



**SARDALYA (*Sardina pilchardus*)
MARİNATLARININ OLGUNLAŞMA VE
OLGUNLAŞMA SONRASI PROTEİN
DENATÜRASYONUNUN BELİRLENMESİ**

Buse Nihan DERİCİOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Gonca ALAK
2019
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SARDALYA (*Sardina pilchardus*) MARİNATLARININ
OLGUNLAŞMA VE OLGUNLAŞMA SONRASI PROTEİN
DENATÜRASYONUNUN BELİRLENMESİ**

Buse Nihan DERİCİOĞLU

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2019

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**SARDALYA (*Sardina pilchardus*) MARİNATLARININ OLGUNLAŞMA VE
OLGUNLAŞMA SONRASI PROTEİN DENATURASYONUN BELİRLENMESİ**

Doç. Dr. Gonca ALAK danışmanlığında, Buse Nihan DERİCİOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 29/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu** (1./3.) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza:

Üye: Prof. Dr. Özden BARIM ÖZ

İmza:

Üye: Doç. Dr. Gonca ALAK

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu ..21../02../2019. tarih ve . 09. / . . 65. nolu kararı
ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP, projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: FHD-2018-6573

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SARDALYA (*Sardina pilchardus*) MARİNATLARININ OLGUNLAŞMA VE OLGUNLAŞMA SONRASI PROTEİN DENATÜRASYONUNUN BELİRLENMESİ

Buse Nihan DERİCİOĞLU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Gonca ALAK

Marinasyon, yaygın olarak su, tuz ve diğer bileşenlerin kas dokusu içerisine enjeksiyon, yuvarlama veya daldırma yöntemleri ile dağılmasını sağlayan bir yöntemdir.

Bu çalışmada sardalya balığı (*Sardina pilchardus*) farklı asitlik derecelerinde (%2,5-5) marinasyon işlemine tabi tutulmuştur. Olgunlaşma süresi (22. günde) ve olgunlaşma sonrası üç aylık depolama döneminde marinat protein denatürasyonu ve kalite değişimi belirlenmiştir. Denatürasyon takibi TVB-N, DSC ve SDS-PAGE değerleri ile, kalite parametreleri ise pH, asitlik, tuzluluk ve lipit oksidasyonu dikkate alınarak her iki dönem için incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda olgunlaşma aşamasında TVB-N miktarındaki değişim önemsiz ($p>0,05$), pH, TBARS, asitlik ve tuzluluk miktarındaki değişim ise önemli ($p<0,05$) olarak tespit edilmiştir. Olgunlaşma sonrası dönemde ise TBARS miktarındaki değişim önemsiz ($p>0,05$), DSC, TVB-N, asitlik ve tuzluluk miktarındaki değişimler ise önemli bulunmuştur ($p<0,05$). DSC analizleri, depolama sonunda proteinlerin termal stabilitesinde genel itibariyle bir düşüş meydana geldiğini göstermiştir. SDS-PAGE analizinde ise balık kas ve salamura proteinlerinin farklı profiller gösterdikleri tespit edilmiş ve MHC (miyosin), Actin, TM (timin) bantları olgunlaşma süresi boyunca yoğunluğunu kaybetmeye başlamıştır.

2019, 57 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sardalya, marinasyon, TBARS, TVB-N, DSC, SDS-PAGE

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF PROTEIN DENATURATION OF SARDALYA (*Sardina pilchardus*) MARINATES BEFORE AND AFTER THE MATURATION

Buse Nihan DERİCİOĞLU

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gonca ALAK

Marination is a method that allows the diffusion of water, salt and other components into muscle tissue by injection, rolling or dipping.

In this study, sardine fish (*Sardina pilchardus*) was subjected to marination at different degrees of acidity (2.5-5%). The duration of maturation (on day 22) and three months after maturation, protein denaturation and quality changes of marinades were determined. TVB-N, DSC and SDS-PAGE values and quality parameters were examined for both periods by considering pH, acidity, salinity and lipid oxidation. As a result of the study, in the maturation period of matured marinades at different acidity levels, while the change in the amount of TVB-N was found to be insignificant ($p > 0.05$), but the differences in pH, TBARS, acidity and salinity levels were found to be significant ($p < 0.05$). In the post-maturation period, the change in TBARS amount was insignificant ($p > 0.05$), DSC, TVB-N, acidity and salinity changes were found to be significant ($p < 0.05$). DSC analysis showed that there was a general decrease in the thermal stability of proteins at the end of storage. SDS-PAGE analysis showed that fish muscle and brine proteins showed different profiles and MHC (myosin), Actin, TM (timin) bands started to lose their density during the maturation period.

2019, 57 pages

Keywords: Sardine, marination, TBARS, TVB-N, DSC, SDS-PAGE

TEŞEKKÜR

Araştırmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde bilgi birikimini, yardımlarını, maddi manevi desteğini benden hiç esirgemeyen ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Gonca ALAK'a,

Desteğini ve bilgi birikimini benimle paylaşan Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP'e,

Balık materyali temininde yardımcı olan İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyelerinden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ŞENSURAT GENÇ'e, DSC analizlerinde Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖSE'ye ve protein profilinin belirlenmesinde Sayın Doç. Dr. Özgür KAYNAR'a,

Yüksek lisans eğitimimiz boyunca her zaman yanımda olup yardım eden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Arzu UÇAR ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Veysel PARLAK'a,

Maddi ve manevi yönden hep yanımda olan başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme, tez çalışmamda emeği geçen kardeşim M. İnanç DERİCİOĞLU'na, ve desteklerini her zaman hissettiğim kuzenlerim Elif YAVUZ, Zeynep BAYRAMOĞLU, Dilara DERİCİOĞLU ve arkadaşlarım Hasret BEDİR, Sibel TURAN, Rabia Nur BAYRAM, Oğuzhan YAVAŞ ve Murat ÖZPOLAT'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Buse Nihan DERİCİOĞLU

Ocak, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Su.....	1
1.2. Proteinler	1
1.2.1. Myofibriler (yapısal) proteinler	2
1.2.2. Sarkoplazmik proteinler	2
1.2.3. Bağ dokusu (stroma) proteinler	3
1.3. Protein Olmayan Azotlu Bileşikler (PONB)	3
1.4. Lipitler	3
1.5. Karbonhidratlar	5
1.6. Vitaminler.....	5
1.7. Mineraller	6
1.8. Marinasyon	6
2. KAYNAK ÖZETLERİ	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Araştırma yeri.....	20
3.1.2. Balık - fileto.....	20
3.2. Metot	20
3.2.1. Soğuk marinasyon	20
3.2.2. pH	22
3.2.3. Salamura ve marinatlara ait asitlik ve tuz seviyelerinin belirlenmesi	22
3.2.4. Thiobarbitürik Asit Reaktif Substans (TBARS) ölçümü	23
3.2.5. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi	24

3.2.6. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi.....	25
3.2.7. Protein miktarı ölçümü.....	26
3.2.8. Protein profilinin belirlenmesi.....	27
3.2.8.a. SDS-PAGE analizi	27
3.2.8.b. Protein standartı.....	28
3.2.8.c. Proteinlerin moleköl ağırlıklarının hesaplanması.....	28
3.2.9. İstatistiki analizler	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	30
4.1. Marinasyon Aşaması ve Sonrası pH Değişimi.....	30
4.2. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat Asitlik Miktarı Değişimi	32
4.3. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Tuz Miktarı Değişimi	33
4.4. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat Thiobarbitürik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değişimi	34
4.5. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarı Değişimi	36
4.6. Marinasyon Sonrası Marinatlara Ait Termal Uygunluk (DSC)	37
4.7. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat ve Salamuralarda Protein Profil Değişimi	40
5. SONUÇ	48
KAYNAKÇA.....	50
ÖZGEÇMİŞ	58

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
μ	Mikro
μl	Mikrolitre
AgNO ₃	Gümüş Nitrat
DHA	Dokosaheksaenoik asit
dk	Dakika
DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
EPA	Eikosapentaenoik asit
g	Gram
GTHB	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
kg	Kilogram
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksil
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektroforezi
TBA	Thiobarbiturik asit
TBARS	Thiobarbiturik Asit Reaktif Substans
TCA	Trikloroasetik asit
TVB-N	Toplam Uçucu Bazik Azot

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Marinasyon aşamaları	21
Şekil 3.2. TBARS ölçümüne ait görüntü	23
Şekil 3.3. TVB-N ölçümüne ait görüntü	25
Şekil 3.4. DSC ölçümüne ait görüntü	26
Şekil 3.5. Protein miktarı ölçümüne ait görüntü	26
Şekil 3.6. Protein analizlerine ait SDS-PAGE görüntüsü	28
Şekil 4.1. Olgunlaşma aşaması protein profili	42
Şekil 4.2. Olgunlaşma sonrası protein profili	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bazı su ürünlerinin omega-3 yağ oranı (g/100 g)	4
Çizelge 4.1. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait pH değişimleri	30
Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait asitlik miktarı değişimleri (%).....	32
Çizelge 4.3. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait tuz miktarı değişimleri.....	33
Çizelge 4.4. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait TBARS değişimleri (μmolMA/kg doku).....	34
Çizelge 4.5. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait TVB-N değişimleri.....	36
Çizelge 4.6. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrası DSC profili	38
Çizelge 4.7. Olgunlaşma aşaması marinat ve salamaura protein miktarı	43
Çizelge 4.8. Marinatlara ait depolama dönemi protein miktarı	46

1. GİRİŞ

Su ürünlerinin kimyasal bileşimi birçok faktöre (yaş, cinsiyet, çevre, mevsim, çevre sıcaklığı, ürünün boyu ve olgunluk) bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte ana bileşimi; su, yağ ve proteindir. Su ürünlerinin %98' ini oluşturan bu bileşenler, etin besin değeri, fonksiyonel özellikleri, duysal kalitesi (koku ve damak tadı) ve depolama stabilitesi üzerinde etkiye sahiptir. Karbonhidratlar, vitaminler, mineraller gibi diğer bileşenler ise az miktarda bulunmalarına rağmen, balığın ölümü sonrasında dokuda cereyan eden biyokimyasal olaylarda önemli rol oynamaktadır.

1.1. Su

Genel olarak su ürünlerinin su içerikleri çok değişiklik göstermekle beraber balıklarda %70-80 dolayında olan bu oran kabuklu deniz ürünleri ve yosunlarda %90'ı bulabilmektedir (Çaklı 2010; Aksu 2014). Beyaz etli balıklarda su içeriği %70-85 iken kırmızı etlilerde ise %70-75 civarında olmaktadır. Balıklar için yağ ve su miktarı arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğu bilinmektedir. Bu duruma ilaveten türe göre değişimlerde gözlemlenmektedir ve %50-60'a varan miktarda su oranlarında düşüşler görülebilmektedir. Yağ oranları düşük olan mezigit, sudak ve dil balığı gibi balıkların su oranı yüksektir. Farklı bir durum olarak da yavru ve genç balıklarda su oranı oldukça yüksek olup yaş ilerledikçe balıktaki yağ oranının yükselmesine bağlı olarak su miktarı azalmaktadır (Gökoğlu 2002; Çaklı 2010).

1.2. Proteinler

Tüm organizmalarda çatı bileşen işlevinde olan proteinler, su ürünlerinde ayrıca enerji kaynağı ve zararlı bileşiklerin bağlanarak vücuttan uzaklaştırılmasında da görev almaktadır (Gökoğlu 2002; Çaklı 2010; Çiftçi ve Cicik 2011).

Besleyici ve nitelikli protein yapısında iyi bir gıda kaynağı olan su ürünleri %18–20 protein içeriği ile vücut tarafından kullanılabilir protein içerir (Gökoğlu 2002; Çaklı 2010). Su ürünlerinin bünyesinde bulunan proteinlerin sindiriminin kolaylığının yanı sıra, büyüme, gelişme ve dokuların muhafazasında etkinliğe sahip olup esansiyel aminoasitleri de barındırmaktadır (Gökoğlu 2002; Çaklı 2010).

Su ürünlerinde su oranı gibi protein içeriği de türlere göre değişim gösterir, örneğin alabalığın protein içeriği %19 iken, kalkanın (*Psetta maxima*) %17, istiridyenin (*Ostrea edulis*) %9, midyenin (*Mytilus galloprovincialis*) %10, istakozun (*Panulirus homarus*) %16, karidesin (*Fenneropenaeus indicus*) %19'dur (Aksu 2014). Diğer etlere oranla kollojen miktarı düşük, bağ doku yönünden zayıf olan su ürünlerinin proteinleri kalite ve miktar olarak diğer et proteinlerine benzerdir (Gökoğlu 2002; Çaklı 2010). Balıkta bulunan proteinler myofibriler (yapısal), sarkoplazmik ve bağ dokusu (stroma) proteinleri olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Aksu 2014).

1.2.1. Myofibriler (yapısal) proteinler

Balık kas dokusunda hakim proteinlerden aktin, miyosin, tropomiyosin, aktomiyosin ve titin (connectin) bu grupta incelenmektedir. Bu proteinler balık kas dokusunda toplam proteinin %70-80'ini oluştururlar. Myofibriler proteinlerin %50-58'i miyosinden, %15-20'si ise aktinden oluşmaktadır. Bazı balıkların ve yumuşakçaların bileşimlerinde paramiyosin olarak isimlendirilen bir myofibriler protein bulunmaktadır. Kalın filamentin yapısında bulunan bu protein denizde yaşayan yumuşakçaların tuzlu suda çözünen kısımlarında %60, mürekkep balığında ise %14 oranında bulunabilmektedir (Çaklı 2010; Aksu 2014). Myofibriler proteinler 0,3–1,0 iyonik şiddetli tuzlu su çözeltilerinde çözünebilme özelliğine sahiptir.

1.2.2. Sarkoplazmik proteinler

Düşük iyonik şiddete sahip tuz çözeltilerinde çözünen, sarkoplazmik proteinler toplam proteinlerin %25-30'unu oluşturmaktadır. Balık kas dokusunda hemoglobin, myoglobin,

sitokrom-C, miyoalbumin, globulin ve çeşitli enzimleri içeren 100'e yakın sarkoplazmik proteinin bulunduğu ve kırmızı kaslı balıkların beyaz kaslılara göre daha fazla sarkoplazmik protein içerdiği bildirilmiştir (Aksu 2014). Sarkoplazmik proteinler, 70-80°C gibi bir sıcaklıkta koagüle olan stroma proteinleri gibi çok düşük jelasyon özelliği göstermektedir (Gençcelep 2008).

1.2.3. Bağ dokusu (stroma) proteinler

Sarkoplazmik ve myofibriler proteinlerin ekstraksiyon işleminden geriye kalan proteinlere stroma proteinleri denir. Kompleks bir yapının kollajen ve elastin karmasıdır. Balık kasındaki kollajen miktarı balığın cinsine, beslenme şekline ve erginlik durumuna bağlıdır. Genel olarak balık kas yapısı %0,2-2,2 oranında kollajen içerir. Kollajen miktarı yönünden zengin olan pişmemiş balık eti daha az kollajen içeren pişmemiş balık etine göre daha sert yapıdadır (Gökoğlu 2002).

1.3. Protein Olmayan Azotlu Bileşikler (PONB)

Bu bileşikler suda çözülebilir, düşük molekül ağırlıklı, protein tabiatında olmayan ve azot ihtiva eden trimetilamin (TMA), trimetilamin oksit (TMAO), guanidin bileşikler (kreatin, kreatinin), serbest aminoasitler, nükleotitler, dipeptitler, amonyak ve üre gibi maddelerdir (Çaklı 2010; Aksu 2014).

1.4. Lipitler

Lipitler, su ürünlerinde gelişim, sağlık ve seksüel yönden önemli bir göreve sahiptir. Su ürünleri yağları kendi fiziki yapısına göre depolayarak enerji kaynağı olarak kullanma yetisine sahiptir. Bu canlılar, içinde bulundukları ortam şartlarına göre lipit metabolizmalarını geliştirmişlerdir (Yıldırım ve Acar 2013).

Balıklarda lipidlerin depolandığı temel kısımlar türlere göre değişiklik gösterir. Lipitler öncelikli olarak derinin üçüncü tabakasında lokalize olurlar. Karın dokusu, karaciğer, mesenterik dokular da diğer depo yerleri olarak bilinmektedir (Balçık Mısıır 2014).

Su ürünleri için lipitler, enerji kaynağı olmalarının yanında yağ asitleri bileşeni ve hücre zarlarının yapı taşı olarakta görev yaparlar. Uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin (PUFA) büyük bir kısmı hücre membranlarının geçirgenliğini, akışkanlığını, esnekliğini ve aktivasyonunu sağlayan eikosanoidlerin öncüleri olarak bilinmektedir (Harlıoğlu 2011).

Balık etinin yapısındaki yağlar, üçlü yağ asidi bileşiği ve uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur. Su ürünlerini diğer etlerden ayıran en önemli özellik insan vücudunda sentezlenemeyen dışarıdan alınması zorunlu PUFA yağ asitlerini içermeleridir (Çaklı 2010; Şen 2011).

Çizelge 1.1. Bazı su ürünlerinin omega-3 yağ oranı (g/100 g) (Kaya vd 2004)

Balık Türü	Yağ (g/100g)	Doymuş (g/100g)	Tekli Doymamış (g/100g)	Çoklu Doymamış (g/100g)	EPA (g/100g)	DHA (g/100g)
Hamsi	4,8	1,3	1,2	1,6	0,5	0,9
Sazan	5,6	1,1	2,3	1,3	0,2	0,1
Yayın balığı	4,3	1,0	1,6	1,0	0,1	0,2
Uskumru	13,0	2,5	5,9	3,2	1,0	1,2
Gökkuşağı alası	3,4	0,6	1,0	1,2	0,1	0,4
Kefal	8,4	1,5	1,2	1,6	0,6	0,5
Orkinos	6,6	1,7	2,2	2,0	0,4	1,2
Yengeç	1,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2
Karides	1,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1
İstiridye	2,5	0,6	0,2	0,7	0,2	0,2

Su ürünlerinden gelen doymamış yağ asitleri (örneğin; linoleik asit) kullanılarak birçok omega-6 grubu yağların oluşumu sağlanır. Alfa linoleikten omega-3 grubu yağlardan olan EPA (Eikosapentaenoik asit) ve DHA (Dokosaheksaenoik asit) yağ asitleri sentezlenir ve bu iki yağ asidinin de en önemli kaynağı su ürünleridir (Arıman ve Yandı 2006; Çaklı 2010).

1.5. Karbonhidratlar

Karbonhidratlar genellikle glikojen yapıdadır (Aksu 2014). Glikoz kas ve karaciğerde glikojen olarak depo edilir. Kaslarda depo edilen glikojen sadece kendi ihtiyacını karşılamaya yöneliktir. Karaciğerde depo edilen glikojen ise plazma glikozunun öncelikli kaynağıdır (Özkan ve Emre 2003).

Su ürünlerinde enerji ihtiyacı canlının fiziksel durumu, kimyasal yapısı ve çevresel şartlarına bağlıdır. Diğer canlı gruplarında olduğu gibi karbonhidratlar enerji tüketiminde öncelikli olmasına rağmen su ürünlerinde daha az öneme sahiptir (Akpınar ve Metin 1999). Karbonhidrat miktarı beyaz etli balıklarda %1'in altında iken, yağlı balıkların koyu renkli kaslarında bu oran %2'ye kadar çıkabilmektedir (Çaklı 2010; Aksu 2014).

1.6. Vitaminler

İnsan sağlığı açısından son derece önemli olan vitaminlerin eksikliğinde vücutta bazı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Su ürünleri hem kaslarında hem de yağlarında A, D, E, K vitaminlerini bulundurlar (Atar ve Alçiçek 2009). Pek çok su ürününde A ve E vitamini bulunurken özellikle yağlı balıklar bu vitaminler yönünden daha zengindir (Çaklı 2010; Kadam and Prabhasankar 2010). Salmon, tuna ve morina karaciğer yağı D vitamini bakımından zengindir (Atar ve Alçiçek 2009). Yine koyu renkli balıkların kaslarında tiamin (B1), yassı balıkların derisinde riboflavin (B2), yağlı balıklarda niasin (B3), deniz kabukluları başta olmak üzere balık etinde günlük ihtiyacın %100'ünü karşılayacak kadar kobalamin (B12) bulunmaktadır. Balık etinde en az miktarlarda

bulunan vitamin ise C vitaminidir (Atar and Alçiçek 2009; Çaklı 2010; Kadam and Prabhasankar 2010).

1.7. Mineraller

Mineraller insan metabolizmasında çeşitli görevleri olan tamamlayıcı elementlerdir. İnsan beslenmesinde oldukça önemli olan mineraller: kalsiyum (Ca), sodyum (Na), magnezyum (Mg), fosfor (P), kükürt (S), potasyum (K), iyot (I) ve klor (Cl)'dir. Balık derisi ve kemikleri Ca, P yönünden, istiridye ise bakır (Cu) yönünden oldukça zengindir (Atar ve Alçiçek 2009). Balık etleri demir yönünden zayıf olsa da beyaz etli balıkların bünyesinde bulunan demir emilimi yüksektir. Bu nedenle miktar az olsa da faydalanabilme etkinliği yüksektir (Şimşek vd 2009).

İyot ve selenyum deniz ürünlerinde diğer gıda ürünlerine oranla bol miktarda bulunan minerallerdendir. Tuzluluğu yüksek sularda yaşayan su ürünlerinde iyot miktarı oldukça fazla bulunur (Şimşek vd 2009).

1.8. Marinasyon

Gün geçtikçe çalışan nüfusun artması işlenmiş gıdaya olan ilgiyi ve tüketimi artırmıştır. Böylece belirli zamanlarda fazla avlanan su ürünlerinin verimin az olduğu dönemlerde tüketiciye sunulması sağlanmış olmaktadır (Ovayolu 1997). Özellikle ülkemizde mevsimsel ve taze tüketime olan talebi değiştirmek ve düşük olan balık tüketimini artırmak adına tüketiciye farklı tatlar ve ürün çeşitliliği sunan işlenmiş ürünlerin kazandırılması amaçlanmaktadır. İşlenmiş su ürünleri arasında, özellikle Avrupa ülkelerinde tüketimleri çok yaygın olan, buna rağmen ülkemizde pek fazla bilinmeyen marine ürünler; gerek damak zevki, gerekse taze balık tüketiminin olmadığı dönemlerde tercih edilebilirlik açısından üzerinde çalışılan konulardandır (Özden ve Baygar 2003; Kılınç ve Çaklı 2004; Olgunoğlu 2010).

Marinat/marinasyon terimi, ilk olarak 1957 yılında Alman Su Ürünleri Endüstrisi Federal Birliği'nin su ürünlerini tanımladığı bildirisinde resmi olarak yer almıştır (Meyer 1965; Tırakoğlu 2003; Kaşıkçı 2013). Marinasyon, gıdaların korunmasında bilinen en eski muhafaza işlemlerinden birisi olup dünyada yaygın olarak ringa (*Ringa ringa*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*), sardalya (*Sardina pilchardus*) ve çaça (*Sprattus sprattus phalericus*) gibi yağlı balıklardan yapılmaktadır (Gökoğlu 2002; Kaşıkçı 2013).

Türkiye'de marine ürünler üzerine yapılan çalışmalar sınırlı sayıda ve farklı balıkların farklı olgunlaştırma basamakları üzerinedir (Meyer 1965; Aksu vd 1997; Gökoğlu *et al.* 2004; Kılınç 2003; Kaşıkçı 2013; Patır vd 2015).

Marinatlar, su ürünlerinin asetik asit ve tuz çözeltisinde ısıtıl işlem uygulanmaksızın olgunlaştırılması ve farklı tatlar kazandırılması amacıyla bazı karışımlarla (şeker, baharatlar, salamura, sos ve sebzelerle) zenginleştirilen ürünlerdir (Kaşıkçı 2013). Balık ve kabukluların farklı şekillerde ısıtıl işleme tabi tutulup ardından sos veya salamura içerisinde paketlenmeleri marinatl türleri de bulunmaktadır (Meyer 1965). İyi marinatl elde etmek için yalnızca iyi kalitede taze materyaller kullanılmalıdır (Connell 1980). Marinasyon işlemi sonucu elde edilen ürünler, yarı konserve edilmiş marinatl olup sadece belirli bir süre korunabilmektedir. Bu korunma sürecinde asetik asit ve tuzun etkisi bulunmakta ve balık etinin raf ömrünü de uzatmaktadır (Gökoğlu 2002; Kılınç ve Çaklı 2004).

Birkaç aşamadan oluşan marinasyonun birinci basamağında karmaşık bir fiziko-kimyasal olay olan olgunlaştırma işlemi yapılır (Olgunoğlu 2010). Bu aşamada tuz ve asetik asit balık etinde aynı yönde ve beraber etki göstermekle birlikte, bazı durumlarda da karşılıklı olarak birbirini engelleyen ve zıt özellik gösteren maddelerdir. Tuz, ete sertlik verirken asetik asit yumuşaklık vermektedir (Kılınç ve Çaklı 2004; Olgunoğlu 2010).

Marinasyon teknolojisinde olgunlaşma hem asit hem de tuzun birbirinden bağımsız etkisiyle gerçekleşir. Bu sebepten, asit olgunlaştırılması ve tuz olgunlaştırılması tanımları kullanılır. Tuz olgunlaştırmasında ete ozmoz yolu ile geçen tuz, enzim faaliyetine etki

ederek olgunlaşmayı durdurur veya yavaşlatır. Tuz, ürüne geçerken etteki bağlı su salamuraya geçer. Böylece tuz konsantrasyonu düşer. Tuz asidin yumuşatıcı etkisini azaltır veya durdurur (Kılınç 2003). Konsantrasyon arttıkça aroma azalır, fakat ürünün raf ömrü uzar (Gökoğlu 2002). Tuz ve sirkenin ete geçişi ilk 24 saat içerisinde hızlı gerçekleşirken bu geçiş ilerleyen saatlerde daha yavaş olmaktadır (Varlık vd 1993) Yapılan çalışmalarda sirkenin tuza nispeten ete daha hızlı geçtiği belirtilmiştir (Ersan 1960; Kılınç 2003).

Balığın muhafazası için kullanılan tuz tek başına veya tuz-şeker ikilisi olarak kullanıldığında marinattaki bakteriyel ve enzimatik hareketlerin üründe tipik tat oluşumunu sağlamaktadır. Marinattaki asit tadını azaltabilmek için asetik asidin tamamının veya bir kısmının yerine sitrik veya tartarik asit kullanılabilmektedir (McLay 1972; Owayolu 1997; Whittle and Howgate 2002; Huss *et al.* 2004; Kılınç ve Çaklı 2004; Olgunoğlu 2007).

Marinasyon sırasında tuz ve asetik asit etin içerisine dağılarak proteinleri denatüre eder ve pH değerini düşürür, böylece lizozomal katepsinler tipik tat oluşumunu sağlar (Kılınç ve Çaklı 2004; Çetinkaya 2008).

Marine ürünler soğuk marinatlar, pişirilmiş marinatlar ve kızartılmış marinatlar olmak üzere üç gruba ayrılır.

1. Soğuk marinatlar: Taze materyal, asetik asit ve tuz çözeltisinde olgunlaştırılmaktadır. Bu tarz marinatlarda ısı uygulama işlemi yoktur (Clucas and Ward 1996; Kılınç ve Çaklı 2004). Isıl işleme tabi tutulmadığından dolayı, hidrolizi önlemek ve bakteriyel bozulmanın önüne geçebilmek için buzdolabı koşulları altında depolanmalıdır (Owens and Mendoza 1985).

2. Pişirilmiş marinatlar: Balıklar 85°C'deki asetik asit ve tuz çözeltisine bırakılmaktadır. Bu işlem esnasında birçok bakteri inhibe olurken, enzimlerde işlevini kaybetmektedir (Clucas and Ward 1996; Kılınç ve Çaklı 2004). Pişirilmiş balıkta soğutma

işlemi yavaş yapılır veya ılık bir şekilde uzunca bir süre bekletilirse balıkta acılaşma ve kötü bir koku meydana gelir. Bu sebepten marinat bekletilmeden çabuk bir şekilde soğutulmalıdır (Connell 1980).

3. Kızartılmış marinatlar: Asetik asit ve tuz çözeltisinde paketlenmeden önce kızartılan materyalde çoğu bakteri ölür ve enzimler denatüre olur (Clucas and Ward 1996; Kılınç ve Çaklı 2004). Bu tarz marinatların çok iyi soğutulduktan sonra paketlenmesi gerekir (Meyer 1965).

Marinasyon işlemi ile marinatın pH'sı düşerken, ette tekstürel değişimler (yumuşama gibi) oluşmakta, su tutma kapasitesi ve pişirme ile meydana gelecek kayıplar azalmaktadır (Oreskovich *et al.* 1992; Kılınç 2003). Marinatlarda istenilen pH 4–4,5 olmakla birlikte en iyi pH 3,8-4,3 aralığı olup gıdaların bozulmasına neden olan bakterilerin gelişimini önlemektedir. Bu pH değeri proteazlar, bilhassa da lizozomal katepsin türü enzimler için optimumdur (McLay 1972; Ovayolu 1997; Whittle and Howgate 2002; Huss *et al.* 2004; Kılınç ve Çaklı 2004; Olgunoğlu 2007).

Balık proteinlerinin parçalanması, ilk olarak peptidaz, amidaz, imidaz enzimlerinin aktiviteleri ve mikrobiyolojik faaliyetler sonucunda gerçekleşmektedir. Parçalanma sonrası yıkım ürünleri depolama süresinin ilerleyen safhalarında ortaya çıkmaktadır. Bu maddeler, azotlu maddelerin parçalanması sonucu oluşan uçucu bazlar (TVB-N), amonyak, mono, di ve trimetilamin, uçucu asitler, hipoksantin ve malonaldehit gibi redüktan maddeler olarak kendini göstermektedir (Schormuller 1968; Ludorff and Meyer 1973; Malle and Poumeryol 1989; Özden ve Baygar 2003; Çakır ve Çolakoğlu 2011). Protein ve yağ açısından zengin olan su ürünlerinin hava ile belirli bir süre teması sonucunda ürün oksidasyona uğrar ve bu durum üründe istenmeyen tat ve koku oluşmasına neden olur.

Gittikçe genişleyen su ürünleri-gıda pazarında, önemli olan üretim verimliliği ve fileto kalitesinde protein yıkımı ile ilgili ayrıntılı çalışmalara yoğunlaşmıştır. İşlenmiş ürünlerin kalitesini ve tüketilebilirliğini belirlemek adına bir takım fiziksel, kimyasal ve

mikrobiyolojik analizler yapılmaktadır. Bu analizlerden beklenen; kısa sürede ürün için hızlı ve doğru sonuçlar vermesidir. Özellikle yurt dışı ihracatında önemli yer tutan marine ürünlerin şimdiye kadar yapılan analizlerinde genellikle mikrobiyal yük, aroma, tekstür ve bazı kimyasal (pH, TVB-N ve TBARS) analizleri içeren çalışmalar bulunmaktadır (Kılınç 2003; Gökoğlu *et al.* 2004; Kılınç ve Çaklı 2004; Patır vd 2015).

Oksidasyon sonucu meydana gelen değişimleri belirlemek için ürüne belli akreditasyon testleri uygulanır. Proteolizin et ve et kalitesi üzerindeki önemi bilinmesine rağmen, proteoliz ürünlerinin izlenmesine yönelik çok az yöntem olması, protein değişimleri ve balık kalitesi hakkında bir eksiklik oluşturmaktadır (Verrez-Bagnis *et al.* 2001).

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), su ürünlerinin tazelik derecesinin belirlenmesinde fazlasıyla tercih edilen kimyasal değişkenlerden biridir. Rutin laboratuvar analizlerinde, TVB-N içeriğinin belirlenmesinde verimli, kullanımı kolay ve sağlıklı sonuçlar veren yöntemlere yüksek talep vardır. Günümüzde, su ürünlerinde TVB-N içeriği indeksini belirlemek için buhar damıtma, kolorimetrik, fotometri, yüksek performanslı sıvı kromatografisi, gaz kromatografisi, kılcal elektroforez, yarı iletken metal oksit sensörleri, seçici elektrotlar, spektrofotometrik veya potansiyometrik saptama ile akış enjeksiyon/gaz seyreltme (FIGD) gibi birçok analitik yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında, buhar damıtma işlemi, kurutulmuş balık gibi yüksek miktarda TVB-N içeren numunelerin analizi için oldukça güvenli ve popülerdir. Buhar damıtma yönteminin prensibi, alkalın çözeltiyi kullanarak TVB'nin balık kasından çıkarılması ve asit ile titre edilmesidir. Asit tüketimi, damıtılan toplam baz ile ölçülür. Bu bazlar, amonyak, dimetilamin ve trimetilamin karışımıdır (Sewwandi *et al.* 2016).

Proteinlerin molekül ağırlıklarının belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE)'dir. Şarj edilmiş moleküllerin bir elektrik alanındaki moleküler kütleleri ile karışımlarının ayrılması için kullanılan bir analitik yöntemdir. Daha çok protein moleküllerini tanımlamak ve izole etmek için kullanılır. Laemmli (1970) tarafından geliştirilen süreksiz bir elektroforetik sistem olarak bilinen SDS-PAGE yaygın olarak 5

ila 250 KDa arasında moleküler kütlelere sahip proteinleri ayırmak için tercih edilir. Bunun yanısıra SDS-PAGE yöntemi fazla oranda çözülme göstermesi, rahat bir şekilde tekrarlanabilirliği ve proteinlerin molekül ağırlığına göre hareket etmesinden dolayı yaygın olarak kullanılır (Parisi and Agulari 1985).

SDS-PAGE, kütle ile protein ayrılmasını sağlayan bir elektroforez yöntemidir. Ortam (aynı zamanda "matris" olarak da adlandırılır) poliakrilamid bazlı süreksiz bir jeldir. Ek olarak, SDS (sodyum dodesil sülfat) kullanılır. Yaklaşık 1,4 gram SDS, iki amino asit başına bir SDS molekülüne karşılık gelen bir gram proteine bağlanır (Reynolds and Tanford 1970; Smith 1984; Staikos and Dondos 2009). SDS, proteinlerin iç yükünü kapsayan ve bunlara çok benzer yük-kütle oranlarını veren bir yüzey aktif madde olarak işlev görür. Proteinlerin iç yükleri, SDS yüklemesine kıyasla önemsizdir ve pozitif yükler ayrıca bir ayırıcı jelin temel pH aralığında büyük ölçüde azaltılır. Sabit bir elektrik alanının uygulanması üzerine, protein, kütesine bağlı olarak, her biri farklı bir hızda olan anoda doğru göç eder. Bu basit prosedür kütle ile kesin protein ayrımı sağlar.

Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC); ısıtılan bir polimerde referans maddeye göre meydana gelen fiziksel değişimlerin nedenlerini ortaya çıkaran en önemli tekniklerden biri olup alanında yapılan diğer metotlara göre daha iyi sonuç vermektedir (Yorulmaz 2005). Termal yöntemler içinde en çok tercih edilen bu kalorimetrik metot, kontrollü atmosfer koşullarında zaman ve sıcaklığın fonksiyonu olarak maddedeki fiziksel değişimlere bağlı enerji ölçülmektedir. Özellikle cam, polimer, gıda ve seramik alanlarında kullanılır.

Proteinlerin reaktif oksijen türevleri ile kovalent modifikasyonu, protein oksidasyonunun oluşmasını sağlamaktadır (Shacter 2000). Proteinin birincil, ikincil ve üçüncül yapısında reaktif oksijen tarafından bir takım değişimlerin meydana gelebileceği bilinmektedir. Bu durum ürünün protein çözünürlüğü ve rehidrasyon gibi fiziksel özelliklerini de kapsayabilmektedir (Nakyinsige *et al.* 2015).

Gıdalarda (et, balık, tavuk) protein oksidasyonu bazı oksitleyiciler (reaktif oksijen türleri, reaktif azot türleri ve oksidasyonun ikincil ürünleri) tarafından teşvik edilebilir (Lund *et al.* 2011; Hailili 2017).

Saklama ve işleme esnasında meydana gelen oksidatif reaksiyonlar, işlenmiş ürünlerde reaktif oksijen türlerinin reaksiyon olasılığını artırarak oksidasyona müsait bir ortam hazırlamaktadır. Bu durumun, etin duyusal ve tekstürel birçok özelliğini olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir. Protein oksidasyonunda bazı faktörler (sıcaklık, pH, su aktivitesi ve ortamda bulunan katalist ve inhibitör maddeler) önemli rol oynamaktadır (Nakyinsige *et al.* 2015; Hailili 2017). Et ürünlerinde lipit ve protein oksidasyonu arasındaki ilişki tam olarak aydınlatılmamış olsa da lipit peroksit ürünlerinin protein oksidasyonunu başlattığı yönünde görüşler bulunmaktadır (Soladoye *et al.* 2015).

Bu çalışmada, su ürünleri kimyasal bileşiminde %17-20'lik bir seviye ile önemli bir bileşen olan proteinlerin işlenmiş ürünlerdeki degradasyonunun TVB-N'nin yanısıra hızlı, güvenilir - modern bir teknik olan DSC analizleri ile yorumlanması ve elektrofotometrik yöntemlerle de desteklenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kılınç (2003) sardalya balığından (*Sardina pilchardus* W., 1792) yapılan limonlu pastörizasyonlu ve limonlu pastörizasyonsuz marinatların raf ömründe TBA sayısının önemli olduğunu ve marine edilen ürünlerin raf ömrünü 5 ay, domatesli pastörizasyonlu ve domatesli pastörizasyonsuz marinatların raf ömrünü ise 6 ay olarak bildirmiştir.

Tuzlama ve marinasyon yöntemleri ile işlenmiş istavrit balığının (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner 1868) muhafazası sırasındaki kalite değişimlerinin belirlendiği bir çalışmada, marinat (sade ve baharatlı) ve tuzlama yöntemleri kullanılmıştır ve örnekler buzdolabında ($4^{\circ}\text{C}\pm 1$) 120 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Araştırma sonunda, yapılan duyusal, TVB-N, TBA, TMA ve pH analizlerine göre salamura ve marinat (tuz ile sirke ve baharatlı) ürünlerin sırasıyla 30, 60 ve 90 gün bozulmadan saklanabileceği kaydedilmiştir (Erdem vd 2005).

Gökoğlu *et al.* (2004), marine edilmiş sardalya (*S. pilchardus*) balıklarının raf ömrünü araştırdıkları çalışmada, 24 saat boyunca %2 veya %4 asetik asit içeren %10 NaCl çözeltisinde bekletilen marinatları cam kavanozlarda, üzerlerini ayçiçek yağı ile kaplayarak 4°C 'de depolamıştır. Depolama süresince duyusal analizlerin yanı sıra toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin (TMA-N) ve pH değerleri incelenmiştir. TVB-N ve TMA-N değerlerinin %2'lik uygulamada daha yüksek, pH değerinin ise her iki grup için önemsiz olduğu kaydedilmiştir.

Donmuş sardalya (*S. pilchardus*) filetoları kullanarak yapılan marinatlarda %7 asetik asit ve %14 sodyum klorür uygulanarak 4°C 'de marine edilen ürünlerin olgunlaşma süresi (22 gün) sonunda kimyasal analizlerde anlamlı bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir (Kılınç ve Çaklı 2004).

Eke (2007), farklı balık türlerinin marinatlarının kalitesini belirlediği çalışmada, taze palamut (*Sarda sarda*, Bloch 1793), hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) ve

zargana (*Belone belone euxini*, Günther 1866) balıklarını deneme materyali olarak kullanmış ve 4°C'de muhafaza etmiştir. 170 günlük depolama süresine tabi tutulan ürünlerin biyokimyasal kompozisyon, kimyasal ve duyu kaliteleri araştırılarak raf ömrü tespit edilmiştir. Palamut, hamsi ve zargana balıklarının ham materyalde ortalama pH değerleri sırası ile $6,04 \pm 0,01$, $6,18 \pm 0,13$ ve $6,16 \pm 0,00$ olarak belirlenmiştir. Marinatlanmış palamut etinin pH'sı 10. günde $5,39 \pm 0,01$ iken son günde (170. Gün) $4,59 \pm 0,01$ 'e düşmüştür. Marinatlanmış hamsi etinin pH'sı 10. günde $5,51 \pm 0,01$, 170. günde ise $4,21 \pm 0,01$ 'e düşmüştür. Zargana marinatının pH'sı 10. gün $5,48 \pm 0,01$ iken, 170. günde ise $4,82 \pm 0,01$ olduğu belirtmiştir. Depolama sonunda ürünlerin ortalama pH değerlerinin belirli sınırlar içinde kaldığı gözlenmiş, TMA ve peroksit değerinin depolama sonunda tüketilebilir sınırının altında olduğunu bildirmiştir. Sonuçta palamut marinatının raf ömrü 130 gün, hamsi ve zargana marinatlarının raf ömürleri ise 155 gün olarak rapor edilmiştir.

Eğirdir gölünden avlanan gümüş balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'ndan marinat yapımı ve bazı besinsel özelliklerinin tespiti için yapılan çalışmada, balıklar %10 tuz (NaCl) ile farklı asetik asit (CH_3COOH) konsantrasyonları (%2 ve %3) ile marine edilmiştir. 24 saatlik olgunlaştırma işleminden sonra marinatlar yağ içinde ve buzdolabında muhafazasının 120. gününde asetik asitle yapılan marinatların bozulmadığı bildirilmiştir (Çetinkaya 2008).

Olgunoğlu (2007), hamsi (*E. engrasicholus* L., 1758) marinatlarını 0-2°C'de depolayarak duyu, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerini araştırmıştır. Depolamanın ilk zamanlarında toplam uçucu bazik azot (TVB-N), tiyobarbitürik asit (TBA) ve pH değerleri sırasıyla $11,90 \pm 0,70 \text{ mg/100g}$, $1,16 \pm 0,00 \text{ mg malonaldehit/1000g}$, $3,94 \pm 0,01$ olarak belirlenirken, depolama sonunda söz konusu değerler zamana bağlı artış göstererek $16,91 \pm 0,66 \text{ mg/100g}$, $4,20 \pm 0,08 \text{ mg malonaldehit/kg}$, $4,24 \pm 0,01$ seviyelerine ulaşmıştır. Araştırma sonunda marinatların 0-2°C'de 7 ay depolanabileceğini, TBA ve peroksit sayısının kaliteyi belirlemede TVB-N'e göre daha etkili olduğunu ifade etmiştir.

Farklı oranlarda tuz ve asetik asit içeren (%6 tuz + %2 asetik asit, %6 tuz + %4 asetik asit, %9 tuz + %2 asetik asit ve %9 tuz + %4 asetik asit) salamuralarla 4°C’de marine edilen hamsilerle yapılan bir çalışmada, olgunlaşmanın belirli günlerinde (0, 1, 3, 6 ve 9.) renk ve duyusal değişimler izlenmiştir. Marinasyon işleminin balıklarda parlaklık (L*) ve sarılık (b*) değerlerinde artışa kırmızılık (a*) değerinde ise azalışa neden olduğu, ayrıca duyusal kalitenin günle paralel olarak artarak son gün (9.gün) örneklerinin daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Candoğan vd 2008).

Çakır ve Çolakoğlu (2011), farklı doğal katkı maddeleri kullanılarak hazırlanan hamsi (*E. engrasicholus*) marinatlarının raf ömrü sürelerinin belirlenmesi üzerine yaptığı bir çalışmada; marinatlar iki farklı bileşim (I: %3 asetik asit -%6 tuz, II: %25 sirke -%7 tuz) kullanılarak hazırlanmış ve iki farklı paketlenme materyali (cam kavanoz ve plastik kap) ile +4°C’de depolanmıştır. Araştırma sonunda asetik asit ile olgunlaştırılan ürünlerin sirke ile olgunlaştırılanlara göre duyusal ve dayanıklılık anlamında daha iyi olduğunu bildirmiştir. Bitki ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri bulunmasına karşın kullanılan miktar nedeni ile marinatların raf ömürüne herhangi bir etkisinin olmadığı, ancak duyusal olarak marinatın lezzet ve kokusunu olumlu yönde etkilediğini rapor etmiştir. Ayrıca marine ürünlerde cam kavanoz kullanımının ürün dayanıklılığını artırdığını bildirmiştir.

Hamsi balığının (*E. encrasicolus* L., 1758) marinat şeklinde işlenerek kimyasal kompozisyonunun ve farklı soslarla (zeytinli, zeytinsiz) sunumlarının duyusal olarak değerlendirilmesinin araştırıldığı çalışmada, %10 tuz ve %6 asetik asit ile hazırlanan hamsi marinatları 0°C ve 4°C’de 1 hafta bekletildikten sonra pH analizleri yapılmış, 2 farklı sos ile zeytinli ve zeytinsiz şekilde hazırlanan örneklerde, duyusal değerlendirme sonucu, ayçiçeği yağı, biber salçası, domates salçası, tuz, sarımsak, nane, karabiber, kimyon ile sunulan marinatların daha fazla beğeni kazandığı, bu beğenide zeytinli sunumların etkili olduğu tespit edilmiştir (İnanlı vd 2010).

Çoban ve Özpolat (2011), barbunya balığının farklı konsantrasyonlardaki (%4 ve %8) asetik asit solüsyonlarında marine edilen ve çeşitli soslarla (6 farklı sosla) zenginleştirilen

ürünler duyuşal olarak değerlendirmiştir. Olgunlaştıırılan balıklarda en fazla beğeniş %4 asetik asit ve %10 tuz ile olgunlaştırıldıktan sonra limon suşu, sarımsak, ceviz içi ve zeytinyağı ile muamele edilen grubun aldığı bildirilmiştir.

Biberiye ve kekik esansiyel yağları uygulayarak marine edilen kerevitlerin 4°C’de muhafazası sırasında meydana gelen kimyasal [pH ve tiyobarbitürik asit (TBA)], mikrobiyolojik ve duyuşal değişimlerin incelendiği çalışmada, gruplar arasında pH değeri bakımından istatistiksel olarak fark belirlenmemiştir. TBA miktarları açısından kontrol grubu ile esansiyel yağ uygulanan gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, uygulanan esansiyel yağların, ürünün raf ömrü, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite üzerine olumlu etki gösterdiği bildirilmiştir (Duman vd 2012).

Küçükgülmez (2012), kitosanın, marine edilmiş sardalya (*S. pilchardus*) filetolarının kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik değişimleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Marinasyon çözeltilerini, kitosan grubu için %10 sodyum klorür + %1 kitosan (%3 asetik asit içinde çözölmüş) olacak şekilde ve kontrol grubu için %10 sodyum klorür + %3 asetik asit içeriğinde oluşturmıştır. Marine işleminde sonra, 60 gün boyunca depolanan örneklerde kitosan grubunda tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuş, her iki grupta ise pH 4,5’un altında belirlenmiştir. Çalışmada, kitosan ilavesi ile sardalya marinasının istenmeyen kimyasal değişiklikleri ve lipid oksidasyonunu geciktirdiği, duyuşal niteliklerini iyileştirdiği ve ürünün raf ömrünü uzattığı sonucuna varmıştır.

Ultrasonik uygulamanın hamsi marinatlarında asetik asit ve tuzun taşınmasına olan etkisinin araştırıldığı çalışmada, filetolar %4 asetik asit ve %8 tuz içeren solüsyona daldırıldıktan sonra farklı ultrasonik yoğunlukta (20, 25 ve 30 W/cm²) ve farklı sürelerle (10, 20 ve 30 dakika) işlenmiştir. Genel olarak, ultrasonik marinatlar hamsi marinatlarında nem taşınmasını etkilemiş ve ultrasonik yoğunluk artarken nem içeriği azalmıştır. Ultrasonik marinat, ultrasonik yoğunluğa ve marinleme süresine bağlı olarak asetik asit ve NaCl taşınımını hızlandırmıştır. En iyi sonuçlar 30 W/cm² ultrasonik

yoğunluğa sahip marine edilmiş hamsilerde elde edilmiş ve pH değerinin düşürülmesinde en yüksek etkiyi gösterdiği bildirilmiştir (Turhan *et al.* 2013).

Kaşıkcı (2013), gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) biberiye ve kekik yağı ile marine etmiş, muhafaza süresi boyunca kimyasal parametrelerin etkileşimini araştırmıştır. Muhafaza süresini kontrol grubuna göre 2 ay daha uzattığı, kekik yağının biberiye yağına göre daha koruyucu olduğu ve beslenmemizde önemli olan yağ asitleri üzerine de her iki yağın olumsuz etkisinin olmadığını tespit etmiştir.

Gökkuşağı alabalığından (*O. mykiss*) iki farklı asitlik düzeyinde (%2 ve %4) ve farklı eugenolün seviyelerinde (%0,1 ve %0,5) hazırlanan marinatlarda mikrobiyolojik yük (toplam aerobik mezofilik, psikrofilik ve Enterobacteriaceae) üzerine uygulamaların istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. pH bakımından ise gruplar arasında önemli bir fark belirlenmezken, TVB-N ve TBA üzerine eugenolün etkili olduğu rapor edilmiştir (Patır vd 2015).

Kadak ve Çelik (2015), kitosanla muamele edilen hamsi (*E. encrasicolus*) marinatların fiziksel ve duyuşal değerlerinde istatistiki olarak önemli düzeyde değişimlerin olduğunu bildirmiştir. pH değerinin tüm gruplarda 4,5 değerinin altında kaldığını, %1 kitosan eklenen grubun en iyi sonucu verdiğini ve bunu sırasıyla %0,5 kitosan ve kontrol gruplarının takip ettiğini ifade etmiştir.

Uskumrunun (*Scomber scombrus*) kimyasal bileşim ve fiziko-kimyasal değişikliklerini belirlemek amacıyla bitkisel yağlarla (ayçiçeği ve keten tohumu yağı) yapılan marinasyonda taze marine edilmiş (0 gün) ile 30 ve 60 günlük marinatların kimyasal bileşimi, lipid ve mineral içeriği incelenmiştir. Kullanılan bitkisel yağların depolama süresince incelenen parametreler açısından ürünlerde benzer eğilim gösterdiği kaydedilmiştir (Zhelyazkov *et al.* 2015).

Szymczak and Lepczyński (2016), ringa balığını sadece tuz ve asetik asitten oluşan bir suda marinasyonu ile proteazların marine edici tuzlu suya geçişini sağlamıştır. Amonyum

sülfat çöktürmesi ve pepstatin-A agaroz yatağı üzerinde afinite kromatografisi kullanılarak, aspartil proteazlar saflaştırılmıştır. Pepstatin-A'nın, saflaştırılmış preparat aktivitesini tamamen inhibe ettiğini, katepsin D ve E için spesifik olan flüorojenik substratlara karşı aktivite gösterdiğini bildirmiştir. İnkübasyon süresine bağlı olarak, preparasyonun 2,0 veya 4,5'de optimum pH gösterdiği, 2D SDS-PAGE ayrımı, katepsin D, E ve pepsin'e özgü molekül ağırlığı ve pI değerlerine sahip birkaç proteinin varlığını da ortaya koymuştur.

Ringa balığı marinatlarında, katepsin D'nin lizozomal ve çözünen fraksiyonlarda bimodal dağılımının araştırıldığı çalışmada, lizozom fraksiyonunda 2 misli daha yüksek katepsin D aktivitesi gözlenmiştir. Katepsin D'nin salamura aktivitesi, düşük frekanslı-yüksek güç ultrason muamelesi sırasında veya tuzlu suyun çoklu donma-çözülmesinden sonra logaritmik fonksiyonda arttığı bildirilmiştir. Aktivite artışı sadece lipid ve süspansiyon içermeyen tuzlu suda sağlanmıştır. Çalışma sonuçları, marine edici tuzlu suda lizozomal katepsin D aktivitesinin ölçümünün katepsin E aktivitesini belirlemede gerekli olduğu, tuzlu su içindeki lizozom içeriğinin önemli ölçüde azaldığı ifade edilmiştir. Lizozomların varlığı - ayrılması ve muhtemelen katepsin salınımı ihtimalinin, marinat tuzlu suyunun endüstriyel kullanımı sırasında, balık ve et teknolojisinde yeni katepsin preparatları olarak düşünülebileceği de rapor edilmiştir (Szymczak 2016).

Maktabi *et al.* (2016), soğutulmuş depolama sırasında gökkuşağı alabalık filetolarında yerel bir marinasyon prosesi ile teşvik edilen kimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında tiyobarbitorik asit (TBA) ve pH değerlerini incelemişlerdir. Marine edilmiş örneklerde TBA'daki varyasyonlar, marine ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, pH önemli derecede düşük bulunmuştur. Bu çalışmanın en belirgin bulgusu, 4°C'de saklanan geleneksel marine edilmiş gökkuşağı alabalık filetosunun sekiz gün boyunca depolanabilir olmasıdır.

Taze veya dondurulmuş/çözülmüş sığır eti örneklerinin, tuzlanma sürecinde su aktivitesindeki (aw) değerler, nem ve tuz içerikleri ile et proteinlerinin ısıl özelliklerinde değişikliklerin tespit edildiği çalışmada, taze donmuş / çözülmüş et numunelerindeki aw

değerleri tuzlamanın etkisi ile önemli derecede düşmüş, tuz içeriği tuzlama işlemi sırasında artmış, nem içeriği de azalmıştır. Numunelerin termal analizinden, nem içeriğinin düşmesi sonucu denatürasyon pik sıcaklıklarının azaldığı ve dokunun tuz konsantrasyonunun artmasıyla da piklerin gözlenmediği bildirilmiştir (Akköse 2017).

Turan *et al.* (2017) farklı esansiyel yağlarla (%0,1) marine ettikleri hamsilerde, %10 NaCl + %4 alkol sirkesi + %0,2 sitrik asit çözeltisi uygulayarak oksidatif ve duyuşal özelliklerin depolama süresince değişimini araştırmışlardır. Beş farklı grup [A Grubu Kontrol: sadece ayçiçeği tohumu yağı, Grup B: ayçiçeği tohumu yağı + %0,1 biberiye yağı, Grup C: ayçiçeği tohumu yağı + %0,1 kişniş yağı, D Grubu: ayçiçeği tohumu yağı + %0,1 defne yağı ve Grup E: ayçiçeği tohumu yağ + %0,1 sarımsak yağı] olarak dizayn ettikleri çalışmalarında, depolama sırasında, kontrol grubunun 2-tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) değerlerinin, esansiyel yağlar içeren diğer gruplardan daha yüksek olduğunu, %0,1 oranında ilave edilen defne yağının marinasyonlarda lipit oksidasyonunu geciktirdiğini ve soğutulmuş depolama sırasında ürünün duyuşal niteliklerini artırdığını bildirmişlerdir.

Marinasyon sürecinde hamsinin bazı fiziko-kimyasal parametrelerin tespitinin yapıldığı çalışmada, hamsiler %10 tuz, %4 alkol sirkesi ve %0,2 sitrik asit içeren salamura balık:salamura oranı 1:2 olacak şekilde 24 saat süreyle, $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de marine edilmiştir. Marinasyon esnasında renk, su aktivitesi (aw), pH, tuz, sirke analizleri 6 saat ara ile yapılmıştır. Taze balık etinde su aktivitesi (aw), pH, tuz ve sirke değerlerinin sırasıyla; 0,961, 6,42, 0,27, 0,00 bulunan değerlerin marinasyon sonunda 0,915, 3,98, 6,29 ve 1,93 olduğu belirlenmiştir (Keskin vd 2018).

Şimşek ve Serindağ (2008) ayçiçeği, mısır, fındık ve soya yağlarının oksidatif kararlılığını belirlemek için diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) ile yaptıkları analizlerde, fındık yağının diğer yağlara göre daha yüksek kararlılığa sahip olduğunu, DSC metodunun güvenilir ve hızlı bir metot alternatifi olabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Çalışma, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İç Su Balıkları Uygulama ve Araştırma Biriminde bulunan İşleme Ünitesi ve Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarları'nda yürütülmüştür.

3.1.2. Balık - fileto

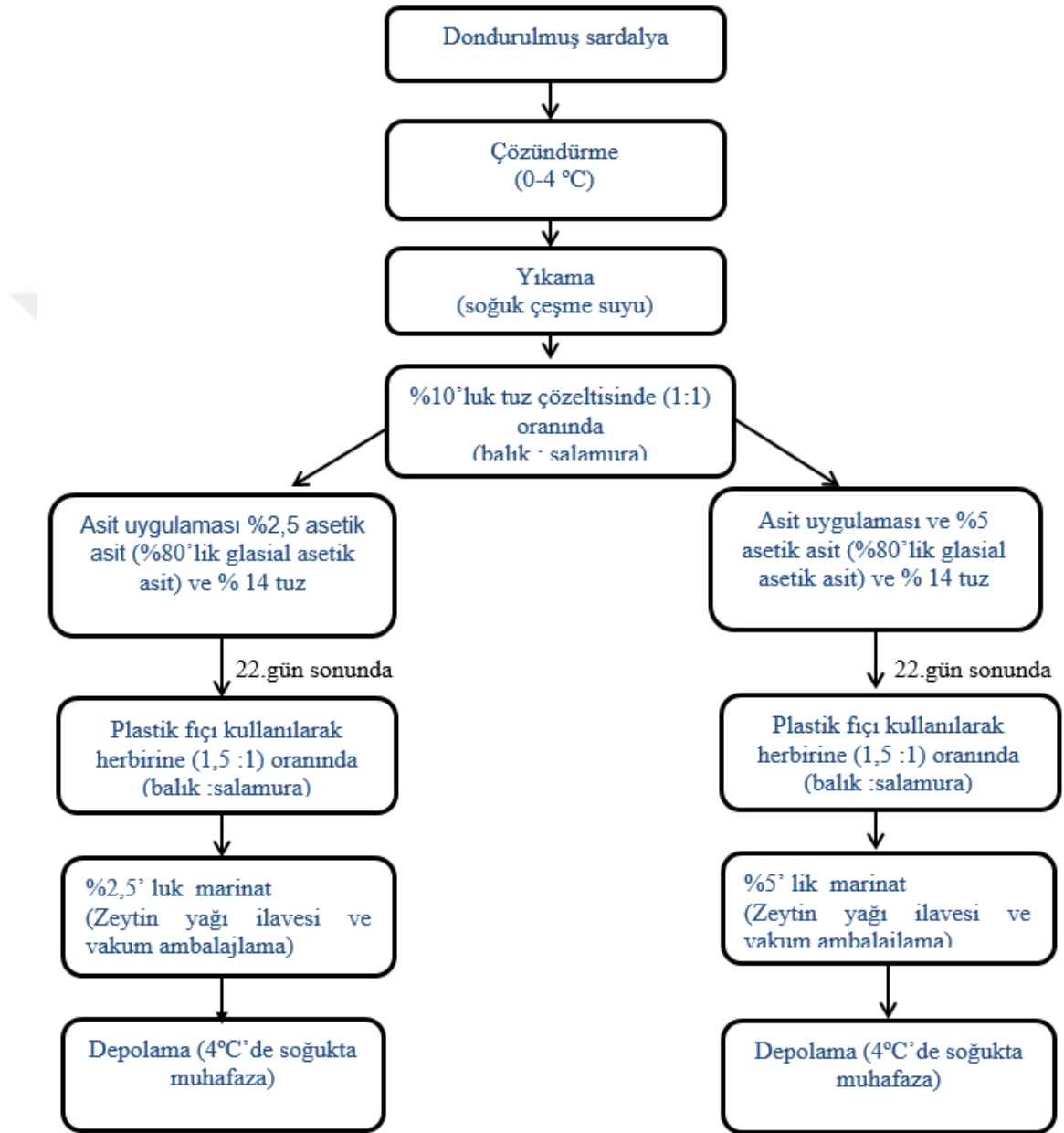
Araştırmada Ege denizinden yakalanarak içleri temizlenmiş ve soğuk zincir altında temin edilen sardalya balıkları (*Sardina pilchardus*) kullanılmıştır. Balıklar Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Ünitesinde soğuk marine edilmiş ve 3 ay boyunca $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Soğuk marinasyon

İki farklı konsantrasyonda (%2,5-%5) glisial asetik asit kullanılarak aşağıdaki diyagramda gösterildiği gibi hazırlanan marinatlarda olgunlaşma sonu (21.gün) ve olgunlaşma sonrası 3 ay depolama ($4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) süreçlerinin belirli dönemlerinde (1., 2., ve 3. aylar) kimyasal-biyokimyasal analizler yapılmıştır. Sardalya filetoları fiçılar içerisinde kas yapısında marinasyon tamamlanana kadar (balık filetoları bıçakla kesilmeye direnç göstermeyene kadar) tutulmuştur. Bu süreçte salamura çözeltisinin fiçıda homojen dağılımı ve balık filetolarının yapışmaması için 1. ve 8. günde fiçılar 10 dk yuvarlama işlemine tabi tutulmuştur. Olgunlaşma periyodu sonunda (22.günde) beyaz, opak ve uygun kıvamda olan balık filetoları cam kavanozlara (1,5 balık: 1 salamura oranında)

transfer edilmiş ardından belirli gramajlara (250 g) bölünen her bir marinata 100 ml zeytinyağı eklenip vakum ambalajlanarak analizler yapılmıştır (Çoban ve Özpolat 2011).



Şekil 3.1. Marinasyon aşamaları (Kılınç 2003)

3.2.2. pH

Küçük parçalar haline getirilmiş örneklerden paralelli olarak 10 g alınmış üzerine 100 ml saf su eklenerek homojenize edilen karışımda pH metre ile pH değerleri ölçülmüştür. pH metre ölçüm yapılmadan önce 4,00 ve 7,00'lik tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Alak 2011).

3.2.3. Salamura ve marinatlara ait asitlik ve tuz seviyelerinin belirlenmesi

Salamurada asitlik miktarı tayini: Marinat (2g) ve salamuradan (2ml) örnekler alınarak, 100 ml'lik distile su ile sulandırılıp erlenmayerin ağzı kapatılarak içerik kaynama başlangıcına kadar ısıtılmıştır. Ortalama 10 dakika bekletilip soğutulduktan sonra birkaç damla fenolfitaleyn eklenip 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir (Schormuller 1968; Ludorf and Meyer 1973).

Asetik asit için; % Asitlik miktarı: Harcanan 0,1N NaOH miktarı x 0,6 / 2

Salamurada tuz miktarı tayini: Marinat (5g) ve salamura (5ml) örnekleri balon jøjeye alınarak distile su ile 250 ml'e tamamlanmıştır. Bundan 10 ml (F=25) alınıp, üzerine 5 damla fenolfitaleyn damlatılıp, 0,1 N NaOH ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar (en az 30 saniye kalabilen) nötrale edilmiştir. Sonra üzerine 5 damla K₂CrO₄ (%5 lik) ilave edilerek 0,1 N AgNO₃ ile kalıcı kırmızı-kahverengi renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir (Schormuller 1968; Ludorf and Meyer 1973)

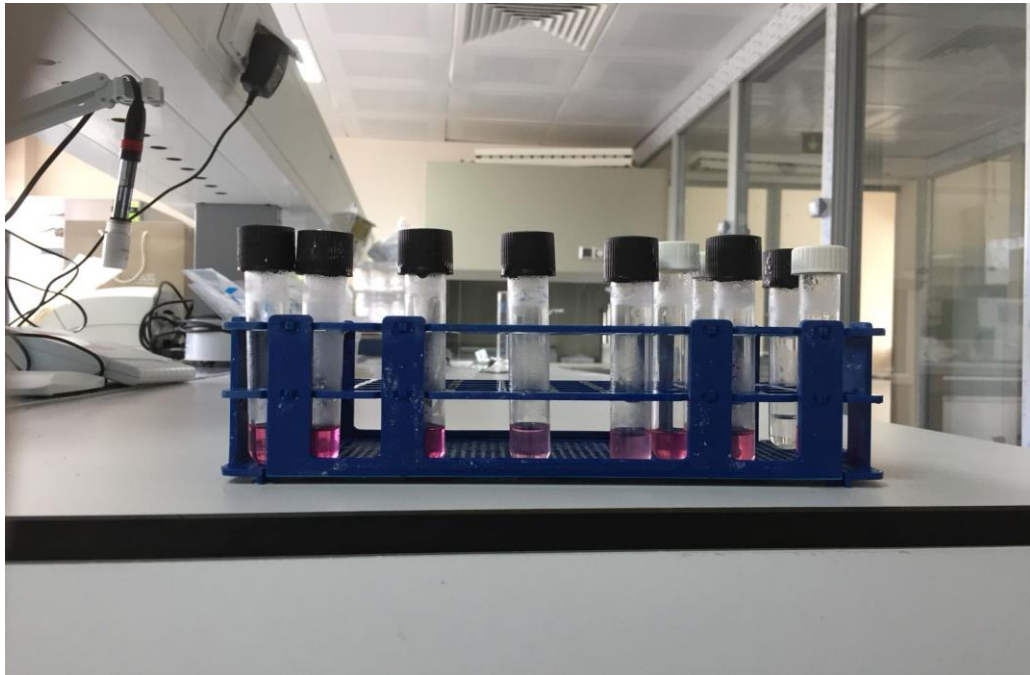
%Tuz Miktarı: Harcanan 0,1 N AgNO₃ miktarı x 0,585 x F / Örnek ağırlığı*

*Tahmin edilen tuz miktarına göre alınacak filtrat oranları; %3 tuz miktarına kadar olan örneklerde 50 ml (F=5), %3-10 tuz miktarına kadar olanlarda 25 ml (F=10), %10-20 arasında olanlarda ise 10 ml (F:25) olarak kullanılmıştır.

Salamura ve marinatlardaki asitlik ve tuz seviyesi analizleri yukarıda anlatılan yöntemle göre T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Erzurum Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünde yapılmıştır.

3.2.4. Thiobarbitürik Asit Reaktif Substans (TBARS) ölçümü

TBARS değerinin belirlenmesinde Lemon (1975) tarafından verilen yöntem uygulanmıştır. Küçük parçalar haline getirilen örneklerden 1'er g numune alınarak, üzerine 6 ml TCA solüsyonu (%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 propil gallat) eklenmiştir. Karışım 15-30 sn homojenize (Ultra-Turrax'da) edildikten sonra Whatman 1 filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiş, elde edilen ekstraktan 3 ml alınarak üzerine 3 ml TBA çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra su banyosunda 95°C-100°C'de 40-45 dakika inkübe edilmiştir. Soğutulan örnekler (5-10 dakika oda koşullarında) spektrofotometrede 532 nm dalga boyunda okunmuştur. Hazırlanan standart eğriden elde edilen değer formüle uygulanarak TBARS değeri (μmol Malonaldehit/kg doku) hesaplanmıştır (Alak 2011).



Şekil 3.2. TBARS ölçümüne ait görüntü (Orijinal resim)

3.2.5. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi

Malle and Tao (1987) tarafından verilen yöntemde küçük modifikasyonlar uygulanarak yapılmıştır. Küçük parçalar haline getirilen örneklerden 40'ar gr alınarak üzerlerine 80 ml TCA çözeltisi ilave edilmiş, daha sonra karışım Ultra Turrax'da (IKA Werk Tp 18-10 20,000 rpm) 1-2 dakika homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat 2500 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ardından supernatant tekrar filtre kağıdı (Faltenfilter Ø150 mm, hızlı filtre edebilen) ile filtre edilmiştir. Filtrattan 25 ml alınarak üzerine 5 ml NaOH ilave edildikten sonra distilasyon cihazına yerleştirilmiştir.

Distilatın toplanacağı erlen içerisinde 5 ml %4'lük borik asit çözeltisi (4 gr/100 ml çözelti günlük olarak kaynatılıp soğutulmuş saf sudan hazırlanarak) ve 0,02 ml indikatör (0,1 gr metil kırmızısı ve 0,1 gr brom kresol yeşili; 100 ml etanol) ilave edilmiştir. Borik asit ve indikatör içeren erlen distilasyon cihazına yerleştirildikten sonra distilasyon işlemi 5 dakikada 25 ml distilat toplanacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen distilat 0,1 N H₂SO₄ çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. TVB-N değeri titrasyonda harcanan H₂SO₄ çözeltisi (n) dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Çarbaş 2008; Alak 2011).

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = n \times 16,8 \text{ mg azot}$$



Şekil 3.3. TVB-N ölçümüne ait görüntü (Orijinal resim)

3.2.6. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi

DSC analizi için et örneklerinden yaklaşık 10 mg kadar doku örneği alınarak 40 μ L'lik alüminyum DSC kaplarında tartılmış ve kaplar hermetik bir şekilde kapatılmıştır. DSC'ye yerleştirilen örnek kapları, referans olarak boş kap kullanılarak, 20°C'den 90°C'ye 5°C/dk'lık hızla ısıtılmıştır. Böylece elde edilen termogramlardan proteinlere ait termal değişimlerin sıcaklık ve entalpi değerleri belirlenmiştir. DSC cihazı (DSC-60 Plus-Japanese), analizler yapılmadan önce sıcaklık ve ısı akışı için indiyum (T:156,6°C; ΔH :28,5 j/g) kullanılarak kalibre edilmiştir (Akköse 2017).



Şekil 3.4. DSC ölçümüne ait görüntü (Orijinal resim)

3.2.7. Protein miktarı ölçümü

Marinat ve salamuraların kantitatif protein miktarının ölçülmesinde Lowry *et al.* (1951) yöntemiyle total protein miktarları hesaplanmıştır. Bu yöntemde bakır iyonları protein peptid bağları ile alkali ortamda bir kompleks oluşturur ve bakır indirgenir. İndirgenmiş ortamda yer alan bazı aminoasitler (Tyr, Trp ve Cys) Folin-Fenol reaktifini indirgeyerek renk oluşumuna neden olur. Oluşan rengin şiddeti protein konsantrasyonu ile doğru orantılı olup 660 nm’de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.5. Protein miktarı ölçümüne ait görüntü (Orijinal resim)

3.2.8. Protein profilinin belirlenmesi

Marinat ve salamura suyu proteinlerinin profil analizi sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) metodu ile gerçekleştirilmiştir (Laemmli 1970). Eppendorf tüpe alınan 100 µl hidrolizat üzerine 900 µl elektroforez örnek buffer tamponu eklenmiştir. Tüpler iyice karıştırılarak 100°C’de 1 dk süreyle bekletildikten sonra Laemmli metodu TetraCell BioRad sistemine uyarlanarak SDS-PAGE işlemleri gerçekleştirilmiştir. Jeldeki proteinlerin boyanması için örnekler 2 saat Oriole solüsyonunda bekletilmiş ve protein bantlarının dansitometrik analizleri gerçekleştirilmiştir (BioRad Oriole user manual).

3.2.8.a. SDS-PAGE analizi

Düz cam plaka (10x8,5 cm) ile 1,5 mm kalınlığındaki plastik şeritleri (spacer) olan plaka sandviç şeklinde bir araya getirilmiştir. İlk önce resolving jel 10 ml’lik bir enjektör ile plakaların arasına hava kabarcığı oluşturmada üst kenara ~2,5 cm kalıncaya kadar doldurulmuştur. Jelin dökülmesini takiben 1 ml’lik bir enjektörle jel yüzeyi üzerinde bütanol ile ince bir tabaka oluşturularak düz bir polimerizasyon hattı meydana getirilmiştir. En az 2 saat süreyle polimerizasyon için beklendikten sonra su süzgeç kâğıdıyla uzaklaştırılmış ve kimyasal kompozisyonu stocking jel hazırlanıp, hava kabarcığı oluşturmada bir enjektör yardımı ile dökülmüştür. Hemen ardından 1,5 mm kalınlığındaki taraklar yerleştirilmiş ve polimerizasyon için en az 3 saat süreyle beklenilmiştir. Sürenin sonunda taraklar çıkarılarak, polimerizasyon artıklarını uzaklaştırmak için numunelerin uygulanacakları kuyucuklar 3 defa tris-glisin elektrot tamponuyla (pH 8,3) yıkanmış ve yıkama sonrası kuyucuklar aynı tampon ile doldurularak, numuneler kuyucuklara 15 µl olacak şekilde uygulanmıştır (Laemmli 1970). 20 mA/jel sabit akım modunda yaklaşık 90 dakika süreyle elektroforez işlemi gerçekleştirilmiş, süre sonunda jeller oriole solüsyonunda 2 saat süreyle bekletilerek, jel görüntüleme sistemi ile (Bio Rad Gel Doc XR) fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 3.6. Protein analizlerine ait SDS-PAGE görüntüsü (Orijinal resim)

3.2.8.b. Protein standartı

Ticari olarak temin edilen 500 µl'lik uygulamaya hazır marker karışımı (Precision Plus Protein™ All Blue Prestained Protein Standart, kat. No: 1610373) kullanılmıştır.

Uygulanışı: Örnek kuyucuklarına 15 µl ilave edilerek 20 mA/jel sabit akımda yaklaşık 90 dakika süreyle elektroforez işlemi devam etmiştir. Elektroforez sonrası homojenat örneklerine ait jeller coomassie brilliant blue R250 ile boyanmış ve Biorad Gel Doc XR jel görüntüleme sisteminde fotoğrafı çekilerek, ImageLab 4,1 programı ile analiz edilmiştir.

3.2.8.c. Proteinlerin molekül ağırlıklarının hesaplanması

Molekül ağırlıkları bilinen standart proteinlerin molekül ağırlıkları ve jeldeki göç mesafeleriyle ilişkili olarak semi-logaritmik bir grafik yardımıyla örnek proteinin molekül ağırlığının tespit edilmiştir. Her standart protein için Rf değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Nispi göç değeri (Rf)} = \frac{\text{Proteinin göç mesafesi}}{\text{Boyanın göç mesafesi}}$$

3.2.9. İstatistiki analizler

Tüm ölçümler üçer defa yapılmış ve sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. TBARS, pH, TVB-N, asitlik, tuzluluk örnekleri arasında kıyaslamalar student T ve Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak, DSC analizleri ise Generalized Linear models olarak $p<0,05$ seviyesinde yorumlanmıştır (SPSS yazılımı sürüm 22,0).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Marinasyon Aşaması ve Sonrası pH Değişimi

Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda pH değeri zamana paralel olarak muamelelerde artışlar göstermiştir. Olgunlaşma aşamasında marinatlar arasında istatistiki olarak fark belirlenmiştir ($p<0,05$). Olgunlaşma başlangıcında $6,32\pm0,06$ olarak belirlenen pH değeri olgunlaşma sonunda (22.gün) en yüksek kontrol grubunda ($6,93\pm0,13$) kaydedilmiştir. Bu değer, %2,5 ve %5 asit uygulanan gruplarda sırasıyla $2,86\pm0,13$ ve $2,56\pm0,02$ olarak ölçülmüştür. Olgunlaşma sonrası geçen üç aylık dönemde ise %2,5 asit uygulanan gruplar daha yüksek pH değişimleri göstermiş ve bu durum $p<0,05$ seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Depolama süresince elde edilen verilere dayanarak yüksek seviyedeki asit uygulamasının pH üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Olgunlaşma süresi sonunda marinat salamura sularında da pH değişimi önemli olarak belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait pH değişimleri

Uygulama	Olgunlaşma aşaması et (gün) *		Olgunlaşma sonrası (ay) *		
	0 (et)	22(et)	1.	2.	3.
Kontrol	$6,32\pm0,06$	$6,93\pm0,13^a$	-	-	-
%2,5 asit	$6,36\pm0,01$	$2,86\pm0,13^b$	$3,75\pm0,01^a$	$3,88\pm0,01^a$	$4,04\pm0,13^a$
%5 asit	$6,34\pm0,02$	$2,56\pm0,02^b$	$3,58\pm0,01^b$	$3,48\pm0,02^b$	$3,70\pm0,02^b$
	Olgunlaşma aşaması salamura (gün) *				
%2,5 asit	-	$2,73\pm0,05^a$	-	-	-
%5 asit	-	$2,49\pm0,04^b$	-	-	-

* $p<0,05$, ÖD: Önemli değil ($p>0,05$), aynı sütunda aynı harfle (a, b) gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çalışmamızda ana materyalde 6,32 olan pH, marinasyon işlemi ile asidik bir hal almış, olgunlaşma ve olgunlaşma sonrası süreçlerde 4,5'in altında kalmıştır. Bazı araştırmacılar bu tarz ürünlerde pH'nın 4,1-4,5 arasında olması ve 4,5'i aşmaması gerektiğini bildirmişlerdir (Mclay 1972; Ludorff and Meyer1973; Çelik 2004). Bu durum araştırma bulgularımızla örtüşmektedir. Farklı balık türleri ve tekniklerle yapılan marinasyon çalışmaları da sonuçlarımızla uyumludur (Erkan vd 2000; Çelik 2004; İnanlı vd 2010; Patır vd 2015; Maktabi *et al.* 2016; Taşkaya *et al.* 2016).

Farklı asitlik seviyelerinde gözlemlenen değişimlerde ise %2,5 asit uygulanan grupta DSC sonuçları da dikkate alındığında T3 değerinde gözlemlenen artışın bu grubun pH'sında etkili olabileceğini düşündürmektedir. Marine işlemi sırasında tuz ve asetik asidin et içeriğine dağılmasıyla proteinler denatüre olur ve pH değeri düşer (Taşkaya *et al.* 2016). Bilindiği gibi sıcaklığın artmasına paralel olarak et proteinlerinde denatürasyon gerçekleşmekte ve bu durum serbest asidik grupların yok olmasına neden olarak etin pH değerini artırmaktadır. Özellikle sarkoplazmik proteinlerdeki denatürasyon sonucu ortaya çıkan -SH ve -OH grupları nedeniyle de etin tamponlama kapasitesi artmakta ve pH değeri yükselmektedir (Lawrie 1998).

Her ne kadar 2,5 asit uygulamasında pH değeri yüksek olarak ifade edilmiş olsa da kontrole kıyasladığımızda dramatik bir düşüş olduğu kolaylıkla gözlenmektedir. İzlenen bu azalışlarda ise kullanılan marinat bileşimindeki mevcut H⁺ iyonları etin tamponlama etkisini azaltarak marinasyonda asidik bir sürece sebep olmaktadır (Ergezer 2005). Yine bu durumda olgunlaşma sırasında ortaya çıkan laktik asit birikimi (kaslarda mevcut glikojenin anaerobik oksidasyon ile parçalanması sonucu toplanmasına) ve etin tamponlama kapasitesine de bağlanabilir (Young *et al.* 1999). Düşük pH değerleri, artan laktat seviyesi ve ATP degradasyonu ile açıklanabilir (Lowe *et al.* 1993; Erikson *et al.* 1999; Wilkinson *et al.* 2008; Mørkøre *et al.* 2008; Digre *et al.* 2011). Çalışmamızda düşük pH değerleri asidik marinatlarda gözlemlenen bir durumdur. Bilindiği üzere marinatlarda tuz-fosfat çözeltileri pH'ı arttırır, bozulma mikroflorasını uyarır ve mikrobiyal büyümeyi baskılar. Asidik marinatlarda ise çözeltiler pH'ı düşürür ve mikrobiyal büyümeyi inhibe

eder. Bu etki, zayıf organik asitlerin varlığından kaynaklanmaktadır (Vlahova-Vangelova and Dragoev 2014).

4.2. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat Asitlik Miktarı Değişimi

Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda asitlik miktarı zamana paralel olarak artış göstermiştir. Olgunlaşma sonunda (22.gün) en yüksek asitlik %5 asit uygulanan grup da ($1,29 \pm 0,01$) belirlenmiş, marinasyon aşaması ve sonrasında asitlik miktarı değişimi Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Bu değer, %2,5 asit uygulanan grupta ise $0,77 \pm 0,01$ olarak kaydedilmiştir. Olgunlaşma sonrası geçen üç aylık dönemde ise %5 asit uygulanan gruplar daha yüksek asitlik değeri değişimleri gösterirken, depolama süresince elde edilen verilere dayanarak yüksek seviyedeki asit uygulamasının asitlik değeri üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Olgunlaşma süresi sonunda marinat salamura sularında asitlik değeri değişimi önemli olarak belirlenmiştir ($p < 0,05$).

İki marinat grubunda da balık etindeki asitlik miktarı zamana bağlı olarak azalma göstermiştir. Bu durum araştırmada elde edilen pH bulguları ile paralellik göstermiş ve önceki çalışmalarla da uyumlu olduğu görülmüştür (Meyer 1965; Kılınç 2003).

Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait asitlik miktarı değişimleri (%)

Uygulama	Olgunlaşma aşaması et (gün)		Olgunlaşma sonrası (ay) *		
	0	22*	1.	2.	3.
Kontrol^a	-	-	-	-	-
%2,5 asit^b	-	$0,77 \pm 0,01$	$0,88 \pm 0,02^b$	$0,83 \pm 0,02^b$	$0,76 \pm 0,01^b$
%5 asit^b	-	$1,29 \pm 0,01$	$1,52 \pm 0,03^a$	$1,37 \pm 0,02^a$	$1,34 \pm 0,04^a$
	Olgunlaşma aşaması salamura (gün) *				
%2,5 asit	-	$0,75 \pm 0,01^b$	-	-	-
%5 asit	-	$1,24 \pm 0,01^a$	-	-	-

* $p < 0,05$, ÖD: Önemli değil ($p > 0,05$), aynı sütunda aynı harfle (a, b) gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

4.3. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Tuz Miktarı Değişimi

Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda tuz miktarı Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Tuz miktarı zamana paralel olarak azalma göstermiştir. Olgunlaşma sonunda (22.gün) en yüksek tuzluluk %2,5 asit uygulanan grupta ($6,69 \pm 0,01$) belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu değer, %5 asit uygulanan grupta ise $6,41 \pm 0,06$ olarak kaydedilmiştir ($p < 0,05$). Depolama süresince elde edilen verilere dayanarak yüksek seviyedeki asit uygulamasının tuzluluk değeri üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Olgunlaşma sonrası geçen üç aylık dönemde ise %2,5 asit uygulanan grubun tuz değişim değeri $6,67 \pm 0,04$ den $5,90 \pm 0,10^a$, %5 asit uygulanan grup da ise bu değer $5,98 \pm 0,07$ ’den $5,63 \pm 0,15$ ’e düşmüş ve değişimler önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Sonuçlarımız Şimat *et al.* (2011) ve Lim *et al.* (2014) ile uyumludur. Bu duruma uyumlu sonuçlar Dokuzlu (1996) ve Kılınç (2003) tarafından yapılan çalışmalarla da belirlenmiştir. Marinatların tuz miktarında çeşitli faktörlerin (kimyasal bileşimine, et sıklığına, asit oranına, damak zevkine, mevsime ve ürünün öngörülen depolama süresine ve muhafaza şartlarına) ve balık etinin tuzu absorbe etmesi ile sıcaklık arasındaki ilişkinin etkili olduğu bilinmektedir (Meyer 1965; Mclay 1972; Ludorff and Meyer 1973; Connell 1980; Gökoğlu 2002). Çalışmada olgunlaşma süresi sonunda marinat salamura sularında tuzluluk değeri değişimi $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait tuz miktarı değişimleri

Uygulama	Olgunlaşma aşaması et (gün)*		Olgunlaşma sonrası (ay) *		
	0	22	1.	2.	3.
Kontrol	-	-	-	-	-
%2,5 asit	-	$6,69 \pm 0,01^a$	$6,67 \pm 0,04^a$	$6,51 \pm 0,06^a$	$5,90 \pm 0,10^a$
%5 asit	-	$6,41 \pm 0,06^b$	$5,98 \pm 0,07^b$	$5,72 \pm 0,05^b$	$5,63 \pm 0,15^b$
	Olgunlaşma aşaması salamura (gün) *				
%2,5 asit	-	$8,13 \pm 0,01^a$	-	-	-
%5 asit	-	$7,89 \pm 0,04^b$	-	-	-

* $p < 0,05$, ÖD: Önemli değil ($p > 0,05$), aynı sütunda aynı harfle (a, b) gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Asitlik derecesine bakıldığında, tuz miktarında belirlenen azalışın başlangıçta yüksek asit uygulamasından kaynaklandığı böylece bu konsantrasyondaki asitliğin tuzun ete geçişini inhibe ettiğini söyleyebiliriz (Taşkaya *et al.* 2016).

4.4. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat Thiobarbitürik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değişimi

Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda TBARS değeri zamana paralel olarak muamelelerde artışlar göstermiştir. Olgunlaşma aşamasında marinatlar arasında istatistiki olarak önemli farklar kaydedilmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.4). Olgunlaşma başlangıcında $2,13\pm0,04$ $\mu\text{molMA/kg}$ doku olarak belirlenen TBARS değeri olgunlaşma sonunda (22.gün) en yüksek kontrol grubunda ($9,25\pm0,03$ $\mu\text{molMA/kg}$ doku) belirlenmiştir. Bu değer, %2,5 ve %5 asit uygulanan gruplarda sırasıyla $2,46\pm0,11$ ve $2,46\pm0,04$ $\mu\text{molMA/kg}$ doku olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.4. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait TBARS değişimleri ($\mu\text{molMA/kg}$ doku)

Uygulama	Olgunlaşma aşaması et (gün)*		Olgunlaşma sonrası (ay) ^{ÖD}		
	0	22	1.	2.	3.
Kontrol^a	$2,13\pm0,04$	$9,25\pm0,03$	-	-	-
%2,5 asit^b	$2,13\pm0,03$	$2,46\pm0,11$	$3,10\pm0,04^a$	$4,72\pm0,59^a$	$4,82\pm0,57^a$
%5 asit^b	$2,11\pm0,03$	$2,46\pm0,04$	$3,05\pm0,04^b$	$4,57\pm0,56^b$	$4,57\pm0,52^b$
	Olgunlaşma aşaması salamura (gün) ^{ÖD}				
%2,5 asit	-	$0,94\pm0,02$	-	-	-
%5 asit	-	$0,84\pm0,16$	-	-	-

* $p<0,05$, ÖD: Önemli değil ($p>0,05$), aynı sütunda aynı harfle (a, b) gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Olgunlaşma sonrası geçen üç aylık dönemde ise %2,5 asit uygulanan gruplar daha yüksek TBARS değişimleri göstermiş olsa da $p<0,05$ seviyesinde anlamlı bulunmamıştır. Depolama süresince elde edilen verilere dayanarak yüksek seviyedeki asit uygulamasının TBARS oluşumunu nispeten yavaşlattığı gözlenmiştir. Olgunlaşma süresi sonunda marinat salamura sularında da TBARS değişimi önemsiz olarak belirlenmiştir ($p>0,05$).

Lipit oksidasyon işleminin seyrini belirleyebilmek için ikincil oksidasyon ürünleri önemlidir. Lipid oksidasyonun sekonder ürünlerini izlemeye TBARS klasik yöntemlerden biridir (Qiu *et al.* 2016). Bu anlamda ürünler TBA değeri üzerinden sınıflandırılırlar ve bu değer bir üründe 3 mg MDA/kg doku'dan az ise ürün mükemmel kaliteli, 5 mg MDA/kg doku düzeyinde ise iyi kaliteli olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada marinasyon aşaması ve sonrasında yapılan tüm ölçümlerde ürünler iyi kalite derecesinde değerlendirilmiştir. Yalnızca kontrol grubu bu değerlerin üzerinde seyrederek tüketilebilirlik seviyesi olan 7-8 mgMDA/kg doku'yu geçmiştir.

Bununla birlikte, TBARS'ın marine örneklerde soğuk muhafazada meydana gelen bozulmanın belirlenmesinde güvenilir bir parametre olamayacağı da gözlenmiştir.

Düşük TBARS değerlerinde, en az marinasyon prosedürü kadar marinatların, antioksidan özelliği olan zeytinyağı ile muamele edilmesinin ve vakum ambalajlama yapılmasının da etkili olduğu düşünülmektedir (Blackhurst *et al.* 2011; Alak *et al.* 2011). Vlahova-Vangelova and Dragoev (2014)'e göre fenolik bileşiklerden zengin marinat solüsyonları, ikincil lipid oksidasyon ürünlerini baskılamakta ve depolama sırasında TBARS'ın neredeyse değişmeden kalmasını sağlamaktadır (Gray and Pearson 1987). Yine zeytinyağı içerisinde bulunan E vitamini de prooksidan aktivitelerinden dolayı düşük TBARS değerlerinde rol oynamaktadır (Kim *et al.* 2010).

4.5. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarı Değişimi

Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda TVB-N değeri zamana paralel olarak muamelelerde artışlar göstermiştir. Olgunlaşma aşamasında marinatlar arasında istatistiki olarak farklar belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.5). Olgunlaşma başlangıcında $6,64\pm0,12$ mg/100g olarak belirlenen TVB-N değeri olgunlaşma sonunda (22.gün) en yüksek kontrol grubunda ($24,41\pm0,52$ mg/100g) ölçülmüştür. Bu değer, %2,5 ve %5 asit uygulanan gruplarda sırasıyla $6,12\pm0,19$ mg/100g ve $6,22\pm0,59$ mg/100g olarak kaydedilmiştir. Olgunlaşma süresi sonunda marinat salamura sularında TVB-N değişimi önemsiz olarak belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.5. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrasına ait TVB-N değişimleri

Uygulama	Olgunlaşma aşaması et (gün)		Olgunlaşma sonrası (ay)		
	0	22 ^{ÖD}	1. ^{ÖD}	2.*	3.*
Kontrol^a	$6,64\pm0,12$	$24,41\pm0,52$	-	-	-
%2,5 asit^b	$6,74\pm0,02$	$6,12\pm0,19$	$8,10\pm0,45^a$	$11,52\pm0,90^a$	$15,25\pm0,28^a$
%5 asit^b	$6,72\pm0,09$	$6,22\pm0,59$	$7,67\pm0,54^b$	$9,51\pm0,46^b$	$13,68\pm0,90^b$
	Olgunlaşma aşaması salamura (gün) ^{ÖD}				
%2,5 asit	-	$3,97\pm0,19^a$	Uygulama	Olgunlaşma aşaması et (gün)	Olgunlaşma sonrası (ay)
%5 asit	-	$3,92\pm0,25^b$	-	-	-

* $p<0,05$, ^{ÖD}: Önemli değil ($p>0,05$), aynı sütunda aynı harfle (a, b) gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Marinasyon sonrası elde edilen TVB-N değerleri yapılan benzer çalışmalarla da desteklenmektedir (Aksu vd 1997; Cadun 2002; Kılınç 2003). Çalışmamızda marinasyon

aşamasında gözlemlenen TVB-N azalışlarında, asit ve tuz miktarının etkili olduğu düşünülmektedir (Cadun 2002; Kılınç 2003).

Olgunlaşma sonrası geçen üç aylık dönemde ise %2,5 asit grubunun TVB-N değerinin $8,10 \pm 0,45$ mg/100g'den $15,25 \pm 0,28$ mg/100g'e, %5 asit grubunun TVB-N değerinin ise $7,67 \pm 0,54$ mg/100g'den $13,68 \pm 0,90$ mg/100g'a yükseldiği görülmüştür. Depolama süresince TVB-N değişimi birinci ayda önemsiz ($p > 0,05$), ikinci ve üçüncü ayda önemli olarak kaydedilmiştir ($p < 0,05$). Bu bulgular depolamaya bağlı olarak yapılan diğer çalışmaların TVB-N değerlerindeki artışla uyumludur (Aksu vd 1997; Kılınç 2003; Olgunoğlu 2007; Eke 2007; Gulsun *et al.* 2009). Bu çalışmalarla olan TVB-N farklılıklarının, çalışılan balık türü ve tuz miktarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Gökoğlu *et al.* 2004). Bazı araştırmacılar TVB-N'nin sınır değerini taze ve işlenmiş ürünlerde 25-35 mg/100g'olarak kabul etmektedir (Jinadasa 2014). Bu çalışmadaki TVB-N bulgularımız söz konusu aralığın çok altındadır. TVB-N, duyuusal skor ve bakteri sayımı gibi kalite endeksleri kadar güvenilir olmasa da bazı durumlarda taze balıkların kalitesinde belirleyicidir. TVB-N, balıklarda bozulmanın erken evreleri arasında ayırım yapılmasına yardımcı olmamakla birlikte, ikinci bozulma evrelerinde, oldukça hassas endeksleri temsil etmektedir.

4.6. Marinasyon Sonrası Marinatlara Ait Termal Uygunluk (DSC)

Termal analizler sonucu elde edilen termogramlarda kontrol numunesi (0.gün) için üç farklı pik belirlenmiş ve bu piklerin sırasıyla myosin ($T_1, \Delta H_1$), sarkoplazmik proteinler ile kolojen ($T_3, \Delta H_3$) denatürasyonuna ait olduğu dikkate alınmıştır. Bununla birlikte %2,5 asit uygulamaları ve kontrol gruplarında bir diğer denatürasyon piki ($T_2, \Delta H_2$) (Çizelge 4.6) daha gözlenmiş ve bu pikin özellikle sarkoplazmik proteinler ile kolojende meydana gelen degradasyon sonucu ortaya çıktığı düşünülmüştür.

Çizelge 4.6. Farklı seviyelerde asitle olgunlaştırılan marinatların olgunlaşma aşaması ve olgunlaşma sonrası DSC profili

Zaman	Uygulama	T_1 (°C)	Zaman (gün)	ΔH_1 (J/gkm)	Zaman (gün)	T_2 (°C)	Zaman (gün)	ΔH_2 (J/gkm)	Zaman (gün)	T_3 (°C)	Zaman (gün)	ΔH_3 (J/gkm)
0 ^c	Kontrol	42,37±0,03 ^b	0 ^a	0,70±0,02 ^a	0 ^a	53,17±0,10 ^b	0 ^a	0,95±0,01 ^a	0 ^{cd}	72,89±0,02 ^b	0 ^a	0,41±0,01 ^a
22 ^a	2,5	45,32±0,02 ^a	22 ^b	0,38 ±0,00 ^b	22 ^b	59,99±1,36 ^a	22 ^b	0,03±0,00 ^b	22 ^a	77,09±0,75 ^a	22 ^b	0,28±0,01 ^b
	5	47,08±0,04 ^a		0,34±0,01 ^c		-		-		74,62±0,34 ^c		0,18±0,01 ^c
1.ay ^{ab}	2,5	44,50±0,38 ^a	52 ^b	0,37±0,01 ^b	52 ^b	58,92±0,37 ^a	52 ^b	0,03±0,00 ^b	52 ^b	77,37±0,16 ^a	52 ^c	0,27±0,01 ^b
	5	45,45±2,13 ^a		0,35±0,01 ^c		-		-		70,68±0,41 ^c		0,03±0,00 ^c
2.ay ^{bc}	2,5	43,16±2,00 ^a	82 ^{bc}	0,36±0,01 ^b	82 ^b	58,56±0,43 ^a	82 ^b	0,03±0,00 ^b	82 ^{bc}	77,03±0,11 ^a	82 ^d	0,16±0,01 ^b
	5	44,32±1,32 ^a		0,31±0,01 ^c		-		-		70,16±0,06 ^c		0,03±0,01 ^c
3.ay ^{bc}	2,5	42,84 ±1,95 ^a	112 ^c	0,33±0,02 ^b	112 ^b	58,68±0,71 ^a	112 ^b	0,03±0,00 ^b	112 ^d	74,99±1,23 ^a	112 ^e	0,03±0,01 ^b
	5	44,55±0,04 ^a		0,30±0,02 ^c		-		-		69,91±1,14 ^c		0,03±0,01 ^c

Her DSC sıcaklık ve entalpi değeri için kendi sütununda verilen aynı harfler arasında fark bulunmamaktadır

DSC analizleri sonucu elde edilen piklere ait ortalama denatürasyon sıcaklıkları ile entalpi değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre depolama süresince uygulanan muameleye bağlı olarak tüm pik sıcaklıklarının ve entalpi değerlerinin belirli oranda azaldığını veya artık tespit edilemediğini söylemek mümkündür. Bu durum depolama sonunda proteinlerin termal stabilitesinde genel itibariyle bir düşüş meydana geldiğini göstermektedir. Diğer yandan sardalyalara uygulanan farklı solüsyonların depolama sonunda %5 asit uygulaması için daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir ($p<0,05$).

Çalışmamızın protein denatürasyon ve degregasyonun belirlendiği DSC sonuçlarında, araştırmacılara göre geçiş pikleri I, II, III, sırası ile miyosin, sarkoplasmik proteinler-kollajenle beraber olabilir ve aktin olarak tanımlanır (Hastings *et al.* 1985; Howell *et al.* 1991). Balık etindeki gözlemlenen proteinlerle ilgili degregasyonda ilk pik miyosin yıkımı, ikinci geçiş arasında kollajen ve sarkoplasmik parçalanması ve son pik ise aktin dökümü ile ilişkilendirilir (Vasquez Mejia *et al.* 2018)

Miyosin geçiş sıcaklıkları kontrole ek olarak bazı muamele gruplarında %2,5 asetik asit uygulanan marinatlarda olgunlaşma aşaması ve sonrasında azalmıştır. Bu durumun proteinlerin konformasyonel yapılarının açılması, protein ağını ve ara yüzünü oluşturmamasından ve yağ globüllerini örtmek için uygulama bileşenleri ile reaksiyona girmesinden, proteinlerin daha fazla açığa çıkarak miyosini daha hassas hale getirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Vasquez Mejia *et al.* 2018). Bu çalışmada, depolama boyunca miyosin molekülündeki temel protein alanlarının ne ölçüde seçici denatüre olduğu belirlenmiştir. Bu durum protein bozunmasının geçiş sıcaklıklarındaki değişikliklerle ilişkili olabileceği fikrini güçlendirmektedir (Rios-Mera *et al.* 2017; Vasquez Mejia *et al.* 2018). Yüksek sıcaklıktaki aktin olarak adlandırılan son pik, önemli miyofibriler proteinlerdendir, aradaki pikler ise sarkoplasmik ve/veya kollajene bağlıdır. Temel proteinlerde geçiş sıcaklığında ilk güne göre (0. gün kontrol) azalmalar görülmektedir. Depolama sonunda muamele gruplarında geçiş sıcaklığı ve entalpi değeri miyosin piki ve 3. pik için kontrole göre hafifçe yükselmiştir. Düşük entalpi

değerlerinde ise marinasyon sürecindeki tuzlama işleminin etkili olabileceği düşünülmektedir (Zhang *et al.* 2014).

Miyosin jeli oluşumu; 30 ve 45°C arasında bir geçiş ve 50°C'nin üzerinde miyosin başının geri dönüşümsüz agregasyonu (bu aşamada disülfür bağları ve hidrofobik etkileşimler etkilidir) olmak üzere iki aşamalı bir reaksiyona sahiptir. Bu son aşamanın ardından genellikle 72 ve 83°C arasında aktin denatüre edilir (Varnam and Sutherland 1995; Vasquez Mejia *et al.* 2018). Bilindiği gibi dokudaki azalma, proteolitik aktivitedeki artış ve miyosin denatürasyonu arasında bağlantı bulunmaktadır (Sahin and Sumnu 2001). Dokunun protein denatürasyonunda sıcaklık ve tuzluluk ana neden olarak kabul edilmektedir (Liu *et al.* 2013).

DSC sonuçlarına bakıldığında zaman ilerledikçe proteinlerin denatürasyonu için gerekli olan enerji yavaş yavaş artmış, ardından benzer bir hızda azalışa geçmiştir. Bu artışlar denatürasyonda proteolitik enzimin inaktivasyonunun olduğunu göstermektedir (Sahin and Sumnu 2001). Ayrıca, entalpi ve daha yüksek sıcaklıklarda daha düşük tepe noktalarındaki azalmanın, sardalya marinatlarında proteinlerin açılmasına karşılık geldiğini de düşünebiliriz (Ovissipour *et al.* 2017).

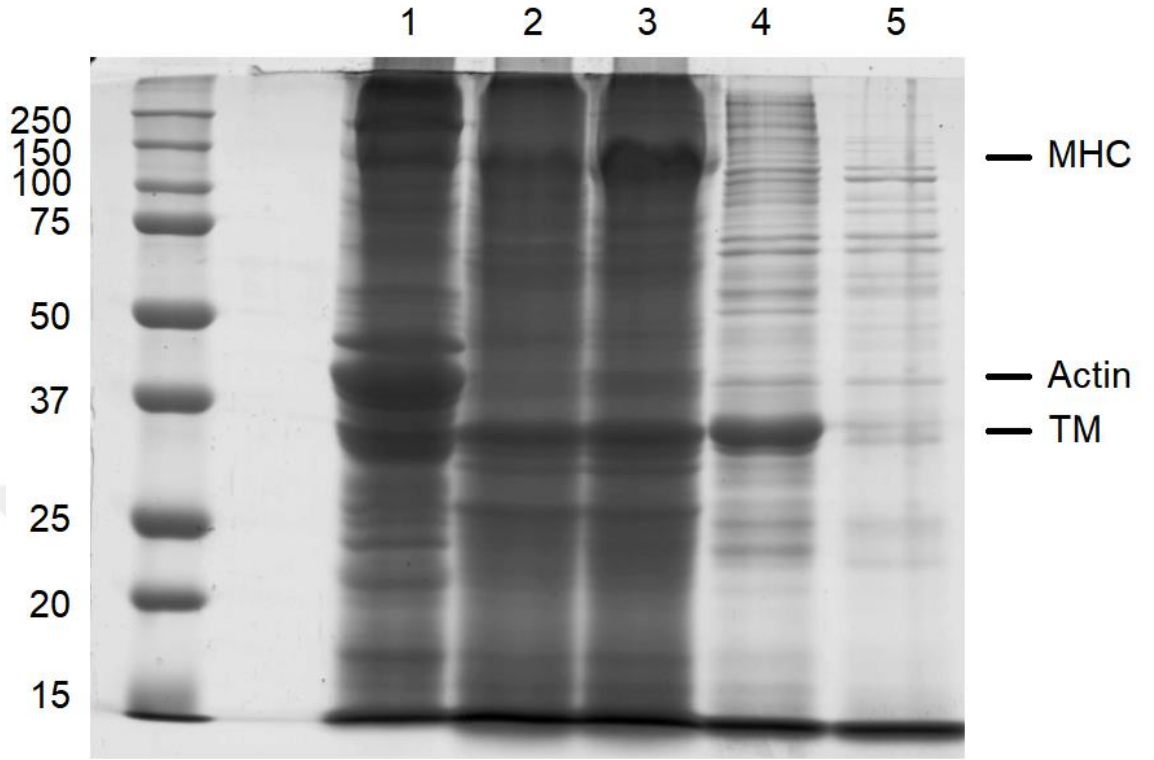
4.7. Marinasyon Aşaması ve Sonrası Marinat ve Salamuralarda Protein Profil Değişimi

Marinat ve marinat salamuralarına ait protein profili Şekil 4.1-4.2'de sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) görüntüleri ile verilmiştir. SDS-PAGE ile belirlenen proteinler ve ağırlıkları şekilden de görüldüğü gibi miyosin ağır zinciri (MHC, 220 kDa), aktin (43 kDa) ve tropomyosin (TM, 38 kDa) olarak belirlenmiştir. 0. günde çok belirgin bir şekilde kendini gösteren MHC (miyosin), Actin, TM (timin) bantları olgunlaşma süresi boyunca yoğunluğunu kaybetmeye başlamıştır. MHC bandı 22. günde %5 asit içeren marinasyonda diğer asit grubuna oranla daha yoğun görünmektedir. Olgunlaşma sonunda (22. gün) marinasyon salamuralarında ise %2,5 asit içeren salamurada TM bandı daha yoğun belirlenmiştir.

Bu proteinlerden özellikle MHC, oksidatif hasarlara eğilimli olup yapılan SDS-PAGE modellemesinde önemli kayıplar göstermiştir. Enerji metabolizmasında yer alan enzimlerin aktivitesi, et kalitesi özellikleri için büyük önem taşır, çünkü aktin-miyosin kompleksi ve pH düşüşü, kasın ete dönüşümünden sorumlu ana değişikliklerdir (Torres de Souza Rodrigues *et al.* 2017).

Çalışmamızda marinasyon sonunda aktin ve miyosin bant yoğunluklarında gözlemlenen azalmalar, aktin ve miyosin filamentleri arasındaki bozulmanın sonucu olarak, sarkomerik I-bandında ince filamentlerin kırılması ve miyofibriller parçalanmanın oluşması ile açıklanır. Buna ilaveten kas yapısı da bu duruma neden olabilmektedir (Torres de Souza Rodrigues *et al.* 2017). Tropomyosin (TM), miyofibrillerin düzenleyici bir proteinidir ve iki alt üniteli bir sargılı sarmalın standart yapısı olarak bildirilmiştir (Nishio *et al.* 2018). Çalışmamızda SDS-PAGE’de tüm ayrılmış tepe bantları 34 kDa’a taşınmıştır (Şekil 4.1, 4.2). Bu sonuç Roy *et al.* (1976) ve Nishio *et al.* (2018) ile uyumludur.

Depolama süresi sonunda marinatlarda MHC, aktin ve TM bant yoğunlukları azalmıştır. Bu veriler Zhang *et al.* (2017) ile uyumlu olmakla birlikte bu durum söz konusu araştırmacılar tarafından oksidasyon ürünü olan S-S' nin oluşumu, böylece MHC, aktin ve TM bant yoğunluklarında azalmalarla açıklanmıştır. Çünkü sistein yan zincir grupları proteinler üzerinde çok önemli bir rol oynamaktadır (Park and Xiong 2007, Park *et al.* 2007).



Şekil 4.1. Olgunlaşma aşaması protein profili

1: Kontrol, 2:%2.5 asitlik marinat, 3:%5 asitlik marinat, 4:%2.5 asitlik salamura, 5:%5 asitlik salamura

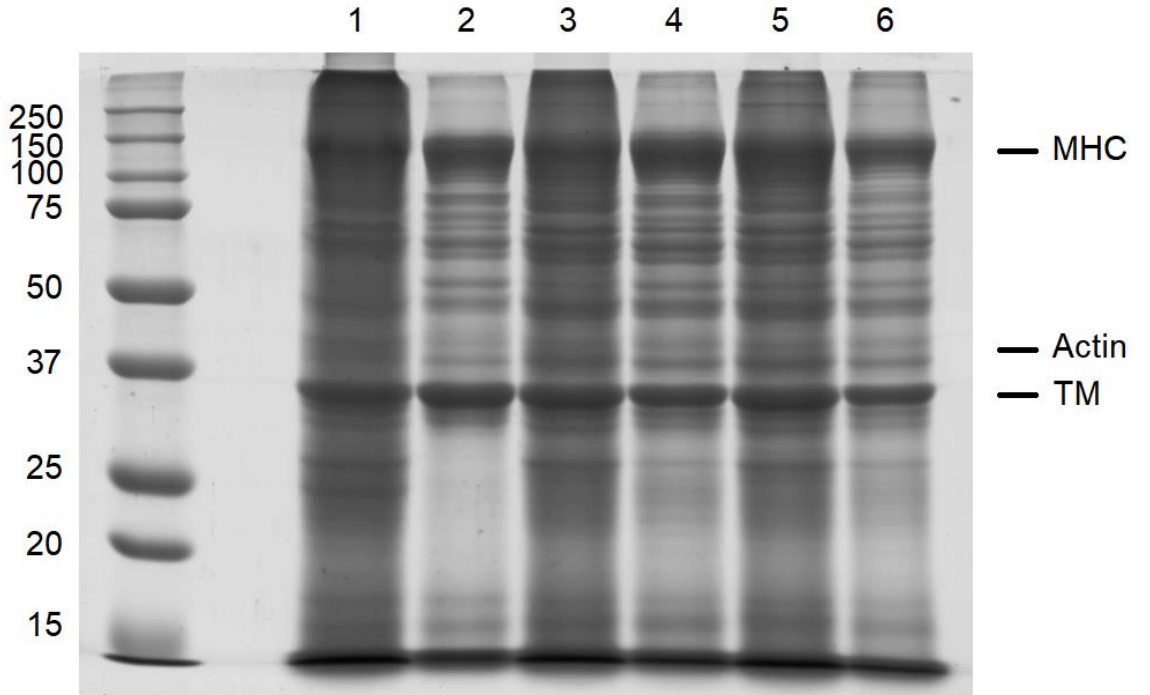
Çizelge 4.7. Olgunlaşma aşaması marinat ve salamura protein miktarı

Kontrol		Olgunlaşma dönemi (22 gün) marinat				Olgunlaşma dönemi salamura			
		%2.5 asitlik		%5 asitlik		%2.5 asitlik		%5 asitlik	
Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)
156911,6	228.851	202480,6	237.282	204737,1	216.345	32446,68	192.193	9220,35	144.083
48189,57	162.895	69774,4	169.824	62326,75	159.546	33566,95	177.035	14155,8	104.030
129663,9	130.825	151372,8	128.425	121288	126.106	44614,17	150.000	7848,13	95.416
203372,4	89.918	336926,8	86.939	417230,9	87.643	54466,39	126.106	7618,37	89.918
96095,39	76.382	138632	74.274	116685,8	75.000	54651,3	107.023	16361,73	84.951
106082,5	62.442	233641,2	63.338	182906,8	52.205	20596,31	94.395	27487,74	79.533
58346,66	54.597	125493,8	40.565	104648	41.152	28391,92	88.373	21028,27	68.635
64943,5	42.930	139017,5	38.161	151108,6	38.272	40085,88	83.705	15019,85	59.761
61044,34	41.471	109839,2	37.685	76827,75	37.589	42290,67	78.928	5403,62	52.205
71387,26	38.394	69926,96	37.382	65016,34	37.388	28515,66	73.524	25627,92	45.716
90637,11	37.403	71401,45	36.109	66071,44	36.468	34462,59	66.897	25872,85	41.152
43282,97	37.377	163487,2	35.232	101898,5	35.546	29700,13	58.877	17458,69	37.810
55159,1	37.208	60573,97	32.139	59052,8	34.177	17894,75	50.711	30093,45	37.419
205963,1	34.177	106161,2	28.358	150977	28.139	36689,55	45.199	10174,42	37.166
192298,7	27.923	141785	26.870	106977,4	27.075	50601,68	40.850	13980,63	36.354
220953,8	26.077	283268,4	21.935	295423,7	21.935	51889,48	37.968	14095,9	34.546
159757,9	21.998	106072,9	21.517	106201,2	21.475	60400,06	37.403	22382,4	28.139
126272,7	21.656	150467,6	21.066	150051,7	21.047	35182,54	37.244	16832,69	23.324
62312,66	21.180	196501,3	20.449	175430	20.417	24464,38	35.839	25022,67	22.703
154722,2	20.811	103998,3	20.192	102582,3	20.147	39771,69	34.898	32896,66	21.874
131565,9	20.583	151993,1	19.214	212953,4	19.214	16670,81	31.262	41755,47	20.147
78598,13	20.275	87758,94	18.460	125503,8	17.810	53515,72	27.923	18612,86	18.000
144758,2	19.214	203521,7	17.520	124172,2	16.531	23633,49	26.077	22547,47	12.025
234364,5	16.332	107512,5	14.823	88878,08	14.823	306449	21.998	24780,17	10.893

Çizelge 4.7. (devam)

82129,18	14.737	281702,7	11.869	306297,9	11.869	55269,38	21.435		
234731,9	12.025	210702,3	11.154	167127,5	10.809	57008,68	21.131		
138009	11.022					49516,1	20.919		
						39579,34	20.606		
						97881,5	20.147		
						109567,7	18.809		
						20769,53	15.842		
						53415,79	11.869		
						41730,64	10.809		
TOPLAM									
3351554		4004014		3842375		1685690		466278	

Şekil 4.2’de olgunlaşma sonrası depolanan marinatların SDS-PAGE bant görüntüleri verilmiştir. TM ve aktin bantlarında dönemsel kayıpların olduğu, bant yoğunluklarının azaldığı görülmektedir. Belirlenen azalma Baylan *et al.* (2014) tarafından yapılan ve depolamanın 7. haftasına kadar aktinin sabit kalıp, sonra kademeli olarak azaldığı sonucunu bulan çalışma ile uyumludur. Yine çalışmamızda belirlenen protein konsantrasyonlarına baktığımızda (Çizelge 4.7–4.8), yüksek protein içeriklerinde tuzlama işleminin su miktarını azaltması nedeniyle protein içeriğini yükselteceği durumu ile açıklanır (Kolsarıcı and Özkaya 1998; Baylan *et al.* 2014). SDS-PAGE ile belirlenen farklı balık türleri ve farklı işlenmiş ürünlere ait değişkenlik gösteren protein profillerinde ise farklı kas olgunlaşma dönemlerinin yanı sıra kas olgunlaşma dönemlerinin etkili olduğu bilinmektedir (Hernandez-Herrero *et al.* 2000; Baylan *et al.* 2014).



Şekil 4.2. Olgunlaşma sonrası protein profili

1: %5 asitlik marinat (1.ay), 2:%2.5 asitlik marinat(1.ay), 3:%5 asitlik marinat(2.ay), 4:%2.5 asitlik marinat(2.ay), 5:%5 asitlik marinat(3.ay), 6: %2.5 asitlik marinat (3.ay)

Çizelge 4.8. Marinatlara ait depolama dönemi protein miktarı

1. ay				2. ay				3.ay			
%2.5 asitlik		%5 asitlik		%2.5 asitlik		%5 asitlik		%2.5 asitlik		%5 asitlik	
Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)	Volume	MW (kd)
192021	280769	58552	303846	189171	288462	96816	311538	170512	284615	113552	311538
107112	212234	23060	216350	101593	212234	30571	216350	96690	212234	31140	212234
43450	188327	24133	138517	50130	184508	72867	130814	47417	184508	33232	135865
456085	101279	101808	110258	506643	100000	128521	105481	523567	108600	100336	108600
115252	84425	286753	98779	175945	81419	272569	97613	135690	79623	202800	101279
185828	67532	42248	80825	160241	64794	64630	79623	207436	63870	47937	82013
146928	47937	77465	70180	166165	46107	61888	67532	176521	46107	38750	71034
138099	41508	53832	67532	158961	39961	61003	65714	150935	39961	55715	68428
90165	39027	84464	54792	103403	38482	80640	53111	105066	38482	60454	55659
179410	37202	44501	47937	164350	37202	82285	46692	176084	37202	61949	47937
156310	37000	115499	41162	198448	36866	151163	39961	173348	36866	111807	40835
85237	35759	73610	38831	71707	36162	93417	38185	134950	36398	72587	38482
102648	31112	102945	37202	107385	30887	112340	37202	144656	31112	86892	37202
128803	29299	72861	37102	230640	28181	118992	36937	234423	27743	96676	37000
295071	22977	70331	36937	312529	22682	73386	36506	305986	22417	65119	36607
84693	22041	83090	31781	80461	21793	114606	31336	111796	21851	79330	31559
113193	21416	104379	28181	158939	21455	165742	27743	143759	21191	135876	27961
172431	20692	322490	22977	163894	20726	264263	22875	124462	20710	216011	23193
289021	19945	59700	21912	168822	20238	87598	21912	104553	20566	62027	21975
138466	18952	67169	21540	110876	19497	121619	21378	181312	19350	57854	21540
101466	17464	45121	21096	105631	18695	67921	20758	108533	18606	43562	21191
91500	16055	41915	20852	93078	17464	45796	20318	93524	17264	80911	20726
182873	12162	36756	20279	190720	12386	54547	20000	223484	12561	36845	20279
194032	11049	27758	20150	199072	11225	71925	19702	192739	11315	37648	19945

Çizelge 4.8. (devam)

		23127	18695			50650	18333			108168	19497
		28695	17264			48181	17564			25909	16255
		21092	15372			34888	15277			31323	15758
		108557	12272			114406	12386			78549	11948
		130902	11136			183805	11225			139612	11049
TOPLAM											
3790096		2332813		3968803		2927036		4067444		2312571	

5. SONUÇ

Sardalya balığından farklı asitlik derecelerinde üretilen marinatların olgunlaşma aşamasında ve olgunlaşmadan sonraki dönemde protein denatürasyonunun belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, iki gruptan oluşan marinatlar 4°C’de depolanarak belirli analizlere tabi tutulmuşlardır.

Protein denatürasyon ve degregasyonlarının izlenmesi aşamalarında TVB-N, DSC ve SDS-PAGE tekniklerinden yararlanılmıştır. Bunlara ek olarak marinatlarda TBARS, pH, asitlik ve tuzluluk analizleri de yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarından;

1. Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda TBARS değeri zamana paralel olarak muamelelerde artışlar göstermiştir.
2. Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda pH değeri zamana paralel olarak muamelelerde artışlar göstermiştir. Olgunlaşma aşamasında marinatlar arasında istatistiki olarak fark belirlenmiştir.
3. Termal analizler sonucu elde edilen termogramlarda depolama süresince uygulanan muameleye bağlı olarak tüm pik sıcaklıklarının ve entalpi değerlerinin belirli oranda azaldığı veya artık tespit edilemediği gözlenmiştir.
4. Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda TVB-N değeri zamana paralel olarak muamelelerde artışlar göstermiştir. Olgunlaşma aşamasında marinatlar arasında istatistiki olarak farklar belirlenmiştir.
5. Farklı asitlik seviyelerinde olgunlaştırılmış marinatlarda asitlik miktarı zamana paralel olarak artış göstermiştir. Olgunlaşma sonunda (22.gün) en yüksek asitlik %5 asit uygulanan grup da ($1,29 \pm 0,01$) kaydedilmiştir.
6. Tuz miktarı zamana paralel olarak azalma göstermiştir. Olgunlaşma sonunda (22.gün) en yüksek tuzluluk %2,5 asit uygulanan grupta ($6,69 \pm 0,01$) belirlenmiştir.
7. 0. günde çok belirgin bir şekilde kendini gösteren MHC (miyosin), Actin, TM (timin) bantları olgunlaşma süresi boyunca yoğunluğunu kaybetmeye başlamıştır. MHC bandı 22. günde %5 asit içeren marinyasyonda diğer asit grubuna oranla daha yoğun görünmektedir.

Yapılan bu çalışmada marinasyonda %14 tuz ile birlikte uygulanan farklı asitlik dereceleri için %5 asetik asit kombinasyonunun en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir.

Su ürünleri yüksek orandaki doymamış yağ asitleri ve zengin protein içeriğiyle hassas gıda ürünleri arasındadır. İnsan diyetindeki proteinler, gastrointestinal sindirimden sonra vücudun fonksiyonu üzerinde olumlu etkisi olan, fizyolojik olarak aktif bileşenlerin kabul edilmiş bir kaynağıdır. Bu anlamda farklı alternatif ürünlerin tanıtımı sağlanarak sürekli tüketim teşvik edilmelidir. Tüketici taleplerinde etkili olabilmek adına Türk damak tadı dikkate alınarak, farklı teknik ve farklı katkı maddelerinin kombinasyonları ile marine ürünlerin tüketiminin arttırılmasına yönelik çalışmalara yoğunlaşılmalıdır. Özellikle protein denatürasyonlarını daha aza indiren metotların yanı sıra bu kayıpların belirlenmesi adına da daha hızlı ve güvenilir sonuçlar veren analizlerin su ürünleri işleme sektörüne entegrasyonu sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akköse, A., 2017. Effect of freezing/thawing process on salting kinetics and thermal properties of beef. CYTA – Journal of Food, 15(3), 418–424.
- Akpınar, M. A. ve Metin, K., 1999. Aç bırakılan ve beslenen *Oncorhynchus mykiss*'in karaciğer ve kas dokusu gilikojen miktarı. Tr. J. of Biology, 23, 107-113.
- Aksu, H., Erkan N., Çolak, H., Varlık, C., Gökoğlu, N. ve Uğur, M., 1997. Farklı asit – tuz konsantrasyonlarıyla hamsi marinatı üretimi esnasında oluşan bazı değişiklikler ve raf ömrünün belirlenmesi. Y.Y.Ü. Veteriner Hayvancılık Der, 8 (1-2), 86-90.
- Aksu, M.İ., 2014. Su ürünleri işleme teknolojisi ders notu. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Alak, G., 2011. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Gökkuşáğı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Bağırsak Florası ile Filetolarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alak, G., Hisar, S.A., Hisar, O. and Genççelep, H., 2011. Biogenic amines formation in Atlantic bonito (*Sarda sarda*) fillets packaged with modified atmosphere and vacuum, wrapped in chitosan and cling film at 4 °C. Eur. Food Res. Technol., 232, 23-28.
- Arıman, K.H. ve Yandı, İ., 2006. Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3), 339-342.
- Atar, H.H. ve Alçiçek, Z., 2009. Su ürünleri tüketimi ve sağlık. TAF Preventive Medicine Bulletin, 8(2), 173-176, Ankara.
- Balçık Mısır, G., 2014. Balıklarda lipitler, yağ asitleri ve bunların bazı önemli metabolik fonksiyonları. Yunus Araştırma Bülteni, (1), 51-61.
- Baylan, M., Mazı, G., Özcan, N., Özcan, B., Akar, M. and Coşkun, A., 2014. Changes of electrophoretic protein profiles of smoked and marinated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage. Tarım Bilimleri Dergisi, 262-269.
- Blackhurst, D.M., Pietersen, R.D., O'Neill F.H. and Marais, A.D., 2011. Marinating beef with south african red wine may protect against lipid peroxidation during cooking. Afr. J. Food Sci., 5, 650-656.
- Cadun, A., 2002. Çimçim karides'ten (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) Marinat Yapımı ve Kalitesi Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova İzmir.
- Candoğan, K., Kolsarıcı, N., Özöğretmen, D. ve Akoğlu, İ., 2008. Salmura konsantrasyonu ve olgunlaştırma süresinin marine hamsilerin mikrobiyolojik, duysal ve renk kalitesine etkileri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Clucas, I.J. and Ward, A.R., 1996. Marinades. Post-Harvest Fisheries Development: A Guide to Handling, Preservation Processing and Quality. Natural Resources Institute (NRI), 449 p, UK.
- Connell, J.J., 1980. Marinades, in control of fish quality Torry Research Station, ISBN Aberdeen, Scotland, 102-105.

- Çakır, F. ve Çolakoğlu F., 2011. Kekik, biberiye ve dereotu yağ ekstraktlarının hamsi marinatlarının kalitesi ve raf ömrüne etkisi. *Hasad Gıda Dergisi*, 27, 20-25.
- Çaklı, Ş., 2010. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 76, 695 s, İzmir.
- Çarbaş, A., 2008. Potasyum Sorbat Uygulamasının Vakum ve Modifiye Atmosferde Ambalajlanmış Gökkusağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çelik, U., 2004. Marine edilmiş akivades (*Tapes decussatus* L. 1758)'in kimyasal kompozisyonu ve duyusal analizi. *Ege Üni. Su Ürün Derg.*, 21(3-4), 219-221.
- Çetinkaya, S., 2008. Eğirdir Gölü'nden Avlanan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'ndan Marinat Yapımı ve Bazı Besinsel Özelliklerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Çiftçi, N. ve Cıçık, B., 2011. Krom (VI)'nın *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* ile *Callinectes sapidus*'un dokularında birikimi, protein ve glikojen düzeylerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7 (2), 39.
- Çoban, Ö.E. ve Özpolat, E., 2011. Farklı asetik asit solüsyonlarıyla marine edilmiş barbunya (*Mullus barbatus* L., 1758) balıklarının çeşitli soslarla değerlendirilmesi. *SDU Journal of Science*, 26-34.
- Digre, H., Erikson, U., Aursand, I.G., Gallart-Jornet, L., Misimi, E. and Rustad T., 2011. Rested and stressed farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) chilled in ice or slurry and effects on quality. *J Food Sci.*, 76(1), 89-100.
- Dokuzlu, C., 1996. Marinat Hamsi Üretimi Sırasında Kullanılan Asit-Tuz Oranlarının Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkileri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- Duman M., Çoban Ö.E. ve Özpolat E., 2012. Biberiye ve kekik esansiyel yağları katkısının marine edilmiş kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) raf ömrüne etkisinin belirlenmesi. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 18 (5), 745-751.
- Eke, E., 2007. Farklı Balık Türlerinden Marinat Yapımı ve Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Erdem, M.E., Bilgin, S. ve Çağlak, E., 2005. Tuzlama ve marinasyon yöntemleri ile işlenmiş istavrit balığının (*Trachurus mediterraneus*) muhafazası sırasındaki kalite değişimleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 1-6.
- Ergezer, H., 2005. Değişik Yöntemlerle Marine Edilmiş Kanatlı Etlerinin Kimyasal, Mikrobiyolojik, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Erikson, U., Sigholt, T., Rustad, T., Emarsdottir, I. E. and Jorgensen L., 1999. Contribution of bleeding to total handling stress during slaughter of *Atlantic salmon*. *Aquaculture International*, 7, 101-115.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Gün, H. ve Kalafatoğlu, H., 2000. Modifiye atmosferle paketlemenin (MAP) paneli alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 24, 585-591.

- Ersan, F., 1960. Balık marinatları ve imal usülleri. Balık ve Balıkçılık, 9 (1),1-8.
- Gençcelep, H., 2008. Et proteinlerinin fonksiyonel özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, 157 s, İstanbul.
- Gökoğlu, N., Cengiz, E. and Yerlikaya, P., 2004. Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4 °C. Food Control, 15, 1-4.
- Gray, J. I. and Pearson, A. M., 1987. Rancidity and warmed-over flavor. Advances in meat research (USA).
- Gulsun, O., Esmeray, K., Serhat, O. and Fatih, O., 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of redmullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice. Food chemistry, 114, 505-510.
- Hailili, P., 2017. İşlenmiş Et Ürünlerinde Oksidatif Ve Mikrobiyolojik Bozulmanın Kontrolü İçin Kullanılan Doğal ve Sentetik Maddeler ile Bunların Etki Mekanizmaları. Tezsiz Yüksek Lisans Bitirme Projesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Harlioğlu, A.G., 2011. Balık artıklarının balık yemlerinde kullanılan yağların elde edilmesinde kullanımı. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 56-63.
- Hastings, R.J., Rodger, G.W., Park, R., Mathews, A.D. and Anderson, E.M., 1985. Differential scanning calorimetry of fish muscle: The effect of processing and species variation. J. Food Sci., 50, 503.
- Hernandez-Herrero, M.M., Roig-Sagues, A.X., LopezSabater, E.I., Rodriguez-Jerez, J.J. and Mora-Ventura M.T., 2000. SDS-PAGE of salted anchovies (*Engraulis encrasicolus* L.) during the ripening process. European Food Research Technology, 212, 26–30.
- Howell, B.K., Matthews, A.D. and Donnelly, A.P., 1991. Thermal stability of fish myofibrils: A differential scanning calorimetric study. Int J. Food Sci. Technol., 26, 28.
- Huss, H.H., Ababouch, L. and Gram, L., 2004. Assessment and management of seafood safety and quality. FAO Fisheries Technical Paper, 444, 230p.
- İnanlı, A.G., Özpolat, E., Çoban, Ö.E. ve Karaton, N., 2010. Marine edilmiş hamsi balığının (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) kimyasal bileşimi ve farklı soslarda duyuşal değeriendirilmesi. J FisheriesSciences.com, 4(4), 455-461.
- Jinadasa, B., 2014. Determination of quality of marine fishes based on total volatile base nitrogen test (TVB-N). Nature and Science , 106-111.
- Kadak, A.E. ve Çelik, M., 2015. Kitosan eklenmiş hamsi marinatlarının soğuk depolanmasında meydana gelen fiziksel ve duyuşal değışimler. Alinteri Zira Bilimler Dergisi, 28(1), 33-44.
- Kadam, S.U. and Prabhasankar, P., 2010. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. Food Research International, 43, 19751980.
- Kaşıkcı, G., 2013. Gökkuşağı Alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1972) Biberiye ve Kekik Yağı ile Marinasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Kaya, Y., Duyar, H. A. ve Erdem, M. E., 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21(3/4),365-370.

- Keskin, İ., Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., Köstekli, B., Ceylan, A. ve Candan C., 2018. Marinasyon işlemi sırasında hamside (*Engraulis encrasicolus* l. 1758) meydana gelen renk değişiminin ve bazı kimyasal parametrelerin belirlenmesi. *Gıda the Journal of Food*, 655-662.
- Kılınç, B., 2003. Sardalya Balığından (*Sardina pilchardus* w.,1972) Marinat Üretimi ve Raf Ömrü Üzerine Bir Çalışma. Ege üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2004. Marinat teknolojisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21, (1-2), 153-156.
- Kim, J., Kim, D.N., Lee, S.H., Yoo, S.H. and Lee, S., 2010. Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behaviour and oil uptake. *Food Chemistry*, 398-402.
- Kolsarıcı, N. and Özkaya, Ö., 1998. Effect of smoking methods on shelf-life of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 22, 273-284.
- Küçükgülmez, A., 2012. Effects of chitosan on the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets during refrigerated storage. *Italian Journal of Animal Science*, 11, 48.
- Laemmli, U.K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227(5259), 680-685.
- Lawrie, R.A., 1998. *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Lemon, D.W., 1975. An improved TBA test for rancidity. *New Series Circular*, Halifax, Nova Scotia.
- Lim, H., Kim, G., Jung, E., Seo, H., Joo, S. and Jin, S., 2014. Effect of curing time on the physicochemical and sensory properties of beef jerky replaced salt with soy sauce, red pepper paste and soybean paste. *Asian. Australas. J. Anim. Sci.*, 1174-1180.
- Liu, D., Liang, L., Xia, W., Regenstein, J. and Zhou, P., 2013. Biochemical and physical changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillets stored at 3 and 0 C. *Food Chemistry*, 105-114.
- Lowe, S.E., Jain, M.K. and Zeikus, J.G., 1993. Biology, ecology, and biotechnological applications of anaerobic-bacteria adapted to environmental stresses in temperature, pH, salinity, or substrates. *Microbiol. Rev.*, 57, 451–509.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.
- Ludorff, W. and Meyer, V., 1973. *Fische und Fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg.
- Lund, N.M., Heinonen, M., Baron, P.C. and Estevez, M., 2011. Protein oxidation in muscle foods: A review. *Nutrition and Food Research*, 55, 83–95.
- Maktabi, S., Zarei, M. and Chadorbaf, M., 2016. Effect of a traditional marinating on properties of rainbow trout fillet during chilled storage. *Veterinary*, 295 - 300.
- Malle, P. and Tao, S.H., 1987. Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. *Journal of Food Protection*, 50, 756–760.
- Malle, P. and Poumeryol, M., 1989. A new chemical criterion for the quality control of fish: Trimethylamine /total volatile basic nitrogen (%). *J. Food Protec.*, 52, 419-423.
- McLay, B.R., 1972. *Marinades*. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Torry Advisory Note, 56.

- Meyer, V., 1965. Marinades. Fish as Food. Academic Press New York, San Francisco, London.
- Mørkøre, T., Mazo, P.I., Tahirovic, V. and Einen, O., 2008. Impact of starvation and handling stress on rigor development and quality of atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 277, 231–238.
- Nakyinsige, K., Sazili, A.Q., Aghwan, Z.A., Zulkifli, I., Goh, Y.M., Abu Bakar, F. and Sarah, S.A., 2015. Development of microbial spoilage and lipid and protein oxidation in rabbit meat. Meat Science, 108(1), 125–131.
- Nishio, Y., Ushimura, Y., Ueda, S., Maeda, N., Hattori, A. and Yamanoue, M., 2018. Structural differences between myofibrillar protein, paratropomyosin, and tropomyosin as revealed by high-performance liquid chromatography. Animal Science Journal, 89, 1161–1168.
- Olgunoğlu, İ.A., 2007. Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Olgunoğlu, İ.A., 2010. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) marinasyon prosesinde tehlike analizleri ve kritik kontrol noktalarının belirlenmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5 (1), 36-48.
- Oreskovich, D.C., Bechtel, P.J., McKeith, F.K., Novakofski, J. and Basgall, E.J., 1992. Marinade pH affects textural properties of beef. Journal of Food Science, 57(2), 305-311.
- Ovayolu, H., 1997. Marine Edilmiş Hamsilerde Depolama Süresinde Yağ Asitleri Değişimlerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ovissipour, M., Rasco, B., Tang, J. and Sablani, S., 2017. Kinetics of protein degradation and physical changes in thermally processed atlantic salmon (*Salmo salar*). Food Bioprocess Technol, 10, 1865–1882.
- Owens, J.D. and Mendoza, L.S., 1985. Enzymically hydrolysed and bacterially fermented fishery products. Journal of Food Technology, 20, 273-293.
- Özden, Ö. ve Baygar, T., 2003. Farklı paketleme yöntemlerinin marine edilmiş balıkların bazı kalite kriterleri üzerine etkisi. Türk J.Vet.Anin.Sci., 27, 899-906.
- Özkan, F. ve Emre, İ., 2003. Malathion ve dieldrin'in tilapia *Zilli gervais*, kas ve karaciğer dokularında glikojen düzeyi üzerine etkileri. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 117-121.
- Parisi, E., Agulari, D., 1985. Biochemical Identification of Meat Species. Methods Differentiating Meats of Different Species of Animals, Ed: R.L.S. Patterson . Elsevier Applied Science Publishers Ltd., England, 40-49.
- Park, D. and Xiong, Y.L., 2007. Oxidative modification of amino acids in porcine myofibrillar protein isolates exposed to three oxidizing systems. Food Chemistry, 103(2), 607–616.
- Park, D., Xiong, Y.L. and Alderton, A.L., 2007. Concentration effects of hydroxyl radical oxidizing systems on biochemical properties of porcine muscle myofibrillar protein. Food Chemistry, 101(3), 1239–1246.
- Patır, B., Can, Ö.P., Çoban, Ö.E. ve Özpolat, E., 2015. Gökkuşluğu alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) hazırlanan marinatların raf ömrü üzerine eugenol'ün etkisi. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, 27(2), 9-16.

- Qiu, X., Chen, S., Liu, G. and Lin, H., 2016. Inhibition of lipid oxidation in frozen farmed ovate pompano (*Trachinotus ovatus* L.) fillets stored at -18°C by chitosan coating incorporated with citric acid or licorice extract. *J. Sci. Food Agric.*, 96, 3374–3379.
- Reynolds, J.A. and Tanford C., 1970. Binding of dodecyl sulfate to proteins at high binding ratios. Possible implications for the state of proteins in biological membranes. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 66 (3), 1002–7.
- Rios-Mera, J.D., Pinto, J.S. and Contreras-Castillo, C.J., 2017. Effect of ultimate pH and ageing on thermal denaturation of bovine muscle proteins. *Meat Science*, 131, 25–27.
- Roy, R.K., Potter, J.D. and Sarkar, S., 1976. Characterization of the Ca^{2+} regulatory complex of chick embryonic muscles: Polymorphism of tropomyosin in adult and embryonic fibers. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 70, 28–36.
- Sahin, S. and Sumnu, G., 2001. Effects of microwave cooking on fish quality. *International Journal of Food Properties*, 4(3), 501–512.
- Schormuller, J., 1968. *Handbuch der Lebensmittel Chemie*, Band 3/2 Teil, Trierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch, SpringerVerlag Berlin-Heidelberg-NewYork.
- Sewwandi, A., Jayasinghe, G. and Jinadasa, B., 2016. Determination of total volatile base nitrogen (TVB-N) in fish and fishery products; validation of the kjeldahl distillation method. *Proceedings of the National Aquatic Resources Research and Development Agency (NARA)*, 129-132.
- Shacter, E., 2000. Protein oxidative damage. *Methods Enzymol*, 319, 428-436.
- Šimat, V., Bogdanović, T. and Bulić, M., 2011. The effect of different marinating baths on sensory properties and shelf life parameters of cold marinated anchovies (*Engraulis encrasicolus*, L.). *Meso*, 13(2), 80-88.
- Smith, B.J., 1984. SDS Polyacrylamide gel electrophoresis of proteins. 1, 41–56.
- Soladoye, O.P., Juárez, M.L., Aalhus, J.L., Shand, P. and Estévez, M., 2015. Protein oxidation in processed meat: Mechanisms and potential implications on human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(2), 106-122.
- Staikos, G. and Dondos, A., 2009. Study of the sodium dodecyl sulphate–protein complexes: evidence of their wormlike conformation by treating them as random coil polymer. *Colloid and Polymer Science*. 287 (8), 1001–1004.
- Szymczak, M., 2016. Distribution of cathepsin D activity between lysosomes and a soluble fraction of marinating brine. *Journal of Food Science*, 81(8), 1966-1970.
- Szymczak, M. and Lepczyński, A., 2016. Occurrence of aspartyl proteases in brine after herring marinating. *Food Chemistry*, 194, 470-475.
- Şen, A., 2011. Konya ve Mersin İl Merkezlerinde Yaşayan Bireylerin Balık Tüketimi Konusundaki Alışkanlık ve Bilgi Düzeylerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Şimşek, A., Kırmızı, S., Manaşırılı, M. ve Özyurt, G., 2009. Kesarbaş (*Mullus Barbatulus*) ve çizgili barbun (*Upeneus moluccensis*)’un mineral ve vitamin İçerikleri. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize.
- Şimşek, A. ve Serindağ, O., 2008. Kızartma yağlarının kararlılığı ve termal yöntemler ile kalitesinin belirlenmesi. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 19(1), 22-30.

- Taşkaya, L., Alparslan, Y., Hasanhocaoğlu Yapıcı, H., Metin, C. and Baygar, T., 2016. Determination of shelf life of gibel carp (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinades in different sauces stored at 4 °C. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55-61.
- Tırakoğlu, T., 2003. Farklı Yöntemlerle Depolanan ve Marinat Hamsi Üretiminde Kullanılan Hamsinin Tazeliğini Ürünün Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkilerinin Saptanması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Torres de Souza Rodrigues, R., Chizzotti, M. L., Vital, C. E., Baracat-Pereira, M. C., Barros, E., Busato, K.C., Gomes, R.A., Ladeira, M.M. and Martins, T.D., 2017. Differences in beef quality between angus (*Bos taurus taurus*) and nellore (*Bos taurus indicus*) cattle through a proteomic and phosphoproteomic approach. PLOS ONE, 1-21.
- Turan, H., Kocatepe, D., Keskin, İ., Altan, C.O., Köstekli, B., Candan, C. and Ceylan, A., 2017. Interaction between rancidity and organoleptic parameters of anchovy marinade (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) include essential oils. Journal of Food Science and Technology, 54(10), 3036-3043.
- Turhan, S., Sarıcaoğlu, F. and Öz, F., 2013. The effect of ultrasonic marinating on the transport of acetic acid and salt in anchovy marinades. Food Sci. Technol., 849-853.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H., 1993. Marinat üretiminde sıcaklığın sirke /tuz geçişi üzerine etkisi. Gıda, 18 (4), 223-228.
- Varnam, A.H. and Sutherland J.P., 1995. Technology, chemistry and microbiology. Meat and meat products, Chapman & Hall, London.
- Vasquez Mejia, S.M., Francisco, A., Manique Barreto, P.L., Damiana, C., Zibettib, A.W., Mahechac, H.S. and Bohrer, B.M., 2018. Incorporation of β -glucans in meat emulsions through an optimal mixture modeling systems. Meat Science, 143, 210–218.
- Verrez-Bagnis, V., Ladrat, C., Morzel, M., Noël, J. and Fleurence, J., 2001. Protein changes in post mortem sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle monitored by one-two-dimensional gel electrophoresis. Electrophoresis, 22, 1539-1544.
- Vlahova-Vangelova, D. and Dragoev, S., 2014. Marination: Effect on meat safety and human health. A review. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 503-509.
- Whittle, K. J. and Howgate, P., 2002. Prepared under contract to the fisheries industries division of the food and agriculture organization of the united nations. Glossary of Fish Technology Terms, 63.
- Wilkinson, R.J., Paton, N. and Porter, M.J.R., 2008. The effects of pre-harvest stress and harvest method on the stress response, rigor onset, muscle pH and drip loss in barramundi (*Lates calcarifer*). Aquaculture, 282, 26–32.
- Yıldırım Ö. ve Acar, Ü., 2013. Gökkuşluğu alabalığı, avrupa deniz levreği ve çipura için alternatif bitkisel yağ kaynakları . Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 55-62.
- Yorulmaz E., 2005. Schiff Bazlarının Termal Yöntemlerle İncelenmesi. Y.lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Young, L.L., Buhr, R.J. and Lyon, C.E., 1999. Effect of polyphosphate treatment and electrical stimulation on postchill changes in quality of broiler breast meat. Poultry Science, 78, 267–271.

- Zhang, Y., Feng, X., Wu, H., Tang, J. and Zhang, J., 2014. Effects of NaCl concentration and potassium chloride substitutions on the thermal properties and lipid oxidation of dry-cured pork. *Journal of Food Science*, 1695-1703.
- Zhang, L., Li, Q., Jia, S., Huang, Z. and Luo, Y., 2017. Effect of different stunning methods on antioxidant status, *in vivo* myofibrillar protein oxidation, and the susceptibility to oxidation of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during 72 h postmortem. *Food Chemistry*, 121-128.
- Zhelyazkov, G., Popova, T. and Stratev, D., 2015. Chemical composition and fatty acid profile of marinated mackerel (*Scomber scombrus*) during processing and storage. *Macedonian Journal of Animal Science*, 5(2), 75–80.



ÖZGEÇMİŞ

25.06.1991 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2009 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünden 2013 yılında mezun oldu. Aynı yıl Hoşver Unlu Mamülleri fabrikasında işe başlayıp, 2015 yılına kadar devam etti. Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladığı 2017 yılından bu yana Same Catering firmasında Gıda Mühendisi olarak çalışmaktadır.

