kanısına varılmıştır. Ancak *L. monocytogenes* inhibisyonu için %8'lik ve %10'luk sirke solüsyonlarının en fazla 1 log azalmaya yol açabilecek kadar etkili olduğu ortaya konmuştur.

Çalışma ile elde edilen bilgiler sonucunda somon füme için sirke uygulaması tütsüleme öncesi filetonun sirke solüsyonuna daldırılması şeklinde yapılırsa daha etkili sonuçlar elde edileceği ön görülmektedir. Sirke solüsyonu yerine asetik asit tuzu kullanımının da ürüne ilave sıvı girişi olmayacağı için etkinliği arttıracak düşünülüğünden sonraki çalışmalarda denenebilir.

KAYNAKLAR

- Adams, M.R., Hall, C.J. (1988). Growth Inhibition of Food-borne Pathogens by Lactic and Acetic Acids and Their Mixtures. *International Journal of Food Science & Technology*, 23(3), 287-292.
- Ahamad, N., Marth, E. H. (1989). Behavior of *Listeria monocytogenes* at 7, 13, 21, and 35 C in Tryptose Broth Acidified with Acetic, Citric, or Lactic Acid. *Journal of Food Protection*, 52(10), 688-695.
- AMEC. (2003). Management of Wastes from Atlantic Seafood Processing Operations. *AMEC Earth and Environment Limited*.
- Aras, Hisar, Ş., Hisar, O., Yanık, T. (2004). Balıklarda Mikrobiyolojik, Enzimatik ve Kimyasal Bozulmalar, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35.
- Ayhan, K. (2000). *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*, Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, Sim Matbaası.
- Baird-Parker, T. C., Lund, B. M., Gould, G. W. (2000). *The microbiological safety and quality of food* (1). Gaithersburg, MD: Aspen Publishers.
- Chen, H., Neetoo, H., Ye, M. (2008). Potential Antimicrobials to Control *Listeria monocytogenes* in Vacuum-Packaged Cold-Smoked Salmon Pâté and Fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 123(3), 220-227.
- Connell, J.J., Shewan, J. M. (1980). Sensory and Non-Sensory Assessment of Fish. *In Advances in Fish Science and Technology: Papers Presented at the Jubilee Conference of the Torry Research Station, Aberdeen, Scotland, 23-27 July 1979*.
- Çöteli, F.T. (2021). Su Ürünleri Raporu 2021, *TEPGE (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü)*, 338.
- Di Toro, J., Branciar, R., Roila, R., Altissimi, S., Jang, H., Zhou, K., Ranucci, D. (2019). Efficacy of an Aromatic Vinegar in Reducing Psychrotrophic Bacteria and Biogenic Amines in Salmon Fillets (*Salmo salar*) Stored in Modified Atmosphere Packaging. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(4).
- 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(4), 543-550.
- Doores, S. (2005). Organic Acids. Davidson, P.M., Sofos, J.N., Brannen, A.L. (Ed.), *Antimicrobials in Foods* (3rd ed.) (91-142). New York: CRC Press.
- Duru, A. (2016). Elma, Nar ve Üzüm Sirkesinin *Flavobacterium psychrophilum* Bakteriyel Balık Patojenine Karşı in Vitro Antibakteriyel Aktivite ve Biyofilm

Oluşumuna Etkisinin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta, 475143.

- Embarek, P.K.B. (1994). Presence, Detection and Growth of *Listeria monocytogenes* in Seafoods: a Review. *International journal of food microbiology*, 23(1), 17-34.
- Erdem, Ö.A. Alkan, B., Dinçer, M.T. (2020). Comparison on Nutritional Properties of Wild and Cultured Brown Trout and Atlantic Salmon. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 37-41.
- Erikson, U., Misimi, E. (2008). Atlantic Salmon Skin and Fillets Color Changes Effected By Perimortem Handling Stress, Rigor Mortis And Ice Storage. *Journal of Food Science*, 73(2), C50-C59.
- FAO. (2005). The State of World Fisheries and Aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Farber, J.M. (2000). Present Situation in Canada Regarding *Listeria monocytogenes* and Ready-to-eat Seafood Products. *International Journal of Food Microbiology*, 62(3), 247-251.
- Fraser, O. P., Sumar, S. (1998). Compositional Changes and Spoilage in Fish-Microbiological Induced Deterioration. *Nutrition & Food Science*, 6, 325-329.
- Ghaly, A.E., Dave, D., Budge, S., Brooks, M.S. (2010). Fish Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques. *American Journal of Applied Sciences*, 7(7), 859.
- Gökoğlu, N., Varlık, C. (1992). Dumanlanmış Gökkuşluğu Alabalığının (*Salmo gairdneri* R. 1836) Raf Ömrü Üzerine Araştırma. *Gıda*, 17(1).
- Gram, L., Fonnesbech Vogel, B., Huss, H. H., Ojeniyi, B., Ahrens, P. (2001). Elucidation of *Listeria monocytogenes* Contamination Routes in Cold-Smoked Salmon Processing Plants Detected by DNA-Based Typing Methods. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(6), 2586-2595.
- Guyer, S., Jemmi, T. (1991). Behavior of *Listeria monocytogenes* During Fabrication and Storage of Experimentally Contaminated Smoked Salmon. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(5), 1523-1527.
- Gülmez, M., Duman, B., Oral, N., Sezer, Ç., Vatansever, L. (2006). Satış Yerlerinden Alınan Maydanoz Örneklerinin Kekik Suyu ile Dekontaminasyonu. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 12(1), 41-7.

- Hartemink, R., Georgsson, F. (1991). Incidence of *Listeria* Species in Seafood and Seafood Salads. *International Journal of Food Microbiology*, 12(2-3), 189-195.
- ICMSF, (1986). Microorganisms in Foods, Vol 2: Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications, 2nd ed. University of Toronto Press, Toronto, Ontario.
- Jacobsen, L., Hansen, H.M. (1996). Analysis of Otter (*Lutra lutra*) Spraints: Part 1: Comparison of Methods to Estimate Prey Proportions; Part 2: Estimation of the Size of Prey Fish. *Journal of Zoology*, 238(1), 167-180.
- Jørgensen, L.V., Huss, H.H. (1998). Prevalence and Growth of *Listeria monocytogenes* in Naturally Contaminated Seafood. *International Journal of Food Microbiology*, 42(1-2), 127-131.
- Kurtoğlu, İ.Z., Çakmak, E. (2007). Karadeniz Bölgesi Kültür Balıkçılığı: Alabalık Yetiştiriciliği. *Aquaculture Studies*, 2007(1), 1-5.
- Küçüköner, E., Küçüköner, Z. (1990). Balık Mikroflorası ve Balıklarda Meydana Gelen Mikrobiyal Değişmeler. *Gıda*, 15(6), 339-341.
- Lee, T.H., Austen, K.F., Leitch, A.G., Israel, E., Robinson, D.R., Lewis, R.A., Drazen, J.M. (1985). The Effects of a Fish-oil-enriched Diet on Pulmonary Mechanics during Anaphylaxis. *American Review of Respiratory Disease*, 132(6), 1204-1209.
- Leroi, F., Joffraud, J.J., Chevalier, F., Cardinal, M. (1998). Study of the Microbial Ecology of Cold-Smoked Salmon During Storage at 8°C. *International Journal of Food Microbiology*, 39(1-2), 111-121.
- Løvdal, T. (2015). The Microbiology of Cold Smoked Salmon. *Food Control*, 2015, 54, 360-373.
- McCarthy, S.A. (1997). Incidence and Survival of *Listeria monocytogenes* in Ready-To-Eat Seafood Products. *Journal of Food Protection*, 60, 372-376.
- Mclauchlin, J. (1987). *Listeria monocytogenes*, Recent Advances in the Taxonomy and Epidemiology of Listeriosis in Humans, *Journal of Applied Bacteriology*, 63, 1-11.
- Mol, S., Alakavuk, U.D., Ulusoy, S., (2014). Effects of Modified Atmosphere Packaging on Some Quality Attributes of a Ready-to-eat Salmon Sushi. *Iranian Journal Of Fisheries Sciences*, 13(2), 394-406.
- Murray, E.G.D., Webb, R.A., Swann, M.B.R. (1926). A Disease of Rabbits Characterised by a Large Mononuclear Leucocytosis, Caused by a Hitherto Undescribed Bacillus *Bacterium monocytogenes* (n. sp.). *The Journal of Pathology and Bacteriology*, 29(4), 407-439.

- Nilsson, L., Gram, L., Huss, H.H. (1999). Growth Control of *Listeria monocytogenes* on Cold-Smoked Salmon Using a Competitive Lactic Acid Bacteria Flora. *Journal of Food Protection*, 62(4), 336-342.
- Özal, E. (2021). Türk Somonunda İsim Karmaşası, 3. Uluslararası Tarım ve Gıda Etiği Kongresi, Çevrimiçi, 5-6 Kasım 2021.
- Quereda, J.J., Leclercq, A., Moura, A., Vales, G., Gómez-Martín, Á., García-Muñoz, Á., Thouvenot, P., Tessaud-Rita, N., Bracq-Dieye, H., Lecuit, M. (2020). *Listeria valentina* sp. nov., Isolated from a Water Trough and the Faeces of Healthy Sheep. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(11), 5868-5879.
- Pekcan, M. (2016). Farklı Tuz Yoğunluklarının Sıcak Dumanlanmış Somon (*Salmo salar*), Alabalık (*Onchorhynchus mykiss*) ve Uskumru (*Scomber scombrus*) Filetolarının Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, 447042.
- Rocourt, J. (1996). Risk Factors for Listeriosis. *Food Control*, 7(4-5), 195-202.
- Rørvik, L.M. (2000). *Listeria monocytogenes* in the Smoked Salmon Industry. *International Journal of Food Microbiology*, 62(3), 183-190.
- Sallam, K.I. (2007). Chemical, Sensory and Shelf Life Evaluation of Sliced Salmon Treated with Salts of Organic Acids. *Food chemistry*, 101(2), 592-600.
- Shin, J.H., Rasco, B.A. (2007). Effect of Water Phase Salt Content and Storage Temperature on *Listeria monocytogenes* Survival in Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) Roe and Caviar (ikura). *Journal of Food Science*, 72(5), M160-M165.
- Su Ürünleri Yönetmeliği (1995). *TC Resmi Gazete* (22223, 10 Mart 1995). TKG (Türk Gıda Kodeksi).
- Şen, İ., Şahin, A., (2017). Mersin’de Yaşayan Tüketicilerin Balık Tüketim Tercihlerini Demografik Faktörler Açısından Ele Alan Bir Araştırma, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 33-46.
- Şengün, İ.Y., KILIÇ, G. (2019). Farklı Sirke Çeşitlerinin Mikroflorası, Biyoaktif Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 17(1), 89-101.
- Tosun, Ş.Y., Özden, Ö. (2010). Dumanlanmış Balıklara İnokule Edilmiş *Listeria monocytogenes*'in Farklı Uygulamalarla İnhibisyonunun İncelenmesi, 2. Ulusal Alabalık Sempozyumu, Karaman, Türkiye, 06-08 Temmuz 2010.
- Tomé, E., Teixeira, P., Gibbs, P.A. (2006). Anti-Listerial Inhibitory Lactic Acid Bacteria Isolated from Commercial Cold Smoked Salmon. *Food Microbiology*, 23(4), 399-405.

- Tosun, Ş.Y. (2021). Investigating The Effect of Organic Acids on the Survival of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in Atlantic Salmon Stored at 4 +/- 1 Degrees C., *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), 1-8.
- TÜBA. (2019). Su Ürünleri ve Sağlık. II. Gıda ve Sağlıklı Beslenme Sempozyumu Raporu. *Türkiye Bilimler Akademisi*, 31, 1-156.
- TÜİK. (2018). Su Ürünleri İstatistikleri. *Türkiye İstatistik Kurumu*, 30697, 1-2.
- TÜİK. (2019). Su Ürünleri İstatistikleri. *Türkiye İstatistik Kurumu*, 33734, 1-2.
- TÜİK. (2021). Su Ürünleri İstatistikleri. *Türkiye İstatistik Kurumu*, 45745, 1-2.
- URL-1: www.fishbase.se/summary/Salmo-salar.html, (Ziyaret tarihi: 15 Kasım 2022)
- URL-2: www.seafoodfromnorway.com, (Ziyaret tarihi: 10 Kasım 2022)
- URL-3: <https://www.cefas.co.uk/iys/salmon-life-cycle/>, (Ziyaret tarihi: 13 Mart 2023)
- URL-4: <https://www.solexcatsmo.com>, (Ziyaret tarihi: 29 Aralık 2022)
- Wederquist, H.J., Sofos, J.N., Schmidt, G.R. (1994). *Listeria monocytogenes* Inhibition in Refrigerated Vacuum Packaged Turkey Bologna By Chemical Additives. *Journal of Food Science*, 59(3), 498-500.
- Yıldız, E. (2010). *Listeria monocytogenes* İnoküle Edilmiş ve Buzdolabı Sıcaklığında Saklanan Etlere Gıda Kalitelendirici Organik Asitlerin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 196516.
- Zimowski, A.G. (2019). Türkiye’de Somon Tüketimi Araştırması, *Norwegian Seafood Council*, 6-7.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Bilen, H., Seyhun, N. (2020). Organik Asitlerin Atlantik Somon Balığının Raf Ömrü Üzerine Etkileri. *13. Gıda Kongresi*, Çanakkale, Türkiye, 21 – 23 Ekim 2020.



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli’de tamamladı. 2015 yılında İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2023 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Halen 2016 yılında göreve başladığı Leroy Turkey Su Ürünleri San. Tic. A.Ş.’de kalite kontrol mühendisi olarak görev yapmaktadır.

