

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SICAKLIKLARDA SOUS VIDE UYGULANMIŞ SUDAK
BALIĞININ (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) RAF ÖMRÜ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ELİF ŞİŞMANLAR ALTIKAYA

TEZ DANIŞMANI

YRD. DOÇ. DR. EMRE ÇAĞLAK

TEZ JÜRİLERİ

YRD. DOÇ. DR. SERKAN KORAL

YRD. DOÇ. DR. BARIŞ BAYRAKLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

RİZE-2016

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SICAKLIKLARDA SOUS VIDE UYGULANMIŞ SUDAK
BALIĞININ (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) RAF ÖMRÜ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

Yrd. Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK danışmanlığında **Elif ŞİŞMANLAR ALTIKAYA** tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 11/02/2016 tarihinde SU ÜRÜNLERİ Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Ünvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan :	Yrd. Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Barış BAYRAKLI	

Prof. Dr. Selami ŞAŞMAZ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

“Farklı Sıcaklıklarda Sous Vide Uygulanmış Sudak Balığının (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Raf Ömrü Üzerine Bir Araştırma” konulu bu araştırma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma sırasında bilimsel katkıları ile bana yardımcı olan, eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen, ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı tez danışmanım ve hocam Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Bölüm Başkan Yardımcısı ve Rektör Danışmanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK’a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Araştırma süresince büyük desteğini gördüğüm, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Barış KARSLI’ya çok teşekkür ederim.

Ayrıca öğrenimim boyunca ve tez çalışmamda sürekli destek ve anlayış gösteren değerli aileme ve biricik çocuklarıma sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Hazırlanan bu Yüksek lisans tezi R.T.E.Ü. BAP tarafından 2012.103.03.2 nolu proje ile desteklenmiştir.

Elif ŞİŞMANLAR ALTIKAYA

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Farklı Sıcaklıklarda Sous Vide Uygulanmış Sudak Balığının (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Raf Ömrü Üzerine Bir Araştırma” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 10/03/2016

Elif ŞİŞMANLAR ALTIKAYA

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

FARKLI SICAKLIKLARDA SOUS VIDE UYGULANMIŞ SUDAK BALIĞININ (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) RAF ÖMRÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Elif ŞİŞMANLAR ALTIKAYA

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK

Bu çalışmada 3 farklı sıcaklıkta (60 °C, 70 °C ve 80 °C) sous vide tekniği uygulanarak 2 ± 1 °C depolanan sudak balığının kalite değişimi ve raf ömrü incelenmiştir. Tüm grupların besinsel kompozisyonlarındaki (nem, kül, protein ve yağ) değişimlerin depolama günlerine bağlı olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Taze örnekte tespit edilen mikrobiyal yükün sous-vide işlemi sonucunda azaldığı ve depolama süresine bağlı olarak tüm gruplarda düzenli bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değeri 60 °C'lik grupta 35. gün (36.42 mg/100g), 70 °C'lik grupta 49. gün (33.62 mg/100g) sınır değerini aşarken, 80 °C'lik grup depolama süresince sınır değerleri içerisinde kalmıştır. Başlangıçta 0.02 mg MA/kg tiyobarbiturik Asit (TBA) değerine sahip olan sudak balıkları, depolama süresince kalite sınır değerleri içerisinde kalmıştır. Sous vide işleminin pH üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı sadece ısıl işleme bağlı olarak taze materyale kıyasla pH değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Duyusal açıdan 60 °C, 70 °C 80 °C işlem görmüş grupların ortalama puanları sırasıyla 35. gün 49. gün ve 63. günde sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analiz sonuçlarına göre sous vide uygulanarak $+2\pm 1$ °C depolanan sudak balıklarının raf ömrü 60 °C için 28 gün, 70 °C için 28 gün ve 80 °C için 56 gün olarak tespit edilmiştir.

2016, 93 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sous Vide, Sudak Balığı, Vakum Paket, Raf Ömrü

ABSTRACT

AN INVESTIGATION OF SHELF LIFE OF ZANDER FISH (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) APPLIED SOUS VIDE IN DIFFERENT TEMPERATURES

Elif ŞİŞMANLAR ALTIKAYA

**Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of of Fishing and Processing Technology
Master Thesis
Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK**

In this study, determine of quality changes and shelf life of zander fish stored at $+2\pm 1$ °C applying sous-vide technology in 3 different temperatures (60 °C, 70 °C and 80 °C) was investigated. Changes in nutritional composition (moisture, ash, protein and ash) of all groups were found important depending on storage days ($P<0.05$). The microbial load was detected in fresh samples decreased by sous-vide process, and regularly increased in all groups depending on the storage time. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) values exceed the limit value for 60 °C group at 35th day (36.42 mg/100g) and 70 °C group at 49th day (33.62 mg/100g), whereas 80 °C group was found in the limit value during the storage. The zander fish, which had initially thiobarbituric acid (TBA) value of 0.02 mg MA/kg, was found in quality limit values during the storage. Sous-vide process was not a significant effect on pH, but an increase depending on only heat treatment compared to fresh material was determined. Average sensory scores of heat treated groups at 60 °C, 70 °C and 80 °C were found below the limit value at 35th day, 49th day and 63th, respectively. According to the result of chemical, microbiological and sensory analyzes, shelf life of zander fish stored at $+2\pm 1$ °C by applying the sous process was determined as 28 days for 60 °C group, 28 days for 70 °C group and 56 days for 80 °C group.

2016, 93 pages

Keywords: Sous Vide, Zander, Vacuum Package, Shelf Life

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Paketleme Teknolojisi.....	3
1.3. Sous Vide Teknolojisi.....	4
1.4. Sous Vide Teknolojisi İşlem Basamakları.....	5
1.4.1. Ürünün Hazırlanması.....	6
1.4.2. Paket İçerisine Gerekli Katkı Maddelerinin İlavesi.....	7
1.4.3. Vakum Paketleme İşlemi	7
1.4.4. Isıtma (Pişirme/Pastörizasyon) İşlemi	8
1.4.5. Paketlerin Soğutulması (Buz ya da Buzlu Su İçinde).....	8
1.4.6. Soğukta (0/+4°C) Muhafaza İşlemi	8
1.4.7. İkinci Isıtma İşlemi (Pişirme)	9
1.4.8. Ürünün Servis Edilmesi	9
1.5. Sous Vide Uygulama Alanları	9
1.6. Sous Vide Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları.....	10
1.6.1. Sous Vide Tekniğinin Sağladığı Avantajlar	10
1.6.2. Sous Vide Tekniğinin Getirebileceği Dezavantajlar ve Riskler	11
1.7. Literatür Özeti.....	11
1.8. Araştırmada Kullanılan Sudak Balığı (Sander lucioperca, Linnaeus,1758) Hakkında	17
1.9. Çalışmanın Amacı.....	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	19
2.1. Materyal	19

2.1.1.	Materyal Hazırlığı ve Sous Vide Uygulama.....	19
2.2.	Metod	24
2.2.1.	Biyokimyasal Analizleri	24
2.2.1.1.	Ham Protein Analizi	24
2.2.1.2.	Ham Yağ Analizi	25
2.2.1.3.	Kuru Madde Analizi	25
2.2.1.4.	Ham Kül Analizi	26
2.2.2.	Kimyasal Analizler	26
2.2.2.1.	Toplam Uçucu Bazik Azot Analizi (TVB-N)	26
2.2.2.2.	Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Analizi.....	27
2.2.2.3.	pH Ölçümü.....	27
2.2.3.	Mikrobiyolojik Analizler	27
2.2.3.1.	Toplam Aerob Mezofilik Ve Toplam Psikrofil Bakteri Sayımı.....	28
2.2.3.2.	Toplam Koliform Sayımı	28
2.2.4.	Duyusal Analizler	28
2.2.5.	İstatistiksel Değerlendirme	29
3.	BULGULAR.....	30
3.1.	Biyokimyasal Analiz Değerleri	30
3.1.1.	Ham Protein Analiz Değerleri	31
3.1.2.	Ham Yağ Analiz Değerleri	30
3.1.3.	Nem (%) Analiz Değerleri	33
3.1.4.	Ham Kül Analiz Değerleri	35
3.2.	Kimyasal Analiz Değerleri	36
3.2.1.	TVB-N Analiz Değerleri (mg/100g).....	36
3.2.2.	TBA Analiz Değerleri (mg Ma/Kg).....	38
3.2.3.	pH Analiz Değerleri.....	40
3.3.	Mikrobiyolojik Analiz Değerleri	42
3.4.	Duyusal Değerler	45
3.4.1.	Görünüş İle İlgili Değerler.....	45
3.4.2.	Tekstür Değişim Değerleri.....	47
3.4.3.	Koku Değişim Değerleri	49
3.4.4.	Ortalama Duyusal Değerler	51
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	53

4.1.	Biyokimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	53
4.2.	Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	57
4.2.1.	TVB-N Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	57
4.2.2.	TBA Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	59
4.2.3.	pH Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	61
4.3.	Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	63
4.4.	Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	67
4.5.	Genel Değerlendirme	70
5.	ÖNERİLER.....	72
KAYNAKLAR		73
ÖZGEÇMİŞ		81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Sous vide teknolojisi işlem basamakları.....	6
Şekil 2.	Sudak Balığı (<i>Sander lucioperca</i>)	18
Şekil 3.	Ürün akış şeması.....	20
Şekil 4.	Çalışmada kullanılan sudak balıkları.....	21
Şekil 5.	Balıkların ağırlık ve boy ölçümü	21
Şekil 6.	Fileto çıkarma işlemi	22
Şekil 7.	Filetoların vakumlanması	22
Şekil 8.	Vakum paketlenmiş ürünlere pastörizasyon işlemi uygulanması	22
Şekil 9.	Hızlı soğutma işlemi.....	23
Şekil 10.	Sous vide uygulanmış sudak balıkları	23
Şekil 11.	Soğuk muhafaza uygulaması (2±1 °C).....	24
Şekil 12.	Sudak filetolarının depolama süresince protein değerleri miktarındaki değişimler	31
Şekil 13.	Sudak filetolarının depolama süresince ham yağ miktarındaki değişimleri	33
Şekil 14.	Sudak filetolarının depolama süresince % nem miktarındaki değişimler.....	34
Şekil 15.	Sudak filetolarının depolama süresince ham kül miktarındaki değişimleri	36
Şekil 16.	Sudak filetolarının depolama süresince TVB-N miktarındaki değişimleri (mg/100g).....	38
Şekil 17.	Sudak filetolarının depolama süresince TBA miktarındaki değişimleri (mg MA/kg)	40
Şekil 18.	Sudak filetolarının depolama süresince pH değişimleri	42
Şekil 19.	Sudak filetolarının depolama süresince görünüş değişimleri	47
Şekil 20.	Sudak filetolarının depolama süresince tekstür değişimleri.....	49
Şekil 21.	Sudak filetolarının depolama süresince koku değişimleri.....	50
Şekil 22.	Sudak filetolarının depolama süresince ortalama duyuşal puanlarının değerlendirilmesi	52

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Duyusal analiz değerlendirme tablosu	29
Tablo 2.	Sudak filetolarının depolanması süresince protein miktarı değişimleri.....	30
Tablo 3.	Sudak filetolarının depolanması süresince ham yağ değişimleri	32
Tablo 4.	Sudak filetolarının depolanması süresince nem değişimleri.....	33
Tablo 5.	Sudak filetolarının depolanması süresince ham kül değişimleri.....	35
Tablo 6.	Sudak filetolarının depolanması süresince TVB-N değişimleri (mg/100g).....	37
Tablo 7.	Sudak filetolarının depolanması süresince TBA değişimleri (mg MA/kg).	39
Tablo 8.	Sudak filetolarının depolanması süresince pH değişimleri.....	41
Tablo 9.	Sudak filetolarının depolanması süresince mikrobiyolojik (60 °C) değişimleri	43
Tablo 10.	Sudak filetolarının depolanması süresince mikrobiyolojik (70 °C) değişimleri.	44
Tablo 11.	Sudak filetolarının depolanması süresince mikrobiyolojik (80 °C) değişimleri	45
Tablo 12.	Sudak filetolarının depolanması süresince görünüş değişimleri.....	46
Tablo 13.	Sudak filetolarının depolanması süresince tekstür değişimleri.....	48
Tablo 14.	Sudak filetolarının depolanması süresince koku değişimleri.....	50
Tablo 15.	Sudak filetolarının depolanması süresince ortalama duyusal değerler.....	51
Tablo 16.	Genel değerlendirme tablosu.....	70

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
μmol	Mikromol
μL	Mikrolitre
μm	Mikrometre
CO_2	Karbondioksit
CU_2SO_4	Bakır sülfat
dk	Dakika
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
g	Gram
HCl	Hidroklorik asit
H_2S	Hidrojen Sülfür
H_2SO_4	Sülfürikasit
H_3BO_3	Borik asit
HFT	Sıcak dolum teknolojisi
K_2SO_4	Potasyum Sülfat
kg	Kilogram
Log kob	Logaritma koloni oluşturan birim hücre
MAP	Modifiye atmosfer paketlenme
MDA	Malondialdehit
MgO	Magnezyum oksit
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mg	Miligram
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
O_2	Oksijen
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar

p<	İstatistik değ�r (�nemli)
p>	İstatistik değ�r (�nemsiz)
SVAC	Sous vide tavsiye kurulu
SVCC	Sous vide cook chilled
TBA	Tiyobarbitürik asit
TBA-RS	Tiyobarbiturik asit ile tepkimeye giren maddeler
TMA-N	Trimetilamin azot
TMAB	Toplam mezofilik aerob bakteri
TMK	Toplam mezofilik koliform
TPAB	Toplam psikrofil aerob bakteri
TPK	Toplam psikrofil koliform
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot
VRBA	Violet Red Bile Agar

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Özellikle gelişmiş ülkelerdeki insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmekte ve diyetlerine uygun, sağlıklı gıdaları seçmeye özen göstermektedirler. Sağlıklı gıdaların yeterli ve nitelikli bir şekilde üretiminin sağlanması gelişen dünyamızda üzerinde durulan en önemli konulardan birisidir. Değişen tüketici eğilimi, sıkı rekabet koşulları ve teknolojik gelişme gıda sanayinin gelişmesine şekil veren önemli etkenlerdir. Çalışan ve yalnız yaşayan kişi sayısının artışıyla, toplumun beslenme alışkanlıkları da değişikliğe uğramış ve tüketiciyi yenilmeye hazır, besleyici ve lezzetli gıda arayışına iterek, tüketicinin hazır yemek/servise hazır yemekler teknolojisine ilgisini arttırmıştır (Varlık vd., 2011; Karslı, 2013; Kaya vd., 2004).

Hazır yemek teknolojisi sürekli gelişim içerisinde. Bu gelişim süreci; ürün kalitesinin geliştirilmesi, iyileştirilmesi, mamullerin çeşitlendirilmesi ve tüketici ihtiyaçlarının en iyi şekilde karşılanması şeklindedir. (Herborg, 1976; Bochi vd., 2008). Tüketime hazır yemeklerin geliştirilmesinde kullanılan önemli gıdalardan biriside su ürünleridir (Damarlı vd.,1992). Yüksek protein ve düşük karbonhidrat içeriğinin yanı sıra vücut için gerekli esansiyel aminoasitleri, omega-3 yağ asitlerini, vitamin ve mineral maddelerini içermesi su ürünlerini değerli kılmaktadır. Ayrıca su ürünleri düşük kolesterol ve kalori değerine sahip olması, aynı zamanda birçok hastalığa karşı da direnç sağlaması sebebiyle mükemmel bir gıdadır (Turan vd., 2006; Çaklı, 2007).

İnsan beslenmesindeki yeri tarih öncesi dönemlere kadar uzan su ürünlerinin besleme değeri son yıllara kadar bilinmemekteydi. Bugün balık besin bileşenlerinin incelenmesi ve besin maddelerinin sağlığımız üzerindeki etkisinin öğrenilmesi ile önemli ve genel diyet ürünleri içerisinde yerini almıştır. Su ürünleri sahip olduğu yüksek protein, mineral ve vitamin miktarı nedeniyle büyüme faktörleri açısından değerli bir gıda olmasının yanında yağ içeriğinin az olması ve çoklu doymamış yağ asitlerinin ana kaynağını oluşturmasından dolayı da sağlık açısından önemlidir. Ancak su ürünlerin dayanım ömrü zayıf bir bağ dokusu, pH ve nem içeriklerinin yüksek

olması nedeniyle diğer hayvansal ürünlere göre oldukça kısadır (Baygar vd., 2002; Turan vd., 2006; Dursun ve Erkan, 2009; Kocatepe vd., 2010).

İnsanoğlu et yapısının hassas oluşuna karşın değerli bir besin kaynağı olan balığı uzun süre muhafaza etme yolları üzerine çeşitli araştırmalar yapmaktadır. Su ürünlerinin bozulması atmosferik oksijenin kimyasal etkisi ve aerobik mikroorganizmaların gelişimi ile meydana gelmektedir. Bu faktörler tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak koku, renk ve tatda değişikliklere neden olarak ve ürün kalitesinde bozulmaya sebep olurlar. Balık muhafazasında; mikrobiyal faaliyet kontrolüne yönelik uygulamalar enzim faaliyetini engelleyici tedbirlere nazaran, daha söz konusudur. Çeşitli işleme teknikleri sayesinde su ürünlerinin tazeliği tüketime kadar korunmakta, bozulması geciktirilmekte ve üretim fazlası değerlendirilerek sofralarımızdaki ürün çeşitliliği çoğalmaktadır (Gökten, 1990; Gökoğlu vd., 1994).

Tüketici beklentisi gıdanın ilk tazeliğini koruyarak, daha az koruyucu madde ilavesi ile gıdanın raf ömrünü artırıcı metotların geliştirilmesi şeklindedir. Soğukta muhafaza işlemi balığın bozulmasını geciktirerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin bir yöntemdir. Ancak balıkların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında soğukta muhafaza işleminin yanı sıra paketleme tekniklerinin de uygulanması giderek artan bir uygulamadır. Paketleme işlemi ile ürüne biyolojik, fiziksel ve kimyasal bulaşmaları engellemek aynı zamanda ürünü oksijen, su buharı ve ışık gibi dış etkilere korumak amaçlanmaktadır. Gıdanın kalitesinin ve raf ömrünün belirlenmesinde kullanılan paketin özellikleri önemli rol oynamaktadır. Bu amaçla yapılan işleme/paketleme metotlarından biri de; sous vide (vakum pişirme) teknolojisidir. Sous vide teknolojisi raf ömründe olumlu gelişmeler sağlamıştır. Ayrıca ürün paket içerisinde pişirilmiş olduğundan kısa bir ısıtma işlemi sonrasında doğrudan tüketilebilmektedir (Schellekens ve Martens, 1992; Han, 2000; Kılınç ve Çaklı, 2001; Purma ve Serdaroğlu, 2006; Mol ve Özturan, 2009; Çağlak, 2009).

1.2. Paketleme Teknolojisi

Paketleme işlemi; ürünün saklanması, korunması, taşınması ve iyi görünmesini sağlamak amacıyla birçok koruyucu özelliği olan maddelerle teknolojik işlemler sonucunda ürünün çevresi ile olan bağlantısını kesmek olarak tanımlanır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Ürünün özelliklerine uygun paket malzemesinin seçilmesi ve tasarlanması kalitenin korunması açısından son derece önemli bir uygulamadır (Özçandır ve Yetim, 2010).

Paketlenmiş ürün teknolojisi 1977 yılında Ambalaj Araştırma Geliştirme ve Deney Merkezi'nin kurulması ile önemli bir gelişme göstermiştir. Günümüzde paketlenmeyen ürünün satışı birçok ülkede mümkün değildir. Açıkta satışa sunulan gıdalara oranla paketlenmiş gıdalar gerek sağlık gerekse görünüm açısından daha çok tercih etmektedirler (Oğuzhan ve Angiş, 2008).

Gıdanın üretimi ve tüketimi arasındaki süreçte üreticiler, sadece üretim ve sevkiyat aşamalarındaki koşulları kontrol edebilmektedirler. Diğer aşamalar kontrolleri dışında gelişmekte ve ürünün raf ömrü, perakendecinin ve tüketicinin ürünü muhafaza yöntemine bağlı olarak değişebilmektedir (Han, 2005). Paket, ürüne kalite yönünden herhangi bir katkıda bulunmaz, sadece ürünün orijinal kalitesini mümkün olan en iyi şekilde muhafaza etmeye yardımcı olur (Gökalp vd., 2002).

Endüstri alanında kullanılan paketleme teknikleri ve teknolojileri aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır (Hecer, 2012; Çağlak, 2015).

- Adi Paketleme Tekniği
- Modifiye Atmosfer Paketleme Tekniği
- Aseptik Paketleme Tekniği
- Aktif Akıllı Paketleme Tekniği
- Antimikrobiyal Paketleme Tekniği
- Nanoteknolojik Paketleme Tekniği
- Vakum Paketleme Tekniği ve - Sous Vide Teknolojisi

1.3. Sous Vide Teknolojisi

Sous vide ya da vakum altında pişirilmiş gıdalar, ham maddeye ara malzemeler eklenerek ısıya dayanıklı vakum poşetlerde belirli sıcaklık/zaman uygulaması altında kontrollü pişirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Schellekens ve Martens, 1992). Özellikle sağladığı duyuşal kalite ve mikrobiyolojik güvenlik bu ambalajlama tekniğini ön plana çıkarmaktadır (Church ve Parsons, 1993).

Bu teknik; ilk olarak Amerika'da emekli albay Ambrose T.McGuckian tarafından 1969'da geliştirilmiş ardından 1970 yılında Fransa da bir aşçı olan George Pralus tarafından çiğ ürüne düşük ısı uygulaması ile vakum poşetler içerisine koyularak pişirme işlemi uygulanmıştır. 1971 yılında Ready tarafından ürün vakum poşetler içerisine koyularak pişirilmiş ve oluşturulan teknik üzerinde farklı zaman/sıcaklık uygulamaları denenmiştir. Tekniğin olumlu yönlerini bazı Fransız aşçıları ve bilim adamları tarafından ortaya koyulmuştur. Fransız şef Bruno Goussaulte farklı zaman/sıcaklık uygulamaları deneyerek önemli gelişmeler sağlamıştır. 1980 yılından itibaren sous vide yöntemi tüm Avrupa'ya yayılmaya başlamış olup teknik anlamda ilk olarak Fransa, Belçika, Amerika, Kanada ve Singapur'da kullanılmıştır (Creed, 2000; Meyer, 1997).

Sous vide teknolojisi; ürün kalitesine yönelik vakum paketlenme, pastörizasyon ve soğuk depolamanın olumlu etkilerini birleştirmekte böylece ürünün raf ömrünü uzatarak hazır yemek teknolojisine hizmet etmektedir (Mol ve Özturan, 2009). Ürün oksijen geçirgenliği az olan vakum paket içerisine konularak, paket içerisindeki hava vakumla boşaltılır ve kapatılır. Böylece aerobik mikroorganizma kaynaklı bozulmalar önlenmekte ve ürünün raf ömrü artırılmaktadır. Vakum paketlenme sırasında vakum paket içerisinde çok az da olsa bir miktar O₂ kalabilir, ancak pakette kalan düşük miktardaki O₂ kısa sürede aerobik ve mikroaerofilik mikroorganizmalar tarafından kullanılarak CO₂ üretilir (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). İyi koşullar altında yapılan vakum paketlenme işleminde; O₂ miktarı % 1'den daha düşük seviyeye düşürülürken, doku ve mikrobiyal solunumdan üretilen CO₂ miktarı % 10-20'ye kadar yükselebilir. Vakum paketlenmiş ürün kalitesinde görülebilecek değişimler muhafaza sıcaklığına

bağlıdır. Muhafaza sıcaklıkları soğuk muhafazada 2, 3 °C’de, donmuş muhafazada -20, -22 °C civarında olması önerilmektedir (Smith vd., 1990).

Sous vide pişirilmiş ürünler genellikle 65-95 °C gibi orta dereceli sıcaklıklarda belirli zaman aralıklarında ısıtılır. Isıtma işleminden sonra hızlı bir şekilde soğutulur ve buzdolabı sıcaklığında (1-4 °C) muhafaza edilir. Başlangıçtaki hammaddenin mikrobiyolojik yükü, kalitesi, paketlenme, pişirme ve depolama şartları sous vide pişirilmiş ürünlerin raf ömrünü etkilemekte genellikle ürünün raf ömrü 4-9 hafta arasında değişmektedir (Goussault, 1993; Houben, 1999; Diaz vd., 2011).

Sous vide işleminde pişirilmiş ürünlerin mikrobiyolojik güvenliği; ısıtma işleminin şiddeti, soğutma işleminin hızı ve ulaşılan sıcaklık ve soğukta muhafaza işleminin kontrolüne (zaman/sıcaklık) bağlıdır (SVAC, 1991).

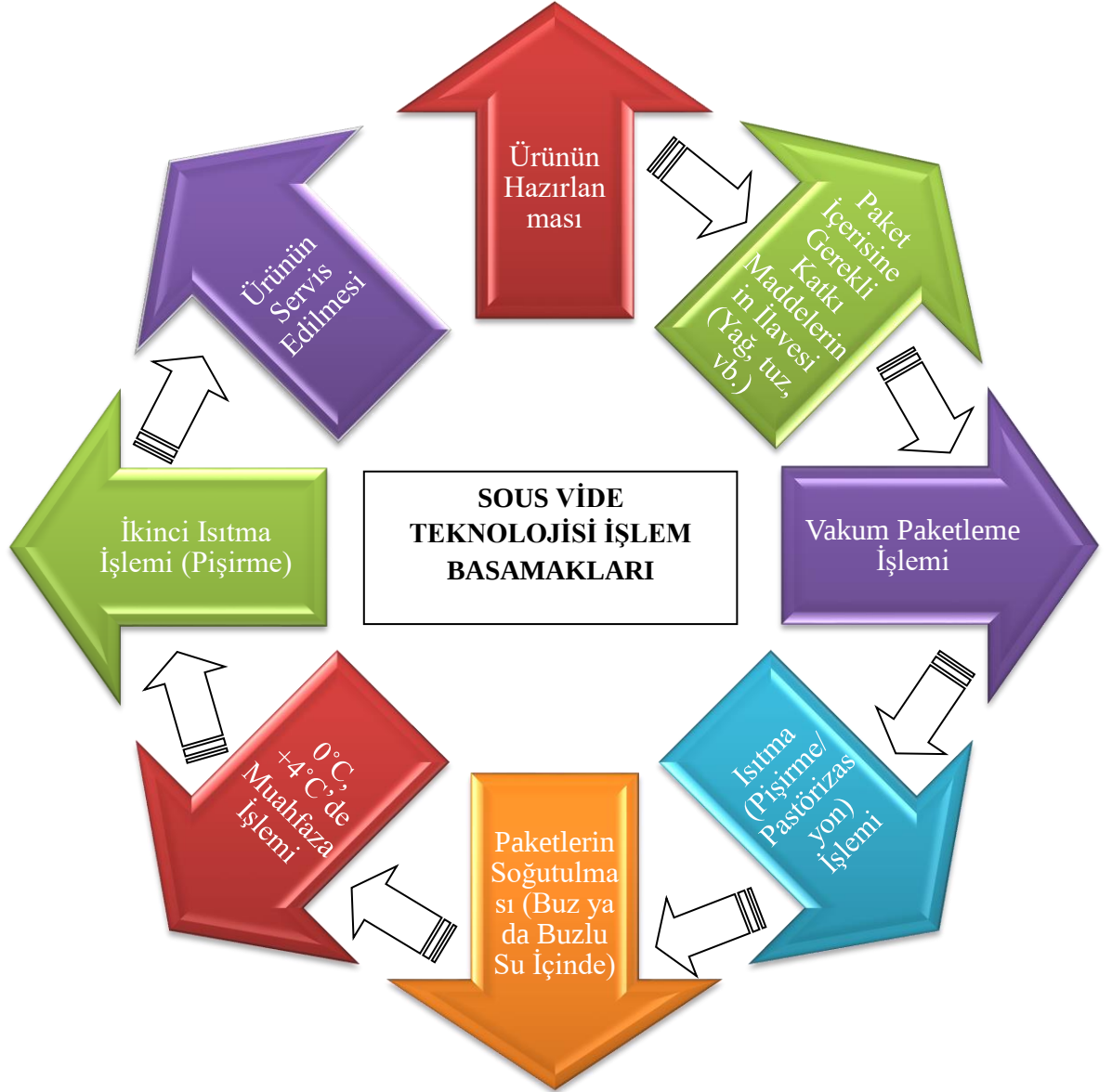
Sous vide işleminde pişirilmiş ürünler; vakum ambalajlama, ısıtma veya pastörize etme, servis için hazırlama ve servis etme aşamalarından oluşan pişirme-servis (cook-serve/hold) ve vakum ambalajlama, pastörize etme, hızla soğutma, buzdolabında veya dondurucuda muhafaza, tüketimden hemen önce tekrar ısıtma, servis için hazırlama ve servis etme aşamalarından oluşan pişirme-soğutma (cook-chill/freeze) olmak üzere iki şekilde tüketilebilir (Baldwin, 2012).

Geleneksel yöntemden farklı olarak sous vide teknolojisinde; ürün ısıya dayanıklı, gıdaya uygun plastik bir poşet içinde vakumlanarak pişirilmekte ve pişirme işlemi kontrol edilebilen sıcaklıklarda yapılmaktadır. Sous vide teknolojisi ile ürün vakum ambalaj içinde pişirildiğinden sıcaklık, pişirme sırasında ürünün tamamında homojen dağılım göstermekte bu sayede geleneksel pişirme yönteminde oluşan farklı sıcaklık dağılımı sous vide tekniğinde görülmemektedir (Baldwin, 2012).

1.4. Sous Vide Teknolojisi İşlem Basamakları

Son yıllarda gıdanın kalitesini koruma ve raf ömrünü artırmak için sous vide işleme teknolojisinin kullanımında çok sayıda gelişim sağlanmıştır. Sous vide işleme

teknolojisinin işlem basamakları Şekil 1’de gösterilmiştir. (Mol ve Özturan, 2009; Çetinkaya, 2013)



Şekil 1. Sous vide teknolojisi işlem basamakları

1.4.1. Ürünün Hazırlanması

Ürünün hazırlanması aşamasında; hammaddenin taze ve yüksek kalitede malzemelerden seçilmesi, ayıklanması, yıkanması ve doğranması gibi ön işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemler sırasında özellikle kullanılan alet ve ekipmanın temizliği

ve dezenfeksiyonu etkili bir şekilde sağlanamazsaüründe kontaminasyonuna sebep olabilir (Yılmaz ve Bilici, 2014). Gıdanın başlangıçtaki mikroorganizma yüküpişirme/pastörizasyon işleminin etkinliği açısından önemli olduğundan bu aşamaya özen göstermek gerekmektedir (Parker, 1994).

1.4.2. Paket İçerisine Gerekli Katkı Maddelerinin İlavesi

Sous vide teknolojisinde vakum paket içerisine tuz, yağ, baharat gibi katkı maddeleri ilave edilebilmektedir. Koruyucu özellikte olan tuz ile ürünün su aktivitesi azalmakta ve çoğu mikroorganizmanın gelişmesi engellenmektedir. Doğal Koruyucu olan yağlar isetüketiciler tarafından özellikle tercih edilmektedir. Yapısında bulunan fenolik bileşikler ve terpenler sayesinde antimikrobiyal etkiye sahip olan yağlar gıdanın duysal özelliklerini geliştirdiği gibi raf ömrünü de uzatmaktadır. Ayrıca lezzet ve aromanın artırılması amacı ile sirke ve çeşitli baharatlarda sous vide tekniğiyle pişirilecek olan ürüne ilave edildiğinde duysal kalitede artış sağlanırken mikrobiyolojik kalite de olumlu yönde etkilenmektedir (Frangos vd., 2010; Altuntaş, 2012; Çetinkaya, 2013; Yılmaz ve Bilici, 2014).

1.4.3. Vakum Paketleme İşlemi

Vakum paketleme aşaması ürünü dış etkenlerden ve kontaminasyondan korumayı hedefleyerek bu tekniği diğer pişirme yöntemlerine göre üstün kılmaktadır. Paketleme işlemi ile pişirme kayıpları önlenebilmektedir. Mikrobiyolojik bozulmanın ve oksitlenmenin yavaşlamasına neden olan bu işleminin doğru şekilde uygulanmaması durumunda paket içerisinde kalan O₂ maya ve küf oluşumuna neden olabilmektedir. Özellikle sporlu ve anaerobik mikroorganizmalar yeterli ısı işlem uygulanmaması durumunda üremeye devam edebilecektir (Fagan ve Gormley., 2005; Diaz vd., 2009; Diaz vd., 2011; Çetinkaya, 2013).

1.4.4. Isıtma (Pişirme/Pastörizasyon) İşlemi

Tekniğin en önemli basamaklarından biri pişirme/pastörizasyon işlemidir. İşlem sırasında 85 °C'nin üzerindeki sıcaklık değerlerinin uygulanması özellikle enzimatik ve tat değişimlerinde etkisi olduğu tercih edilmekle birlikte son önerilen sıcaklığın 90 °C olabileceği ancak süresinin 10 dakika ile sınırlandırılması gerektiği belirtilmiştir. Gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için; patojen vejetatif mikroorganizmaların ortamdan tamamen uzaklaştırılması ilkesine dayanarak süre-sıcaklık değeri belirlenmektedir. Zengin kollajen ve iyi bir tekstüre sahip olan balık eti için ısıtma sıcaklığı 70 °C olmasına rağmen bu değer buzdolabı şartlarında uzun bir raf ömrü için uygun ve güvenilir değildir. Sous vide işleminde 90 °C'de 10 dakika ya da buna eşdeğer bir uygulama ürün güvenliğini yeteri derecede sağlayabilmekte ancak bazı araştırmacılar uygulanacak yüksek sıcaklıkların duysal kalite üzerine olumsuz etkilerinin olabileceğini belirtmiştir (Fagan ve Gormley., 2005; Shakila vd., 2009; Diaz vd., 2011; Mol vd., 2012b; Yılmaz ve Bilici, 2014)

1.4.5. Paketlerin Soğutulması (Buz ya da Buzlu Su İçinde)

Paketlerin soğutulması aşaması; ısıtma işleminin hemen ardından spor oluşturan bakterilerin çimlenme riskinin azaltmak amacı ile 3-5 °C veya daha düşük sıcaklıklara kadar hızlıca yapılması gereken bir işlemdir. Soğutma işlemi üründen ürüne göre değişmekle beraber işlem süresinin 4 saati aşmaması gerekmektedir. Isıtma işleminin ardından hemen tüketime sunulmayacak ürüne, Clostridium sporlarının rejenerasyonunun önlenmesi için hızlı soğutma işlemi uygulanarak soğukta muhafaza edilmelidir (Rybka-Rodgers, 2001; Fagan ve Gormley, 2005; Yılmaz ve Bilici, 2014).

1.4.6. Soğukta (0 /+4 °C) Muhafaza İşlemi

Soğukta muhafaza aşaması; sous vide tekniğinde ürünün raf ömrünün belirlenmesindeki bir diğer önemli işlem basamağıdır. Ürünün başlangıç mikroorganizma yükü raf ömrü üzerine doğrudan etkili olsa da ısıtma işlemi ile üründe bulunan vejetatif bakteriler güvenli düzeye indirilebilmektedir. Ancak, soğukta

muhafaza sırasında psikrofilik bakteri gelişiminin olabileceği unutulmamalıdır. Sous vide tekniğinde; mikrobiyolojik güvenliğin sağlanabilmesi için soğukta muhafaza sıcaklığının 0/+4 °C arasında tercihen 3 °C'nin altında olması önerilmektedir (Varlık, 1998; Ghazala, 1998; Çetinkaya,2013).

1.4.7. İkinci Isıtma İşlemi (Pişirme)

Sous vide tekniğinde ürün hemen tüketilmeyecekse soğukta muhafaza edilip, tüketime sunulmadan önce yeniden ısıtma işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlem için özellikle belirtilen süre-sıcaklık değerleri bulunmamasına rağmen, soğukta muhafaza edilen gıdaların en az 74 °C'de 15 saniye, paket içinde bulunan tüketime hazır gıdaların ise en az 57 °C'ye kadar ısıtılması FDA tarafından önerilmektedir. Soğuk muhafazanın ardından ürün hızlı bir şekilde ısıtılarak, tehlikeli sıcaklık aralığında uzun süre be bulunmasını önlenmelidir. Bununla birlikte 5 °C'den belirtilen ısıtma sıcaklıklarına ulaşma süresinin 2 saati geçmemesi gerekmektedir (Yılmaz ve Bilici, 2014).

1.4.8. Ürünün Servis Edilmesi

Pişirme/pastörizasyon işleminin sonra hızlı bir şekilde soğutulup soğuk veya donmuş muhafaza edilen ürün, tüketime sunulmadan önce ısıtma işlemi uygulanarak servis edilir (Tansey ve Gormley, 2005; Çetinkaya, 2013) .

1.5. Sous Vide Uygulama Alanları

Günümüzde hızlı bir büyüme gösteren hazır yemek sektöründe tüketime sunulan hazır gıdalar, yeni teknolojiler kullanılarak üretilmekte ve fonksiyonel olarak ambalajlanmaktadır (Schroder, 2003). Bu yeni teknolojilerden biri olan Sous vide tekniği özellikle tüketime hazır yemek kullanmayı tercih eden, catering firmaları, lokantalar, oteller, hastaneler gibi toplu tüketime yönelik birimlerce tercih edilebilir. Bu yöntem ile üretilen ürün, donmuş muhafazaya gerek duymaksızın, belirli düşük sıcaklıklarda uzun süre muhafaza edilebilmekte ve tekrar ısıtılarak hızlıca servise hazır hale gelebilmektedir (Stringer ve Dennis, 2000).

Sous vide teknolojisi ile elde edilen ürün, doğal özellikleri korunarak, lezzetli, besin değeri yüksek, güvenli, bol çeşitli, hızlı ve kaliteli bir şekilde servise hazır hale gelmektedir. Bu sayede özellikle minimal işlenmiş, koruyucu madde çok az içeren ya da hiç içermeyen sağlıklı gıdaları tercih eden ve günlük hayatta yemek pişirmeye zaman bulamayan insanlar için uygun bir çözüm gibi görünmektedir (Stringer ve Dennis, 2000).

1.6. Sous Vide Teknolojisinin Avantaj ve Dezavantajları

Sous vide teknolojisininde, diğer teknolojilerde olabileceği gibi avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajlar da bulunmaktadır.

1.6.1. Sous Vide Tekniğinin Sağladığı Avantajlar

- Bozulmaya karşı hassas olan ve özellikle soğukta muhafaza edilmesi gereken et, tavuk ve balık gibi gıdalara uygulanabilmesi,
- Ürünün raf ömrünü uzatarak üretici ve tüketici açısından ekonomik ve kullanışlı ürünler sağlama,
- Üründe oluşabilecek nemlenmeyi vakum paketlenme ile önleyebilmesi,
- Tekniğin az iş gücüyle, kısa sürede ve kolayca servise hazır ürün sağlama,
- Baharat, yağ gibi ürünü daha cazip hale getiren ilavelere imkân sağlama,
- İşlemin uygulamasının pratik olması,
- Oksijene bağlı mikrobiyal faaliyetlerin vakum paketlenme sayesinde önlenmesi,
- Ürünün hızlı servis edilebilir olması ve besin içeriği nedeniyle hastane, okul, fabrika, otel ve restoranlarda tercih edilmesi,
- Et, balık, tavuk gibi gıdaların dışında diğer birçok gıdaya da uygulanabilir olması,
- Hazır paketler halinde satışa sunulması nedeniyle, yerden ve iş gücünden tasarruf sağlamaıyla beraber rafta daha uzun süre muhafaza edilebilmesi,
- Hazır yemek sektörüne kalite ve raf ömrüne bağlı olarak yenilikler sunması,
- Üretici firmaların rekabet gücünü arttırmasıdır (Creed ve Reeve, 1998).

1.6.2. Sous Vide Tekniğinin Getirebileceği Dezavantajlar ve Riskler

- Üretimde kullanılan alet ve ekipmanların, ambalaj malzemelerinin işletmeye ek maliyet getiriyor olması,
- Soğuk zincir takibinin dikkatli yapılmasının gerekliliği,
- Pastörizasyon işleminde sıcaklığın düşük, sürenin yetersiz olması halinde uygun koşullarının sağlanamaması ve *C. botulinum*'un toksik etki oluşturmaması,
- Ürünün üretim şartlarına bağlı olarak kontamine olabilecek olması ve soğuk zincirin sağlanamaması durumunda, üründe kalite kaybına ve raf ömrünün olumsuz etkilenmesine neden olması,
- Tekniğin uygulanmasında eğitimli elemana ihtiyaç duymasıdır (Creed ve Reeve, 1998).

1.7. Literatür Özeti

Sous vide üzerine yapılan çeşitli araştırmaların bazıları aşağıda sunulmuştur.

Nissen vd. (2002), sous vide teknolojisi uygulanmış hazır yemeğe, ürün güvenliği yönünden bir araştırmada bulunmuşlar. Çalışma süresince mikrobiyolojik açıdan toplam 2168 örnek üzerinde değerlendirme yapmışlar. 85-100 °C sıcaklıklarda ısıtma işlemlerinden sonra ürünleri 10 °C'nin altında soğutmuşlar ve su içerisinde 1 saat beklettikten sonra 4 ve 7 °C'de muhafaza etmişler. Çalışma sonucunda toplam mikrobiyolojik yük ve spor oluşturan bakterilerin 3-5 haftalık depolamadan sonra etki gösterebildiklerini belirlemişler. Çalışma süresince sous vide ürünlerinde *Bacillus* sp. türleri tespit edilirken *Clostridium* sp. türü bakterilere rastlanılmadığını bildirmişler.

Garcia-Linares vd. (2004), yaptıkları çalışmada iki farklı balık türüne (alabalık ve somon) sous vide teknolojisi ve geleneksel yöntem ile kendi suları içinde ısıtma işlemi uygulamışlar. Isıtma işleminden sonra 4 °C'de muhafaza edilen örneklerin mikrobiyolojik ve besinsel kompozisyon analizlerini değerlendirmişler. Sous vide işleminde 90 °C'de 10 dakikalık işlem uygulamışlar ve muhafaza süresince 3.20 ve 45'inci günlerde analiz işlemlerini gerçekleştirmişler. Çalışma sonucunda her iki balık içinde (farklı mikrobiyolojik değerler içerselerde) sous vide işleminin, geleneksel

yönteme göre daha başarılı olduğunu raf ömründe de iyi neticeler verdiğini ifade etmişlerdir.

Fiach vd. (2004), sığır etinden yapılmış lazanyaların sous vide işlemi ile pakatlendikten sonra paket içerisindeki oksijen değişimleri ile ürün kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemişler. 400 g'lık ürünleri % 70 vakum altında pakatlendikten sonra farklı sıcaklık ve sürelerde işleme maruz bırakmışlar (38 °C'de 11.30 dakika, 42.10 °C'de 12 dakika, 54.6 °C'de 12.30 dakika, 71.9 °C'de 1 dakika ve 82.3 °C'de 1.20 dakika). Ürünleri 4 ve 8-10 °C'de muhafaza altına alarak gerekli analizleri uygulamışlar. Oksijen içeriği ile mikrobiyal artışın beraber değerlendirilmesinde, 7 ile 19 gün arasının önemli olduğunu vurgulamışlar. Çalışma sonucunda oksijen içeriği ile mikrobiyal değerler arasında önemli bir ilişkinin olduğunu ve MAP ile sous vide paketlenen oksijen sensörlerinin kullanımının kalite kriterlerinin değerlendirilmesinde faydalı olacağını belirtmişlerdir.

Gonzalez-Fandos vd. (2004), yaptıkları çalışmada fileto edilen alabalıkları yağ ve tuz katkısı ile vakum paketlenip, 3 farklı sıcaklıkta (90 °C-15 dk, 90 °C-5 dk, 70 °C-10 dk) ısıtma işlemi uygulamışlar. Isıtma işleminden sonra paketleri 45 dakika içerisinde 0-2 °C arasına kadar soğutup 2 °C ve 10 °C'de muhafaza altına almışlar. Depolama sürecinde (3, 14, 21 ve 45. gün) besinsel, mikrobiyolojik ve duyu analizleri uygulanmış. Çalışma sonucunda 90 °C'de 15 dakikalık ısıtma işlemi ile 2 °C'de muhafaza edilen ürünlerin diğer gruplara göre daha iyi sonuçlar verdiğini 45 günlük depolama süresince analiz parametrelerinin çoğunun kalite sınırları içerisinde kaldıklarını belirtmişlerdir.

Fagan ve Gormley (2005), yedi farklı balık türüne 12 farklı sos ile birlikte sous vide işlemi uygulamışlardır. Balık türleri olarak *Holostethus atlanticus*, *Thunnus alalunga*, *Epigonus telescopus*, *Sebastes mentella*, *Carypaenoides rupestris*, *Molua dypterygia* ve *Reinhardtius hippoglossoides* kullanılmıştır. 90 °C'de 10 dakika sous vide işlemi uygulanmış balıklar 2 gruba ayrılarak 1. grup -35 °C'de şoklanmış ve -20 °C'de muhafaza altına alınmış. 2. grup soğutulduktan sonra +4 °C'de depolanmış. Çalışmada duyu ve biyokimyasal analizler uygulanmış. Duyu analizlerinde farklı pişirme zamanları kullanılmış (40 dakika 85 °C'de, 20 dakika 90 °C'de ve 15 dakika

95 °C’de), su kaybı, nem içeriği ve pH değerleri değerlendirilmiş. pH değerlerinin 3.96 ile 5.42 arasında değiştiği belirtilirken panelistler tarafından yapılan değerlendirmede *Thunnus alalunga*, *Epiganus telescapus* ve *Molua dypterypia* balıklarının öne çıktığını belirtmişlerdir.

Gonzalez-Fandos vd. (2005), yaptıkları araştırmada 100 gramlık porsiyonlar halinde kestikleri salmonlara 15 gram zeytinyağı ve 0.2 gram tuz ilavesi ile sous vide işlemi uygulamışlar. 65 °C’de 10 dakika, 90 °C’de 5 dakika ve 90 °C’de 15 dakika olmak üzere üç farklı ısı işlem uygulamasında bulunmuşlar. Soğutma işleminde paketlerin sıcaklığını 32 °C’ye 21.5 dakikada 0-2 °C’ye 45 dakika da düşürmüşler. Soğutulan paketleri 2 °C ve 10 °C’lik ortamlarda muhafaza etmişler. Çalışma süresince fizikokimyasal, besinsel, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapmışlar. 45 günlük depolama süresi sonunda 2 °C’de muhafaza edilen ve 90 °C 15 dakikalık ısı işlem uygulanan sous vide gruplarının kalite sınır değerleri içerisinde kaldığını belirtmişlerdir.

Andres-Bello vd. (2009), çipura filetolarına uyguladıkları sous vide işleminde fiziksel ve kimyasal değişimleri incelemişler. 400 gr’lık vakum paketlerde hazırlanan ürünlere 70, 80, 90 ve 100 °C’de 0, 3, 6, 9, 12, 15 ve 20 dakikalık sürelerde ısıtma işlemi uygulamışlar. Ağırlık kaybı, nem, toplam protein, toplam yağ ve renk analizlerinin değerlendirildiği çalışmada, düşük sıcaklıklar uygulanan grupların ağırlık kaybının daha az olduğunu, 80 °C’de nem içerdiğinin az bir düşüş gösterdiğini, protein ve yağ içeriklerinin nem miktarındaki düşüşe bağlı olarak artış gösterdiğini, renk değişimlerinde önemli farklılıkların tespit edildiğini bulmuşlar. Sonuç olarak bu işlemin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Frangos vd. (2010), buzdolabı şartlarında alabalık filetolarının raf ömrü üzerine tuzlama, keklik otu yağı ve vakum paketleme kombinasyonunun etkisini araştırmışlar. Çalışma gruplarını A1: Kontrol (tuzlanmamış, hava paketlenmiş), A2: Tuzlanmış, hava paketlenmiş, VP1: Tuzlanmış, vakum paketlenmiş, VP2: Tuzlanmış, % 0.2 x/wt keklik otu yağı eklenmiş, vakum paketlenmiş, VP3: Tuzlanmış, %0.4 x/wt keklik otu yağı eklenerek vakum paketlenmiş olarak oluşturmuşlar. Grupları buzdolabında 4 °C’de 9 gün (A1, A2) ve 18 gün (VP1, VP2, VP3) depolamışlar. Örneklerle 3 günde bir

mikrobiyolojik (Toplam bakteri, *Pseudomonas*, *Enterobakter* ve H₂S üreten bakteri (*Shewanella putrefaciens* A,B), kimyasal (TMA-N, TVB-N, TBA) ve duyuşal analiz yapmışlar. A1 ve A2 gruplarının diğler gruplara göre mikrobiyolojik olarak daha yüksek değlerlere ulaştıklarını bulmuşlar. Taze deniz balıklarında kabul edilen 7 log cfu/g limit değlerinin üzerine A1, A2, VP1, VP2 gruplarının sırasıyla 4, 7, 14 ve 16 günde çıktığını belirtmişler. VP3 grubunun 18 gün boyunca sınırları geçmediğini ve *Pseudomas* ile H₂S üreten bakterinin limit değlerine yükselmediğini açıklamışlardır. 1. gün TVB-N değlerinin 20.5 mg N/100g bulunduğunu ve depolama süresince artış gösterdiğini belirtmişler. Üst limit olan 25 mg N/100g değlerinin A1, A2, VP1, VP2, VP3 gruplarında sırasıyla 2, 3, 7, 8 ve 14 günde aşıldığını açıklamışlar. TMA-N için 10 mg N/100g olan sınır değerin A1, A2, VP1, VP2 gruplarında sırasıyla 5, 6, 13 ve 17 günde aşıldığı ancak VP3 grubunun sınır değeri aşmadığını bulmuşlar. TBA başlangıç değlerini 0.2 mg MDA/kg olarak tespit etmişler, bu çalışma için belirleyici bir ölçüt olmadığını belirtmişlerdir. Duyusal olarak grupların raf ömrünü VP2 (16-17 gün)> VP1 (14 gün)> A2 (8 gün)> A1 (5 gün) ifade etmişlerdir.

Diaz vd. (2011), sous vide teknolojisi ile işlenen alabalıkların buzdolabı koşullarındaki bozulma parametrelerini incelemişler. Yaptıkları çalışmada derisi çıkartılmış ve fileto edilmiş 200 g'lık alabalıkları % 0.5 tuz ve zeytinyağı ile 300 °C'de 3 dakika pişirme işlemine tutmuşlar. Daha sonra filetoları soğutup vakum paketlemişler ve 80°C'de 45 dakika pastörizasyon uygulamışlar. Bu işlemten sonra vakum paketli ürünleri soğutup 2 °C'de muhafaza etmişler. 0.5. ve 10. haftalarda mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal analiz işlemlerini gerçekleştirmişler. Mikrobiyolojik değlendirmelerde sadece maya ve küf gelişiminin olduğunu depolama süresince TBA değışimlerinde görülen farkın önemli olmadığını ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda duyuşal değlendirmenin çok önemli olduğu, mikrobiyolojik ve fizikokimyasal değlerin tek başına yeterli olmadığını açıklamışlardır.

Cosansu vd. (2011), sous vide teknolojisi ve limon suyunun etkisi ile işlenen palamut balıklarının duyuşal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değışimlerinin incelemişler. Filetoları çıkartılan palamutları 2 gruba ayırmışlar. 1. grubu sadece % 0.2'lik tuzlu suda, 2. grubu % 0.2'lik tuzlu ve limon suyunda 30 dakika bekletmişler. Bu

işlemden sonra her iki grubu da vakum paketleyerek 70 °C’de 10 dakika ısıtma işlemine maruz bırakmışlar. Ardından 4 °C’de buzlu su içinde 4 dakika soğutma işlemi uygulamışlar ve 4±1 °C’de muhafaza altına alınmışlar. 7’şer gün arayla uygulanan analizlerde duyuusal yönden 1. grubun 35. güne kadar, 2. grubun 49 güne kabul edilebilir değerlerde kaldığını ifade etmişler. Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik yönden de benzer sonuçların bulunduğu çalışmada limonsuyu ile muamele edilmiş palamutların sous vide teknolojisinde sade gruba göre 2 hafta daha fazla raf ömrüne sahip olduklarını ifade etmişlerdir.

Shakila vd. (2012), cobia balığından yapılan balık köri yemeğini sous vide teknolojisi ile paketlemişler. 1. grupta balık körisi yemeği yapıldıktan sonra soğutulmuş ve 250 gramlık paketlerde aseptik olarak vakum paketleme yapmışlar. Vakum paketli ürünleri 35 °C’de 20 dakika işlemden sonra hemen buzla 1 saat soğutma işlemine bırakmışlar ve 2±1 °C’de depolamaya almışlar (SVCC). 2. grupta balık köri yemeğini 20 dakika kaynatmışlar, sıcak şekilde aseptik koşullarda paketleme işlemi yapmışlar 1 saat buzla soğutmadan sonra 2±1 °C’de depolamaya almışlar (HFT). Çalışmada mikrobiyolojik, yağ asitleri, biyokimyasal kompozisyon, TBA-RS değerleri ve duyuusal analizler yönünden ürünlerin değerlendirmesinde bulunmuşlar. Yemeğin hazırlanması sırasında yapılan katkı malzemelerinden dolayı biyokimyasal değerlerde değişiklikler olduğunu belirtmişler. Yağ asitleri ve TBA-RS değerleri açısından gruplar arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuşlar. 2. grup işleme yönteminin mikrobiyolojik açıdan 1. gruba göre daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişler. Duyusal yönden 1. grubun 8. haftaya kadar 2. grubun 12. haftaya kadar kabul edilebilir değerlerde olduğunu açıklamışlar. Çalışma sonucunda 2. grup işleme metodunun raf ömrünün 1. gruba göre daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir.

Mol vd. (2012a), sous vide teknolojisi ile işlenmiş mezgit balıklarının 4 ve 12°C’deki muhafazalarında kalite değişimlerini incelemişler. Çalışmada perakende olarak temin edilen mezgit balıklarının filetoalarını yıkamışlar ve % 0.2’lik tuz ilavesi ile vakum paketlemişler. 70 °C’de 10 dakika buharla muamele işleminden sonra buz içerisinde soğutmuşlar ve 4 ile 12 °C’de muhafaza altına almışlar. Besinsel, duyuusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin uygulandığı araştırmada lipit, protein ve yağ

değerleri açısından sous vide işlemi ile taze örnek arasında fark olduğunu belirtmişler. Duyusal değerlendirmede sous vide işleminden geçirilmiş ürünlerinin 12 °C’de 21 gün, 4 °C’de 35 gün kalite değerlerini koruduklarını ifade etmişler. Kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yönünden 4 °C’de muhafaza edilen ürünlerin çalışma süresince 12 °C’de muhafaza edilen ürünlerden daha iyi bulunduğunu açıklanmışlardır. Çalışma sonucunda 70 °C’de 10 dakikalık işlem uygulanan sous vide işlenmiş mezgıt ürünlerinin 4 °C’de 35 gün, 12 °C’de 15 gün muhafaza edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Mol vd. (2012b), sous vide teknolojisi ile işlenmiş fileto palamut balıklarının farklı muhafaza şartlarında (4–12 °C’de) kalite değişimlerini incelemişler. Çalışmada filetosu çıkarılmış palamut balıklarını % 0.2’lik tuz ilavesi ile vakum paketlenmişler. 70 °C’de 10 dakika sous vide tekniği uyguladıkları vakum paketleri buz içerisinde soğutmuşlar ve farklı depolama (4 °C’de ve 12 °C’de) sıcaklıklarında muhafaza altına almışlardır. Çalışmada besinsel, duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapmışlar. TVB-N ve TMA değerlerinin 12 °C’lik grupta 21. günde 4 °C’lik grupta ise 35. günde aşıldığını belirtmişler. TBA açısından palamut balığının yağ içeriğinin yüksekliğinden dolayı sınır değerleri daha çabuk geçtiğini ifade etmişler. Çalışma sonucunda, mikrobiyolojik, duyusal ve kimyasal analizlerin değerlendirilmesi neticesinde 70 °C’de 10 dakika işlem uygulanan sous vide palamut filetolarının 4 °C’de 28 gün, 12 °C’de 15 gün muhafaza edilebileceğini açıklamışlardır.

Cosansu vd. (2013), sous vide paketlenmiş mezgıt balıklarında limon suyunun raf ömrü üzerine etkilerini inceledikleri çalışma duyusal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değerleri dikkate almışlar. İki gruba ayırdıkları mezgıt örneklerinden 1. grubu % 0.2 tuz, 2. grubu % 0.2 tuz ve limon suyunda 30 dakika bekletme işlemlerinden sonra vakum paketlenmişler. 70 °C’de 10 dakika pastörizasyon yapılan ürünlere, 4 °C’de 4 dakika soğutma uygulamışlar ve 4±1 °C’de muhafaza altına almışlar. Duyusal analizleri çok iyi çıkan ürünlerde limon aromalı grubun diğer gruptan daha önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmişler. Mikrobiyolojik değerlerin önemli olduğu sous vide işleminde, 1. grubun sınır değerleri (6 log cfu/g) 35. günde aştığı belirtilirken 2. grubun 56. günde sınır değerlerin üzerinde bulunduğunu ifade etmişler. TVB-N, TMA-N ve

TBA açısından gruplar arasında bir fark olmadığını, çalışma sonucunda limon suyu içeren grubun raf ömrünü en az 7 gün uzattığını açıklamışlardır.

1.8. Araştırmada Kullanılan Sudak Balığı (*Sander lucioperca*, Linnaeus,1758) Hakkında Genel Bilgi

Sudak (*Sander lucioperca*, Linnaeus,1758), balığı genel olarak tatlı ve az tuzlu sularda yaşayabilen Percidae familyasına ait yırtıcı bir balık türüdür. Derin sularda yaşamayı tercih eden, bu balık esaret altında yaşayamadığından havuzlar ya da akvaryumlarda yetiştirilemez. Kökeninin Doğu Avrupa olduğu tahmin edilen bu tür uzun levrek olarak da bilinir. Et yapısının besleyiciliği, sağlıklı ve lezzetli oluşu nedeniyle ekonomik açıdan önemli sayılır. Yağ içeriği bakımından hafif yağlı balıklar grubuna girmektedir. Küçük balıklar ve omurgasız hayvanlarla beslenen sudak balığının boyu maksimum 130 cm, ağırlıkları ise en fazla 20 kg olabilmektedir (Şekil 2). Zarif bir vücuda sahip olan sudak balığının birbirinden ayrı iki tane sırt yüzgeci ve bir sürü uzun sivri dişi vardır. Sırtı kısmı yeşilimsi gri ve karın yapısına doğru gümüşleşen bir rengi vardır. Sudak balıkları hava şartlarına ve suyun sıcaklığına bağlı olarak Nisan-Haziran aylarında çiftleşirler. Kilogram ağırlık başına 40.000 yumurta yapabilen bu tür yumurtalarını sığ suda su bitkilerinin üzerine ve çakılların arasına bırakır (Çınar vd., 2006; Çaklı, 2007; Çağlak ve Karslı, 2013).

Sudak balığının ülkemizde 2010 yılında toplam avcılığı 1476.0 ton, 2011 yılında toplam avcılığı 737.2 ton, 2012 yılında toplam avcılığı 593 ton, 2013 yılında toplam avcılığı 491.2 ton ve 2014 yılında toplam avcılığı 521 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2015).

Familya	: Percidae
Genus	: Sander
Species	: <i>Sander lucioperca</i> Linnaeus,1758
Sinonim	: <i>Stizostedion lucioperca</i>



Şekil 2. Sudak Balığı (*Sander lucioperca*) (Orjinal)

1.9. Çalışmanın Amacı

Ülkemizde ve dünyada sous vide teknolojisi üzerine çeşitli çalışmalar ve araştırmalar halen devam etmektedir. Bu araştırmalarda sous vide teknolojisinin farklı gıdalara uygulanması, farklı süre ve sıcaklıkların etkinlikleri değerlendirilmektedir. Bu çalışma; sous vide teknolojisi ile ülkemizde önemli ticari türlerden sayılan sudak balığının, işlenerek raf ömrünün artırılması, hazır yemek teknolojisine kazandırılması, daha ekonomik ve cazip bir hale getirmesi amacı ile uygulanmıştır. Bu çalışma ile sous vide teknolojisinde yeni verilerin elde edilmesine, ürün çeşitliliğinin artırılmasına ve yeni pazar imkanlarına olanak sağlanması amaçlandığı gibi, sous vide teknolojisi uygulanmış sudak balığı örneklerinin duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri incelenerek raf ömürlerinin tespit edilmesine de olanak sağlanacaktır.

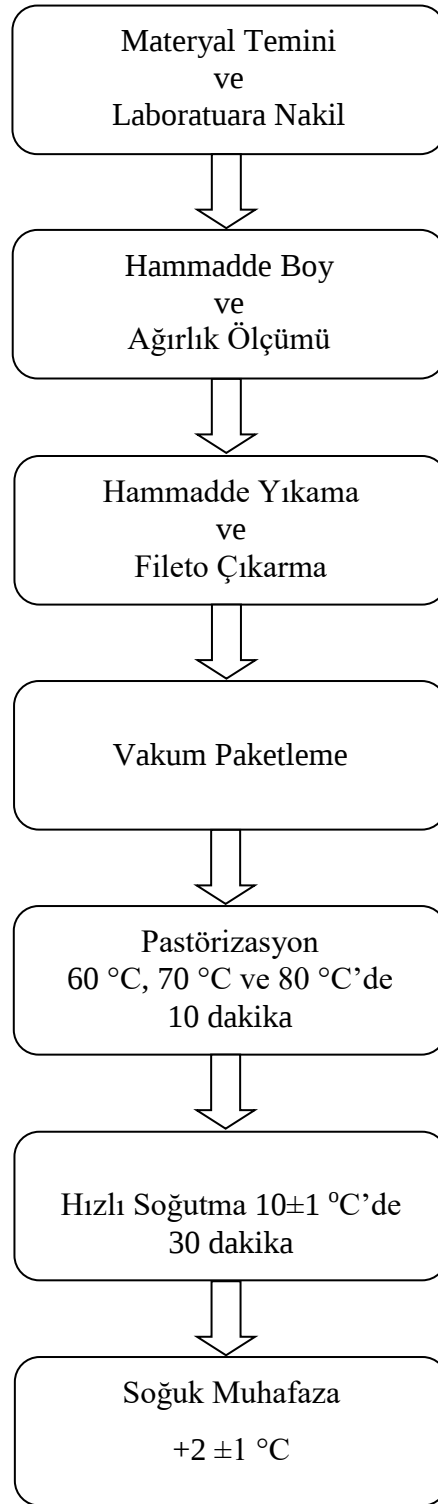
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışma için Beyşehir Gölü'nden avlanan ortalama boyları 35.75 ± 3.15 cm ve ortalama ağırlıkları 411.87 ± 99.62 g olan toplam 40 adet Percidae familyasından sudak (*Sander lucioperca Linnaeus, 1758*) kullanılmıştır. Toplam ağırlığı 16474.8 g olan sudak balıkları fileto edildikten sonra 11346 g olarak belirlenmiştir. Yenebilen kısmın toplam ağırlığa oranı ile et verimi hesaplanarak % 68. 86 olarak bulunmuştur.

2.1.1. Materyal Hazırlığı ve Sous Vide Uygulama

Çalışmada kullanılan Sudak balığı Beyşehir Gölü'nden avlandıktan sonra strafor kutular içerisinde buzlanarak soğuk zincir altında kontaminasyondan uzak bir şekilde zarargörmeden 24 saat içerisinde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarına getirilmiştir. Taze sudak balığına analizler yapıldıktan sonra geriye kalan balıklar tartılmış ve fileto çıkarma işlemi yapılmıştır (Şekil 4, 5 ve 6). Daha sonra ürünler 3 gruba ayrılarak 3 farklı sıcaklıkta (60 °C, 70 °C ve 80 °C) sous vide işlemi gerçekleştirildi. İşleme ait akış şeması Şekil 3'te verilmiştir.



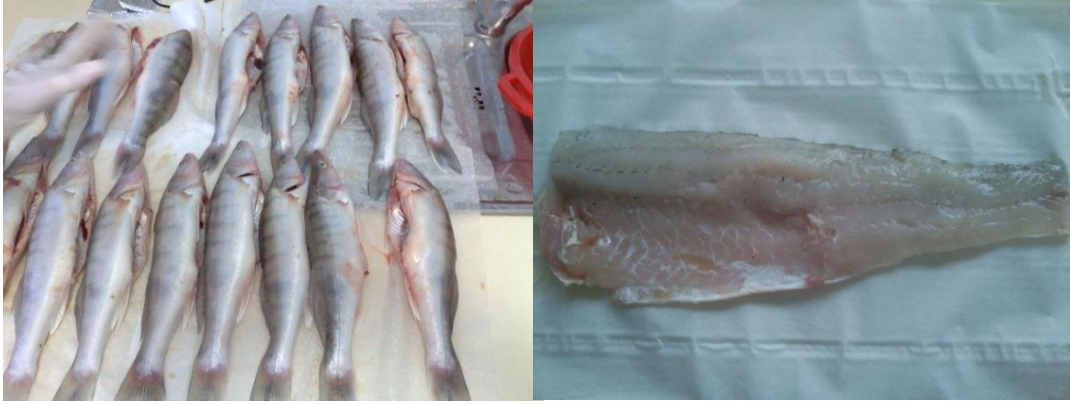
Şekil 3. Ürün akış şeması



Şekil 4. Çalışmada kullanılan sudak balıkları



Şekil 5. Balıkların ağırlık ve boy ölçümü



Şekil 6. Fileto çıkarma işlemi

Elde edilen filetolar 125'er g'lık paketler halinde sızdırmaz polietilen poşetlerin içine yerleştirilmiş ve vakumlanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7.Filetoların vakumlanması

Vakumlama işleminden sonra poşetler 60 °C, 70 °C ve 80 °C sıcaklık değerleri için ayrı ayrı tanımlanıp su banyosunda cihazında her bir sıcaklık için 10 dakika süre ile ısıtılma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8.Vakum paketlenmiş ürünlerepastörizasyon işlemi uygulanması

Pastörize edilen poşetler ısıtıl işlemin ardından 10 ± 1 °C sıcaklıktaki buzlu su dolu kaplar içerisinde 30 dakika süre ile bekletilerek hızlı soğutma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Hızlı soğutma işlemi

Hızlı soğutma işleminden sonra elde edilen son ürünler Şekil 10’da gösterilmiştir.



Şekil 10. Sous vide uygulanmış sudak balıkları

Hızlı soğutma işleminden sonra sous vide ambalajlanmış sudak balıklarına her bir sıcaklıktaki gruplar için ilk gün analizleri yapılmıştır. Ardından poşetler ayrı gruplar halinde 2 ± 1 °C’de muhafazaya alınmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Soğuk muhafaza uygulaması (2 ± 1 °C)

2.2. Metod

Bu çalışmada örneklerin analizleri 1. günden itibaren 63. güne kadar devam etmiştir. Bu aralıklarda biyokimyasal kompozisyon değişimleri izlemek amacıyla, ham protein, ham yağ, ham kül ve kuru madde analizleri 0., 35., 49. ve 63. günlerde yapılmıştır. Kimyasal kalite değişimlerini izlemek amacıyla Toplam Uçucu Bazik-Azot (TVB-N), Tiyobarbitürik Asit (TBA) ve pH analizleri haftalık periyotlarla yapılmıştır. Mikrobiyolojik değişimleri belirlemek amacıyla toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımı, koliform grubu bakteri sayımı haftalık periyotlarla yapılmıştır. Modifiye edilmiş değerlendirme formları hazırlanarak duyusal analiz değişimleri de haftalık periyotlarla izlenmiştir. Analizler Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Her analiz döneminde 2 ± 1 °C’de soğukta muhafaza edilen örneklerin her bir grubundan (60 °C, 70 °C ve 80 °C) 2’şer tane alınıp toplamda 6 adet paket rastgele seçilip, iki paralelli olacak şekilde analizler yapılmıştır.

2.2.1. Biyokimyasal Analizleri

2.2.1.1. Ham Protein Analizi

Kjeldahl metoduna göre yapılan toplam ham protein analizinde 0.5 g homojenize edilmiş örnek Kjeldahl tüplerine konulmuştur. Tüplerin içerisine 1 tablet ($K_2SO_4 + Cu_2SO_4$) ve 25 ml derişik H_2SO_4 katalizör olarak eklenmiş ve ardından Kjeldahl yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Örnek yeşil-sarı saydam bir renk alıncaya

kadar 420 °C’de 5-6 saat süre ile yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işleminden sonra soğumaya bırakılan tüplere 50 ml saf su ilave edilerek 10 N NaOH ve saf su ile destilasyona tabi tutulmuştur. Bu işlem elde edilen destilat içerisinde 50 ml % 4’lük borik asit bulunan dereceli bir erlende toplam hacim 150 ml oluncaya kadar devam etmiştir. Ardından metil kırmızısı ve bromokresol yeşili içeren belirteç çözeltisinden 10 damla damlatılarak destilat 0.1 N H₂SO₄ ile titre edilmiştir. % ham protein miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Norwitz, 1970).

$$\text{Ham Protein (\%)} = \frac{(\text{Sarfiyat } 0.1\text{N H}_2\text{SO}_4 \text{ ml} - (\text{Alınan } 10 \text{ N NaOH ml})) \times 0.14 \times 6.25}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \quad (1)$$

2.2.1.2. Ham Yağ Analizi

Ekstraksiyon yöntemi kullanarak yapılan analizde kurutulan örneklerden 3’er gram alınarak ekstraksiyon kartuşlarına konulmuş ve ekstraksiyon cihazına yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon cihazına hassas terazide tartılmış ve içerisine dietil eter ilave edilmiş cam balonlar konularak örnekler 110 dakika yağ çözme işlemine tabi tutulmuştur. Örnekten elde edilen yağ cam krozede toplanmış ve dietil eteri uçurmak için etüvde 30 dakika bekletilmiştir. Ardından yağ örnekleri cam krozelerle tartılmış ve aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. (Norwitz, 1970).

$$\text{Ham Yağ (\%)} = \frac{(\text{Son Tartım(g)} + \text{Lipid (g)}) - \text{İlk Tartım(g)}}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \times 100 \quad (2)$$

2.2.1.3. Kuru Madde Analizi

Kuru madde analizinde kullanılacak petri ler etüvde 105 °C’de 2 saat kurutulup desikatörde soğutulmuştur. Soğutulan petri kaplarının boş daraları alınarak içlerine yaklaşık 5 gram örnek koyulmuştur. Etüvde 105 °C’de 24 saat sabit tartıma getirilip desikatörde tekrar soğutulmuştur. Petri ler tartılarak kuru madde miktarı aşağıdaki formüle ile hesaplanmıştır. (Norwitz, 1970).

$$\text{Kuru Madde Miktarı (\%)} = \frac{\text{son tartım} - \text{ilk tartım} \times 100}{\text{numune ağırlığı}} \quad (3)$$

2.2.1.4. Ham Kül Analizi

Ham kül analizi için, porselen krozeler 550 °C’de 1 saat süre yakılmış ve desikatörde soğutulduktan darası alınarak içerisine homojen edilmiş örneklerden yaklaşık 2 g konulmuştur. Kül fırınında 550 °C’de 12 saat yakıldıktan sonra desikatörde soğutulup tartımı yapılmış ve aşağıdaki formül ile % ham kül miktarı hesaplanmıştır (Norwitz, 1970).

$$\text{Ham Kül Miktarı (\%)} = \frac{(\text{Dara(g)} + \text{Ham Kül (g)}) - \text{Dara(g)}}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \times 100 \quad (4)$$

2.2.2. Kimyasal Analizler

2.2.2.1. Toplam Uçucu Bazik Azot Analizi (TVB-N)

Lücke-Geidel metoduna göre yapılan TVB-N tayini için 10±0.01 g örnek homojen hale getirilip bir balon içerisine konulmuş, üzerine 1 g magnezyum oksit (MgO), köpürmeyi önlemek için birkaç damla silikon yağı ve 100 ml saf su ilave edilmiştir. Titrasyon kabı olarak kullanılan 500 ml’ lik geniş boyunlu bir erlene 10 ml %3’lük borik asit (H₃BO₃), 8 damla tashiro indikatörü ve yaklaşık 100 ml saf su ilave edilmiştir. İçerisinde örnek bulunan balon, 15–20 dakika destilasyona tabi tutulmuş ve elde edilen destilat, 0.1 N hidroklorik asitle (HCl) ile titre edilmiştir. Toplam uçucu bazik azot miktarları aşağıdaki ile hesaplanmıştır (İnal, 1992; Varlık vd., 1993).

$$\text{TVB – N(mgN/100g Örnek)} = \frac{(A \times 1.4 \times 100)}{B} \quad (5)$$

A: ml olarak harcanan 0.1 N asit miktarı

B: Örneğin tartım ağırlığı

2.2.2.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Analizi

Tarladgis vd. (1960)'e göre yapılan Tiyobarbitürik asit tayini için homojenize edilmiş örnekten 10 ± 0.1 g tartılmış, 50 ml destile su ilave edilerek karıştırılmıştır. Ardından 47.5 ml saf su ilave edilerek Kjeldahl balonuna aktarılıp 2.5 ml 4 N HCl ilave edilmiştir. Kjeldahl balonu 50 ml destilat toplayıncaya kadar destilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Destilattan tüplere 5'er ml alınıp, üzerine 0.02 M tiyobarbitürik asit ayıracından ilave edilerek, 35 dakika kaynar su banyosunda tutulup soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan destilat spektrofotometre tüplerine aktararak 538 nm dalga boyunda optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri 7.8 ile çarpılarak 1000g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır (Smith vd., 1992; Varlık vd., 1993).

$$\text{TBA mg malonaldehit/kg} = A_{538} * 7.8 \quad (6)$$

A_{538} =Örneğin absorbans değeri

2.2.2.3. pH Ölçümü

pH değeri analizi için 10g örnek homojen hale getirilmiştir. Ardından 1:1 oranında saf su ilave edilmiş ve prob bu çözelti içinde daldırılarak ölçülmüştür (Curran vd., 1980).

2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için 25 g örnek steril bir şekilde Stomacher poşetlerine (Seward Medical, UK) alınmıştır. Bu poşetlere 225 ml'lik steril peptonlu su (Merck, Kat No: 107214) ilave edilerek Stomacher'de homojenize edilmiştir. Homojen hale getirilen örnekten alınıp içerisinde 9 ml peptonlu su bulunan tüplerde dilüsyonlar hazırlanmıştır. Yapılan ekimlerden sonra sonuçlar log kob/g olarak değerlendirilmiştir (Baumgart, 1986).

2.2.3.1. Toplam Aerob Mezofilik ve Toplam Psikrofil Bakteri Sayımı

Toplam aerob mezofilik ve psikrofil bakterilerin sayımı için PCA (Plate Count Agar) besi yeri kullanılmıştır. Dilüsyonlardan 0.1 ml alınarak yayma yöntemiyle ekimler yapılmıştır. Toplam aerob mezofilik bakteri sayımı için 37 °C’de 48 saat, toplam psikrofil aerob bakteri sayımı için ise 8 °C’de 10 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda koloniler sayılmış ve sonuçlar logaritmik değerlere çevrilip log kob (koloni oluşturan birim)/g olarak ifade edilmiştir (Harrigan ve McCance, 1976).

2.2.3.2. Toplam Koliform Sayımı

Toplam koliform bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) besi yeri kullanılmıştır. Dilüsyonlardan 0.1 ml alınarak petri kutusuna aktarılmış ve üzerine 45–50 °C’ye kadar soğutulmuş VRB agar dökülmüştür. Mezofilik koliform grubu bakteri sayımı için 37 °C’de 24 saat ve psikrofilik koliform grubu bakteri sayımı için ise 8°C’de 10 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda koloniler sayılmış, sonuçlar logaritmik değerlere çevrilmiş ve log kob/g olarak ifade edilmiştir (Halkman, 2005).

2.2.4. Duyusal Analizler

Sous vide ambalajlanmış sudak balığının görünüşü, kokusu ve tekstür özelliği Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde bulunan 5 panelist tarafından ürün ısıtılmadan gerçekleştirilmiş ve 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Duyusal analiz formuna göre 10 puan üzerinden değerlendirme yapılmış olup 10-8:Kusursuz, 7.9-6:İyi, 5.9-4: Orta ve 3.9-1: Bozulmuş olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirilen parametrelerin ortalamaları alınarak her ürün grubu için kalite sınıflandırması yapılmıştır. Buna göre 3.9 puanın altı bozuk kabul edilmiştir. Duyusal analiz için kullanılan puanlama sistemi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Duyusal analiz değerlendirme tablosu

Ürün Grupları	Duyusal Kriterler		
	Görünüş	Tekstür	Koku
60 °C			
70 °C			
80 °C			
10-8: Kusursuz; 7.9-6: İyi; 5.9-4: Orta ve 3.9-1: Bozulmuş			

2.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmada sonunda elde edilen veriler, sonuçların paralellerinin (n:2) ortalama $\pm$ standart sapması alınmıştır. Elde edilen verilerin gruplar arası farkını saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların önemlilik testi için ‘One Way Anova’ uygulanmıştır ($P<0.05$). İstatistikî analizde JMP 5.0.1. SAS (SAS Institute Inc, NC, ABD) paket programı kullanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000).

3. BULGULAR

3.1. Biyokimyasal Analiz Değerleri

3.1.1. Ham Protein (%) Analiz Değerleri

Sudak filetolarına uygulanan sous vide işleminin 60, 70 ve 80 °C’de uygulanmasından itibaren raf ömrü süresince elde edilen protein değerleri Tablo 2 ve Şekil 12’de verilmiştir. Taze materyalde protein miktarı % 17.81±0.46 olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Sudak filetolarının depolanması süresince protein miktarı değişimleri

Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	17,81±0,46	17,81±0,46	17,81±0,46
0. Gün	17,61±0,57 _A ^a	18,73±0,02 _A ^{ab}	19,51±0,05 _A ^b
35. Gün	20,63±0,22 _B ^a	22,73±0,45 _B ^b	21,72±0,10 _B ^{ab}
49. Gün		20,84±0,47 _C ^a	21,52±0,27 _{BC} ^a
63. Gün			20,95±0,21 _C

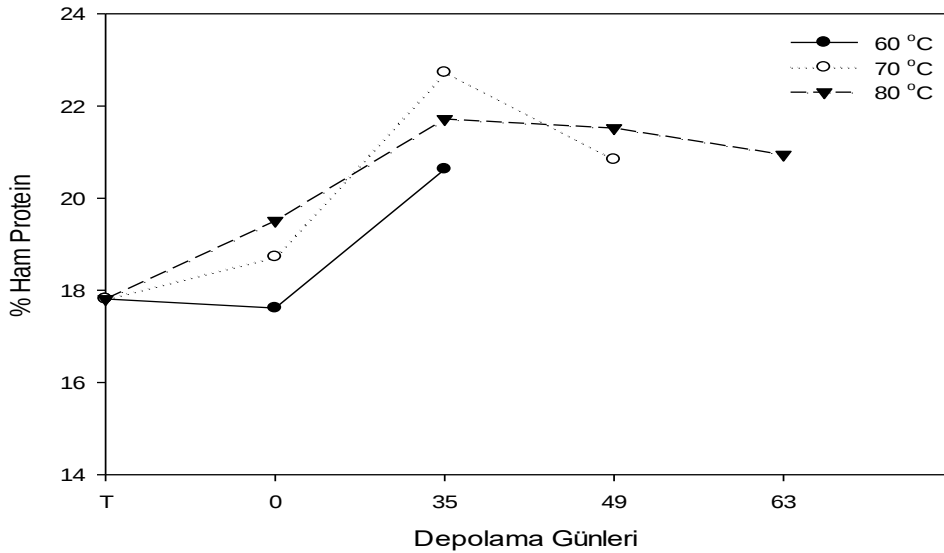
Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

Sous vide işleminin 60 °C’de uygulandığı sudak filetolarında, yapılan analizler sonucu protein miktarı 0. günde % 17.61 olarak kaydedilmiş olup, 35. günde ise % 20.63 değerine yükselmiştir. Bu artış 0. gün protein miktarından istatistiki açıdan farklı bulunmuştur (P<0.05).

Yapılan analizler sonucunda 70 °C’de uygulanan sous vide işleminde protein miktarı 0. günde % 18.73, 35. günde % 22.73 ve son olarak 49. günde ise % 20.84 olarak belirlenmiştir. Grup içi istatistiki değerlendirmeler neticesinde depolama günleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05).

80 °C’de uygulanan sous vide işlemiyle beraber protein miktarı 0. günde % 19.51 olarak bulunmuş ve 35. günde artış göstererek % 21.72 değeri kaydedilmiştir. Depolama günlerine bağlı olarak azalış gösteren protein miktarı 49. günde % 21.52 ve son olarak 63. günde yapılan analizde % 20.95 olarak bulunmuştur.

Protein değerlerini gruplar arası değerlendirdiğimizde 60 °C’lik grup 0. günde 70 °C’lik grup ile benzer ($P>0.05$), fakat 80 °C’lik gruptan farklı bulunmuştur ($P<0.05$). 35. günde 60 °C’lik grup 70 °C’lik grup ile farklı ($P<0.05$), 80 °C’lik grup ile de benzer ($P>0.05$) olarak kaydedilmiştir. 49. günde ise 70 °C ve 80 °C’lik gruplar arasında istatistiki açıdan fark belirlenmemiştir ($P>0.05$).



Şekil 12. Sudak filetolarının depolama süresince protein değerleri miktarındaki değişimler

3.1.2. Ham Yağ (%) Analiz Değerleri

60, 70 ve 80 °C’de uygulanan sous vide işleminden itibaren raf ömrü süresince elde edilen ham yağ değerleri Tablo 3 ve Şekil 13’de verilmiştir. Taze materyalde ham yağ miktarı 0.47 ± 0.06 olarak belirlenmiştir.

Sous vide işleminin 60 °C’de uygulandığı sudak filetolarının depolama günlerine göre ham yağ değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 0. günde ham yağ

değeri % 0.45 olarak ve 35. günde % 0.54 bulunmuştur. Grup içi değerlendirmelerde depolama günleri istatistiki açıdan benzer bulunmuştur ($P>0.05$).

Tablo 3.Sudak filetolarının depolanması süresince ham yağ değişimleri

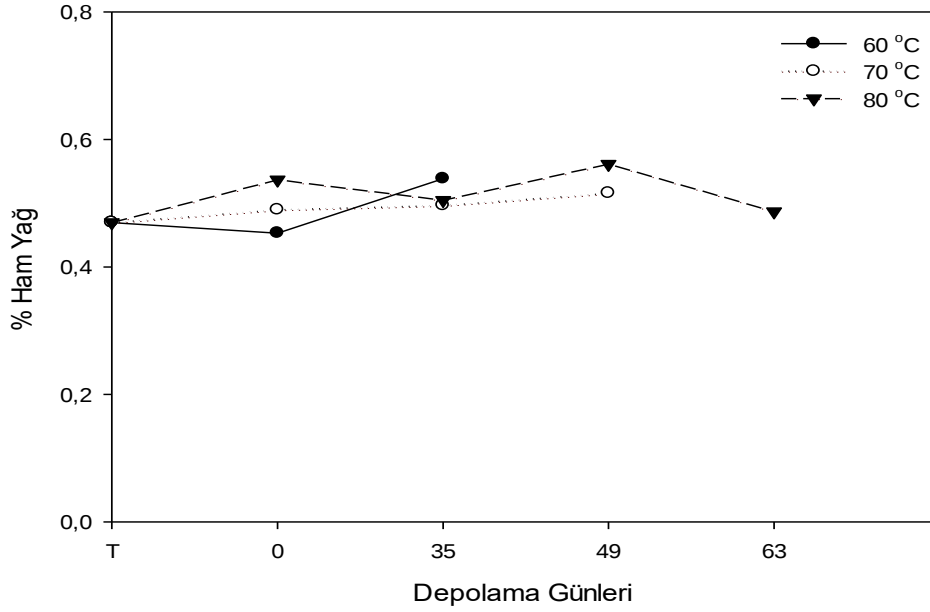
Depolama Zamanı	Uygulanan İşlemler		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	0,47±0,06	0,47±0,06	0,47±0,06
0. Gün	0,45±0,03 _A ^a	0,49±0,01 _A ^a	0,54±0,04 _A ^a
35. Gün	0,54±0,01 _A ^a	0,50±0,00 _A ^a	0,50±0,01 _A ^a
49. Gün		0,52±0,03 _A ^a	0,56±0,04 _A ^a
63. Gün			0,49±0,02 _A

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$).
Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$).

70 °C’de uygulanan sous vide işleminde elde edilen ham yağ değeri 0. günde % 0.49 olarak belirlenmiştir. En yüksek değer % 0.52 ile 49. günde elde edilmiştir. Grup içi değerlendirmelerde depolama günleri istatistiki açıdan benzer bulunmuştur ($P>0.05$).

Son olarak 80 °C’de uygulanan sous vide işlemi sonrasında depolama süresince yapılan analizlere göre ham yağ değeri 0. günde % 0.54 olarak bulunmuştur. En yüksek değer % 0.56 ile 49. günde, en düşük değer ise % 0.49 ile 63. günde kaydedilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirmeler neticesinden grup içi farklı depolama günleri arasında önemli farklılıkların olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).

Gruplar arası değerlendirme söz konusu olduğunda 60 °C’ lik, 70 °C’lik ve 80 °C’lik gruplar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir ($P>0.05$).



Şekil 13. Sudak filetolarının depolama süresince ham yağ miktarındaki değişimleri

3.1.3. Nem (%) Analiz Değerleri

Sous vide işleminin 60, 70 ve 80 °C 'de uygulandığı sudak filetolarının raf ömrü süresince elde edilen nem değişimleri Tablo 4 ve Şekil 14'te verilmiştir. Taze materyalde % 78.76 olarak ölçülen nem içeriği ürünlerin işlenmesiyle birlikte bütün gruplarda bir azalışın olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Sudak filetolarının depolanması süresince nem değişimleri

Depolama Zamanı	Uygulanan İşlemler		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	78,76±0,20	78,76±0,20	78,76±0,20
0. Gün	78,62±0,52 ^A ^a	78,91±0,70 ^A ^a	78,45±0,07 ^A ^a
35. Gün	77,64±0,39 ^A ^a	75,60±0,61 ^B ^b	76,63±0,14 ^A ^{ab}
49. Gün		77,23±0,10 ^{AB} ^a	76,18±0,24 ^A ^b
63. Gün			77,11±1,50 ^A

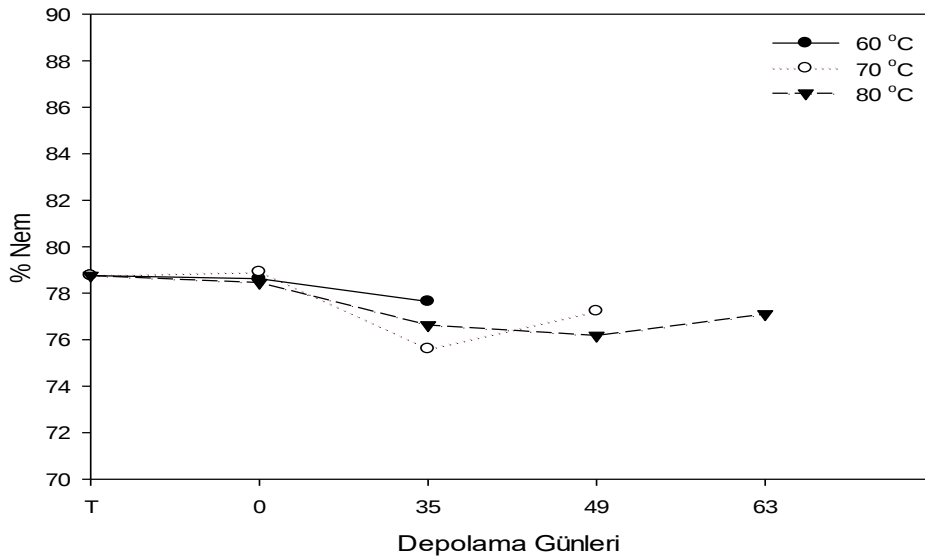
Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

60 °C’de uygulanmış sous vide işleminde taze örnekteki nem miktarı 0. günde % 78.62 olarak kaydedilmiştir. 35. günde % 77.64 değeri bulunmuştur. Günler arasında istatistiki açıdan önemli farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Sous vide işleminin 70 °C’de uygulandığı sudak filetolarının nem miktarı 0. günde % 78.91 olarak bulunmuş, en düşük değer % 75.60 ile 35. günde kaydedilmiş ve artış göstererek 49. günde % 77.23 olarak belirlenmiştir. 0. gün değeri 35. günden farklı, 42. günle benzer bulunmuştur ($P>0.05$).

Uygulanan sous vide işleminin 80 °C’de gerçekleştirildiği sudak filetolarının nem miktarı 0. günde % 78.45 olarak bulunmuştur. Değerler son analiz günü olan 63. güne kadar dalgalanmalar göstermiş, en düşük değer % 76.18 ile 49. günde kaydedilmiştir. Yapılan incelemelerde istatistiki açıdan tüm günler arasında bir fark gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Nem miktarlarını gruplar arası değerlendirdiğimizde, 60 °C’lik grubun 0. günde 70 °C’lik ve 80 °C’lik gruplar ile benzer olduğu ($P>0.05$), 35. günde ise sadece 70 °C’lik grup ile aralarında önemli farklılık ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. 70 °C’lik ve 80 °C’lik gruplar arasında ise 49. gün hariç istatistiki açıdan önemli farklılıklar olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).



Şekil 14. Sudak filetolarının depolama süresince % nem miktarındaki değişimler

3.1.4. Ham Kül Analiz Değerleri

Sudak filetolarına 60, 70 ve 80 °C’de sous vide işleminin uygulanmasından itibaren raf ömrü süresince elde edilen ham kül değerleri Tablo 5 ve Şekil 15’te verilmiştir. Taze materyalde ham kül miktarı % 1.25±0.15 olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.Sudak filetolarının depolanması süresince ham kül değişimleri

Depolama Zamanı	Uygulanan İşlemler		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	1,25±0,15	1,25±0,15	1,25±0,15
0. Gün	1,38±0,14 ^A ^a	0,89±0,05 ^A ^b	0,98±0,00 ^A ^b
35. Gün	1,11±0,01 ^A ^a	1,08±0,14 ^A ^a	1,00±0,04 ^A ^a
49. Gün		1,17±0,23 ^A ^a	1,11±0,00 ^B ^a
63. Gün			1,04±0,01 ^{AB}

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05).

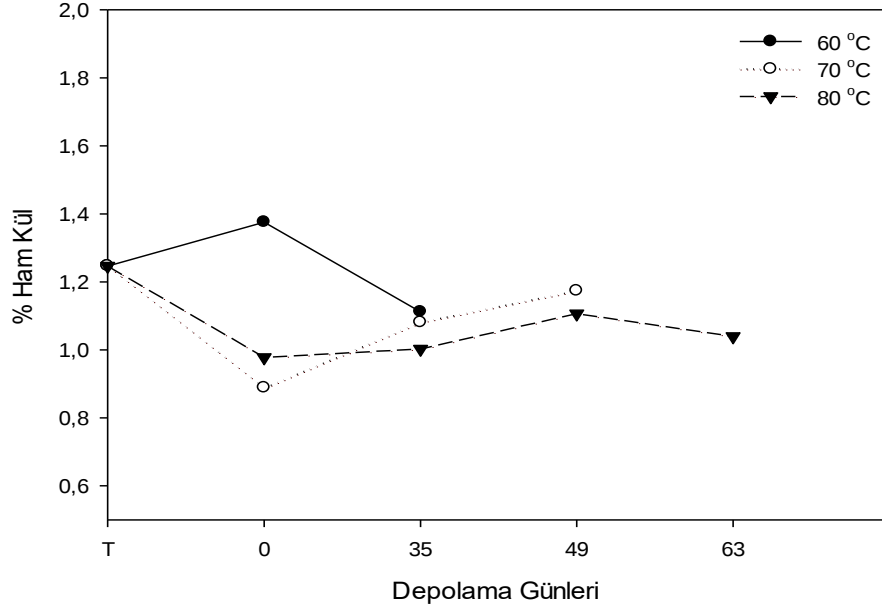
Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

60 °C’de uygulanan sous vide işleminde taze örnekteki ham kül değeri 0. günde % 1.38 olarak bulunmuştur. 35. günde ise % 1.11 olarak kaydedilmiştir. Depolama günleri arasında istatistiki açıdan önemli bir fark kaydedilmemiştir (P>0.05).

Sous vide işleminin 70 °C’de uygulandığı sudak filetolarında ölçülen ham kül miktarı 0. günde % 0.89 olarak ölçülmüştür. Değerler son ölçüme kadar artış ve azalış göstermiş olup, depolama günleri arasında istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir (P>0.05).

Son olarak 80 °C’de uygulanan sous vide işleminde ham kül miktarı 0. günde % 0.98 olarak elde edilmiştir. Bu aynı zamanda ölçülen en düşük değerdir. En yüksek değer % 1.11 ile 49. günde kaydedilmiştir. İstatistiki açıdan değerlendirdiğimizde 0. gün değeri 49. günden farklı bulunmuştur (P<0.05).

Gruplar arası istatistiki değerdendirmede 60 °C’lik grubun ham kül değerdeleri 70 °C ve 80 °C’lik gruplardan 0. günde farklı bulunmuştur ($P<0.05$). 70 °C’lik grup ise 80 °C’lik grup ile istatistiki açıdan benzer olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$).



Şekil 15. Sudak filetolarının depolama süresince ham kül miktarındaki değışimleri

3.2. Kimyasal Analiz Değerdeleri

3.2.1. TVB-N Analiz Değerdeleri (mg/100g)

Sous vide işleminin 60, 70 ve 80 °C’de uygulandığı sudak filetolarının raf ömrü süresince elde edilen TVB-N değerdeleri Tablo 6 ve Şekil 16’da verilmiştir. Taze materyalde ölçülen TVB-N değeri 14.01 mg/100g olarak belirlenmiştir. Tüm gruplarda 0. günde de aynı değeri kaydedilmiş olup bu 17.51 mg/100g olarak ölçülmüştür.

60 °C’de uygulanan sous vide işleminde TVB-N değeri 7. günde 19.21 mg/100g olarak ölçülmüştür. En yüksek değeri 35. günde sınır değeri (30 mg/100g) aşarak 36.42 mg/100g olarak bulunmuştur. 28. ve 35. gün değerdeleri diğeri analiz günlerinden farklı ölçülmüştür ($P<0.05$).

Sudak filetolarına uygulanan sous vide işleminin 70 °C’de uygulanmasından itibaren depolama sırasında 7. günde 17.51 mg/100g olarak ölçülmüştür. Depolama

süresince artış gösteren TVB-N miktarı 49. günde 33.62 mg/100g olarak belirlenmiş ve sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Tablo 6. Sudak filetolarının depolanması süresince TVB-N değişimleri (mg/100g)

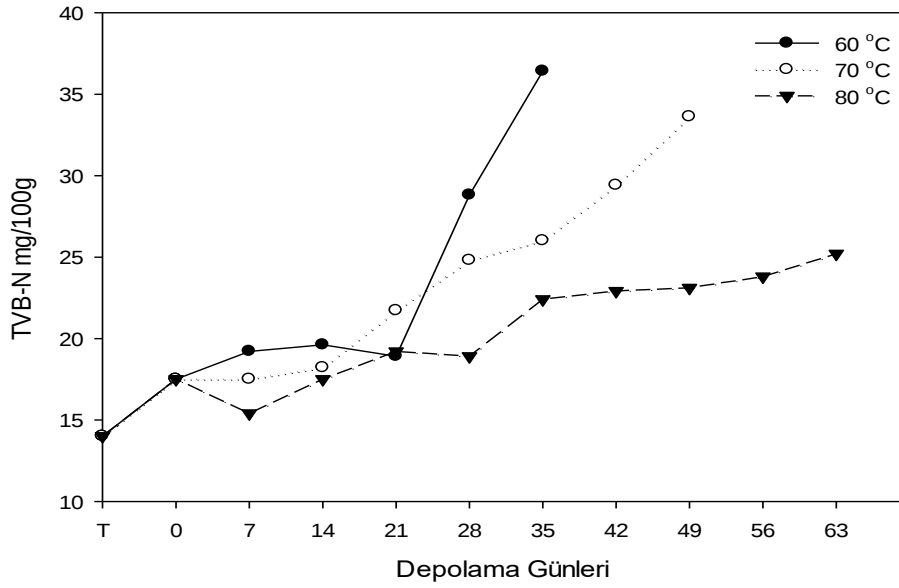
Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	14,01±0,00	14,01±0,00	14,01±0,00
0. Gün	17,51±0,99 ^{Aa}	17,51±0,99 ^{Aa}	17,51±0,99 ^{ABa}
7. Gün	19,21±0,57 ^{Aa}	17,51±0,99 ^{ABa}	15,41±0,00 ^{Ab}
14. Gün	19,61±0,00 ^{Aa}	18,21±0,00 ^{Aa}	17,51±0,99 ^{ABa}
21. Gün	18,91±0,99 ^{Aa}	21,71±0,99 ^{Ba}	19,21±0,57 ^{Ba}
28. Gün	28,82±0,85 ^{Ba}	24,81±0,57 ^{Cb}	18,91±0,99 ^{Bc}
35. Gün	36,42±0,00 ^{Ca}	26,01±0,85 ^{Cb}	22,41±0,00 ^{Cc}
42. Gün		29,42±0,00 ^{Da}	22,91±1,27 ^{Cb}
49. Gün		33,62±0,00 ^{Ea}	23,11±0,99 ^{Cb}
56. Gün			23,81±0,00 ^C
63. Gün			25,21±0,57 ^C

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05).

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

80 °C’de uygulanan sous vide işleminde yapılan analizlerde TVB-N miktarı depolama süresine bağlı olarak artmıştır. Diğer gruplara göre daha az artış görülen TVB-N değeri 63. günde yapılan analizde 25.21 mg/100g olarak bulunmuştur.

Gruplar arası değerlendirme yapıldığında 60 °C’lik grubun 28. ve 35. günde 70 °C’lik gruptan, 7. 28. ve 35. günde 80 °C’lik grupdan farklı olduğu bulunmuştur (P<0.05). 70 ve 80 °C’lik gruplar arasında ise farklılıkların 28. günden itibaren önemli olduğu tespit edilmiştir (P>0.05).



Şekil 16. Sudak filetolarının depolama süresince TVB-N miktarındaki değişimleri (mg/100g)

3.2.2. TBA Analiz Değerleri (mg MA/kg)

60, 70 ve 80 °C’de sous vide uygulanmış sudak filetolarının raf ömrü süresince elde edilen TBA değişimleri Tablo 7 ve Şekil 17’de verilmiştir. Taze materyalde TBA değeri 0.02 ± 0.01 mg MA/kg olarak ölçülmüş, sous vide işleminden sonra yapılan TBA ölçümlerinde bütün gruplarda bir artış olduğu belirlenmiştir.

60 °C’de uygulanan sous vide işleminde depolama süresince yapılan analizler incelendiğinde 21. güne kadar TBA değerleri arasında önemli değişim olmadığı belirlenmiştir. 21. günde itibaren TBA değerleri arasında farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır. En yüksek değer 0.36 mg MA/kg ile 35. günde kaydedilmiştir.

Sudak filetolarına 70 °C’de uygulanan sous vide işleminde TBA miktarı depolama süresine bağlı olarak artmış ve depolama sonunda 49. gün 1.01 mg MA/kg tespit edilmiştir. 0. gün TBA değeri diğer depolama günlerinden farklı bulunmuştur ($P < 0.05$).

Tablo 7. Sudak filetolarının depolanması süresince TBA değişimleri (mg MA/kg)

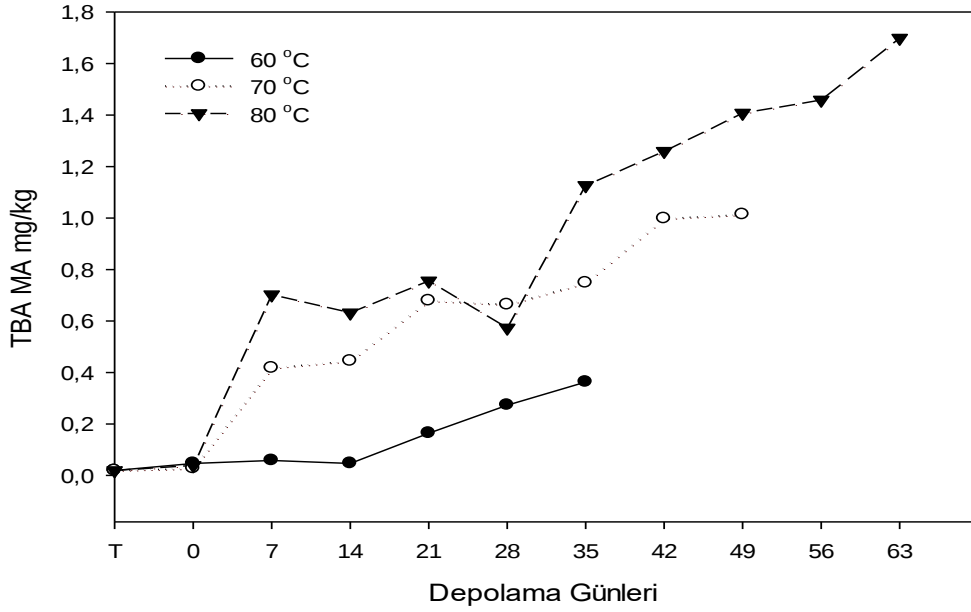
Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01
0. Gün	0,05±0,01 _A ^a	0,03±0,01 _A ^a	0,04±0,01 _A ^a
7. Gün	0,06±0,01 _A ^a	0,42±0,03 _B ^b	0,70±0,01 _B ^c
14. Gün	0,05±0,00 _A ^a	0,44±0,03 _B ^b	0,63±0,07 _B ^c
21. Gün	0,16±0,00 _B ^a	0,68±0,02 _C ^b	0,76±0,02 _B ^c
28. Gün	0,31±0,02 _C ^a	0,66±0,00 _C ^b	0,57±0,04 _B ^b
35. Gün	0,36±0,01 _D ^a	0,75±0,04 _C ^b	1,13±0,06 _C ^c
42. Gün		1,00±0,06 _D ^a	1,26±0,04 _{CD} ^b
49. Gün		1,01±0,04 _D ^a	1,41±0,04 _D ^b
56. Gün			1,46±0,03 _D
63. Gün			1,60±0,18 _E

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05).

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

Depolama süresince en çok artış 80 °C'lik grupta gözlemlenirken depolama sonunda 1.60 mg MA/kg olan TBA değerinin tüketim değerleri açısından önemli düzeylerde olmadığı belirlenmiştir. 0. gün ve 63. gün değerlerinin diğer depolama günlerinden ve birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir (P<0.05).

Gruplar arası değerlendirme yapıldığında 0. günde gruplar arasında bir fark olmadığı gözlemlenmiştir (P>0.05). 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerde ise tüm grupların birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (P<0.05). 70 °C ve 80 °C'lik gruplar arasında 0. ve 28. gün hariç değişimler önemli bulunmuştur (P>0.05).



Şekil 17. Sudak filetolarının depolama süresince TBA miktarındaki değişimleri (mg MA/kg)

3.2.3. pH Analiz Değerleri

60, 70 ve 80 °C’de sous vide uygulanmış sudak filetolarının raf ömrü süresince elde edilen pH değişimleri Tablo 8 ve Şekil 18’de verilmiştir. Taze materyalde pH 6.28 olarak ölçülmüş, sous vide işleminden sonra yapılan pH ölçümlerinde bütün gruplarda bir artış olduğu belirlenmiştir.

60 °C’de sous vide işlemi uygulanmış grupta depolama süresince görülen değişimler incelendiğinde 0. günde 6.64 ± 0.04 ölçülen pH değerinin 7. gün hariç diğer gruplardan farklılık gösterdiği gözlenmiştir ($P < 0.05$). 7. gün pH değerinden sonra depolama süresine bağlı olarak pH değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. 60 °C için depolamanın son gününde ölçülen 6.27 ± 0.00 pH değeri diğer gruplardan istatistiki açıdan önemli farklılık göstermiştir ($P < 0.05$).

Tablo 8. Sudak filetolarının depolanması süresince pH değişimleri

Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	6,28±0,00	6,28±0,00	6,28±0,00
0. Gün	6,64±0,04 ^A ^a	6,43±0,00 ^A ^b	6,38±0,03 ^{BC} ^b
7. Gün	6,72±0,03 ^A ^a	6,45±0,00 ^{AB} ^b	6,44±0,01 ^B ^b
14. Gün	6,52±0,03 ^B ^a	6,42±0,06 ^A ^{ab}	6,24±0,07 ^{DE} ^b
21. Gün	6,41±0,01 ^C ^a	6,43±0,04 ^A ^a	6,34±0,01 ^{BCD} ^a
28. Gün	6,44±0,01 ^{BC} ^a	6,55±0,01 ^B ^b	6,57±0,01 ^A ^b
35. Gün	6,27±0,00 ^D ^a	6,10±0,01 ^C ^b	6,32±0,00 ^{CD} ^c
42. Gün		6,17±0,03 ^{CD} ^a	6,44±0,00 ^B ^b
49. Gün		6,25±0,00 ^D ^a	6,29±0,04 ^{CDE} ^a
56. Gün			6,35±0,03 ^{BCD}
63. Gün			6,18±0,00 ^E

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05).

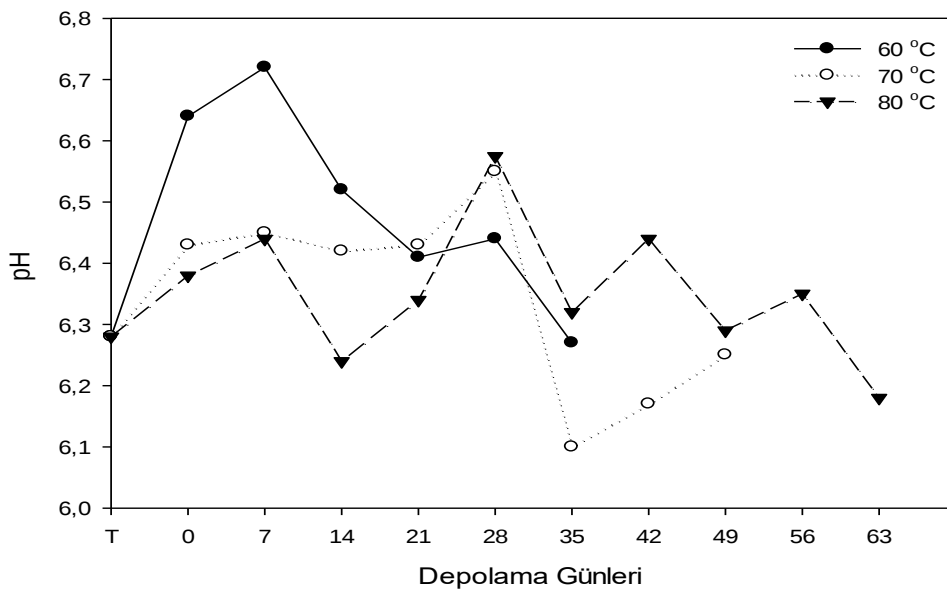
Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

Sous vide işlemi 70 °C’de uygulanan grubun depolama süresince kaydedilen değişimleri incelendiğinde, uygulanan işlem sonrası 0. günde 6.43±0.00 olarak ölçülen pH değerinin 7., 14. ve 21. gün dışında diğer gruplardan farklılık gösterdiği gözlenmiştir (P<0.05). 28. gün pH değerinden sonra pH değerlerinin azaldığı görülürken, 28., 35. ve 49. gün pH değerleri birbirinden farklılık göstermektedir (P<0.05). 70 °C için depolamanın son günü olan 49. günde ölçülen 6.25±0.00 pH değeri diğer depolama günlerinden 42. gün hariç istatistiki açıdan önemli farklılık göstermiştir (P<0.05).

80 °C’de sous vide işlemi uygulanan ürünlerin pH değeri 0. gün 6.38 olarak ölçülmüş ve bu değer 14., 28. ve 63. gün pH değerlerinden farklı bulunmuştur (P<0.05). Ölçülen pH değerleri arasında en yüksek değer 28. günde 6.57 olarak kaydedilmiştir. 80 °C için depolamanın son günü ölçülen 6.18 pH değeri ile en düşük değer elde edilmiş ve istatistiki açıdan 14 ve 49. günler hariç diğer günlerden önemli bir fark gözlenmiştir (P<0.05).

Sudak filetolarına 60, 70 ve 80 °C’de uygulanan sous vide işlemi sonrasında taze örnekte ölçülen pH değerlerinin yükseldiği görülmüştür. Uygulanan işlemler sonucunda pH değerindeki maksimum artış 60 °C’lik grupta 7. gün (6.72) tespit edilmiştir.

Gruplar arası yapılan değerlendirmede 60 °C’lik grup pH sonuçları 70 °C’lik gruptan 14 ve 21. gün hariç, 80 °C’ lik gruptan ise 21. gün hariç diğer depolama günlerinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$). 70 °C ve 80 °C’lik grupların pH değerleri 35. ve 42. günde istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).



Şekil 18. Sudak filetolarının depolama süresince pH değişimleri

3.3. Mikrobiyolojik Analiz Değerleri

Sous vide işleminin 60 °C’de uygulandığı sudak filetolarının mikrobiyolojik değerlendirme sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

TMAB sayısı taze örnekte 3.8 log kob/g olarak belirlenmiş ve sous vide işleminin uygulanmasıyla düşüş gözlenmiştir. 14. günden itibaren artış gözlenen TAMB sayısı depolama sonunda 6.49 log kob/g değerine yükselmiştir. Mezofilik koliform açısından değerlendirdiğimizde ise taze örnekte ölçülen 1.86 log kob/g değerinin depolama sonunda 2.87 log kob/g olduğu saptanmıştır.

Tablo 9. Sudak filetolarının depolanması süresince mikrobiyolojik (60 °C) değişimleri (log kob/g)

Depolama Zamanı	Mezofilik		Psikrofilik	
	Toplam Bakteri	Toplam Koliform	Toplam Bakteri	Toplam Koliform
Taze	3,8	1,86	3,72	1,48
1. Gün	<1,47	-	<1,47	-
7. Gün	<1,47	-	<1,47	-
14. Gün	3,82	-	<1,47	-
21. Gün	4,12	-	2,95	-
28. Gün	5,45	2,59	3,36	-
35. Gün	5,49	2,65	5,16	3,19
42. Gün	6,49	2,87	6,29	3,26

-Üreme görülmedi

TMAB sayısı taze örnekte 3.8 log kob/g olarak belirlenmiş ve sous vide işleminin uygulanmasıyla düşüş gözlenmiştir. 14. günden itibaren artış gözlenen TAMB sayısı depolama sonunda 6.49 log kob/g değerine yükselmiştir. Mezofilik koliform açısından değerlendirdiğimizde ise taze örnekte ölçülen 1.86 log kob/g değerinin depolama sonunda 2.87 log kob/g olduğu saptanmıştır.

Sonuçları Psikrofilik açıdan değerlendirdiğimizde TAPB taze örnekte 3.72 log kob/g iken depolama sonunda 6.29 log kob/g olduğu belirlenmiştir. Psikrofilik koliform sayısı taze örnekte 1.48 log kob/g olan 60 °C'lik grubun, 35. güne kadar üreme gerçekleştirmediği belirlenmiştir. Psikrofil koliform sayısı depolama sonunda 3.26 log kob/g değerine yükselmiştir.

Sous vide işleminin sudak filetolarına 70 °C'de uygulandığı işlemde mikrobiyolojik değerlendirme sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Sudak filetolarının depolanması süresince mikrobiyolojik (70 °C) değişimleri (log kob/g)

Depolama Zamanı	Mezofilik		Psikrofilik	
	Toplam Bakteri	Toplam Koliform	Toplam Bakteri	Toplam Koliform
Taze	3,8	1,86	3,72	1,48
1. Gün	<1,47	-	<1,47	-
7. Gün	<1,47	-	<1,47	-
14. Gün	<1,47	-	<1,47	-
21. Gün	<1,47	-	2,13	-
28. Gün	2,78	-	2,69	2,06
35. Gün	2,79	2,23	3,27	2,16
42. Gün	5,24	2,26	6,17	2,15
49. Gün	6,13	2,04	6,23	2,28
56. Gün	6,04	2,15	6,04	2,60
63. Gün	6,34	2,30	6,20	2,78

-Üreme görülmedi

TAMB sayısı taze örnekte 3.8 log kob/g bulunmuş ve uygulanan sous vide işlemi sonucunda 28. güne kadar 1.47 log kob/g değerinin altında düşmüştür. 28. günden itibaren üreme miktarında artış gözlenmiş ve depolama sonunda 6.34 log kob/g olduğu belirlenmiştir. Mezofil koliform sayısı taze örnekte 1.86 log kob/g iken depolama sonunda bu değer 2.30 log kob/g olduğu görülmüştür. Psikrofilik açıdan değerlendirdiğimizde ise TAPB sayısı taze örnekte ölçülen değer 3.72 log kob/g olduğu saptanmış ve depolama sonunda artarak 6.20 log kob/g değerine yükselmiştir. Psikrofilik koliform sayısı taze örnekte 1.48 iken, depolama sonucunda 2.78 log kob/g olarak kaydedilmiştir.

80 °C’de uygulanan sous vide işleminde yapılan mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Tablo 11’de verilmiştir. 3.8 log kob/g olarak ölçülen TAMB sayısı uygulanan işlemler neticesinde 1.47 log kob/g değeri altına düşmüş ve 35. güne kadar devam etmiştir. 35. günden itibaren tekrar artış gösteren TAMB sayısı depolama sonunda 63. gün 3.43 log kob/g olarak belirlenmiştir. Taze örnekte 1.86 log kob/g bulunan toplam

mezofil koliform ise sous vide işlemleri sonunda üreme gerçekleştirilmemiş ve depolama süresince tespit edilememiştir. TAPB sayısı taze örnekte 3.72 log kob/g saptanmış ve 1. günden itibaren azalmıştır. 28. günde 3.02 log kob/g tespit edilen TAPB sayısı depolama sonunda 2.90 log kob/g olarak belirlenmiştir. Toplam koliform açısından taze ve tüm depolama günlerinde mezofilik üreme gerçekleşmemiştir. Taze örnekte 1.48 log kob/g bulunan psikrofilik koliform ise sous vide işlemleri sonunda üreme gerçekleştirilmemiş ve depolama süresince tespit edilememiştir.

Tablo 11. Sudak filetolarının depolanması süresince mikrobiyolojik (80 °C) değişimleri (log kob/g)

Depolama Zamanı	Mezofilik		Psikrofilik	
	Toplam Bakteri	Toplam Koliform	Toplam Bakteri	Toplam Koliform
Taze	3,8	1,86	3,72	1,48
1. Gün	<1,47	-	<1,47	-
7. Gün	<1,47	-	<1,47	-
14. Gün	<1,47	-	<1,47	-
21. Gün	<1,47	-	<1,47	-
28. Gün	<1,47	-	3,02	-
35. Gün	1,48	-	2,47	-
42. Gün	1,60	-	3,31	-
49. Gün	1,86	-	2,74	-
56. Gün	2,31	-	2,62	-
63. Gün	3,43	-	2,90	-

-Üreme görülmedi

3.4. Duyusal Değerler

3.4.1. Görünüş İle İlgili Değerler

Sous vide işleminin 60, 70 ve 80 °C’de uygulandığı sudak filetolarının raf ömrü süresince elde edilen görünüş değişimleri Tablo 12 ve Şekil 19’da verilmiştir. Taze

materyalde 10 ± 0.00 olarak ölçülen görünüş değişimleri ürünlerin işlenmesiyle birlikte bütün gruplarda azalış göstermektedir.

Tablo 12. Sudak filetolarının depolanması süresince görünüş değişimleri

Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	$10 \pm 0,00$	$10 \pm 0,00$	$10 \pm 0,00$
0. Gün	$10 \pm 0,00_A^a$	$9,75 \pm 0,50_A^a$	$10 \pm 0,00_A^a$
7. Gün	$8,35 \pm 0,47_B^a$	$8,80 \pm 0,54_A^a$	$9,00 \pm 0,00_B^a$
14. Gün	$7,08 \pm 0,15_C^a$	$7,53 \pm 0,55_B^{ab}$	$8,28 \pm 0,49_C^b$
21. Gün	$5,75 \pm 0,50_D^a$	$7,50 \pm 0,58_B^b$	$8,00 \pm 0,00_C^b$
28. Gün	$5,00 \pm 0,00_D^a$	$7,00 \pm 0,82_B^b$	$7,28 \pm 0,49_D^b$
35. Gün	$3,25 \pm 0,50_E^a$	$5,00 \pm 0,50_C^b$	$6,50 \pm 0,58_E^c$
42. Gün		$4,00 \pm 0,00_{CD}^a$	$5,00 \pm 0,00_F^b$
49. Gün		$3,00 \pm 0,00_D^a$	$5,00 \pm 0,00_F^b$
56. Gün			$3,90 \pm 0,00_G$
63. Gün			$3,00 \pm 0,00_H$

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0.05$).
Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0.05$).

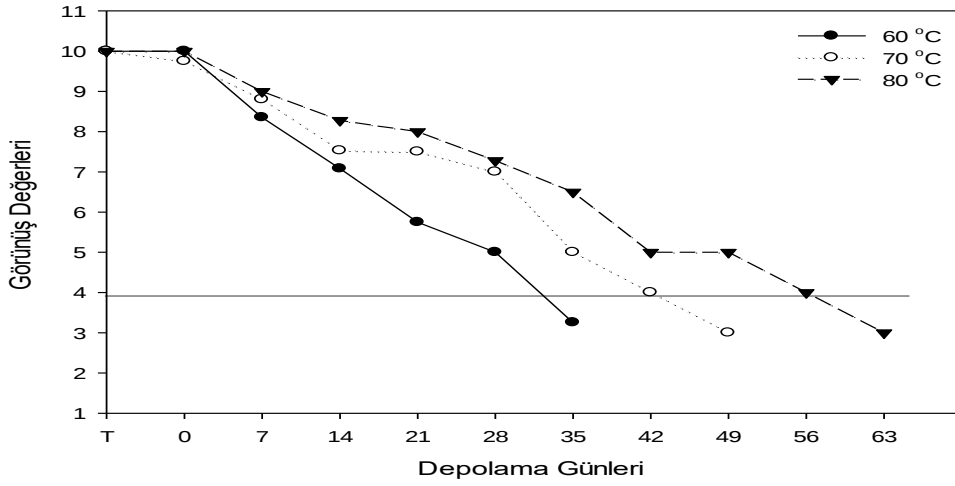
60 °C’de sudak filetolarına uygulanan sous vide işlemi sonucunda görünüş değişimi 0. günde taze örnekle aynı puanı almıştır (10). Depolama süresince azalan görünüş değeri 35. günde 3.25 olarak belirlenmiş ve limit değeri (3.9) altında kalmıştır. Depolama günlerindeki azalışa bağlı olarak gruplar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Sous vide işleminin 70 °C’de uygulandığı sudak filetolarında görünüş değişimi 0. günde 9.75 olarak ölçülmüştür. Depolama süresince azalış göstererek 42. günde sınır değere gelen görünüş değeri, 49. günde sınır değeri altına düşmüş ve 3.00 olarak bulunmuştur.

80 °C’de uygulanan sous vide işleminde depolama süresine ölçülen görünüş değişimi 0. günde taze örnekle aynı değer saptanmıştır. Azalış göstererek 56. günde

3.90 olarak ölçülmüştür. 63. günlük depolama sonunda önemli değişimlerin olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Gruplar arası değerlendirme yapıldığında 0 ve 7. günlerde tüm gruplar benzer bulunmuştur ($P>0.05$). 14. günde 60 °C'lik grup 70 °C'lik grup ile benzer ($P>0.05$), 80 °C'lik grup ile farklı bulunmuştur ($P<0.05$). 70 °C'lik grup 28. günde 60 °C'lik grup ile farklı ($P<0.05$), 80 °C'lik grup ile benzer olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). 35. günden itibaren ise 70 ve 80 °C'lik gruplar arasında farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).



Şekil 19. Sudak filetolarının depolama süresince görünüş değişimleri

3.4.2. Tekstür Değişim Değerleri

60, 70 ve 80 °C'de sous vide işleminin uygulandığı sudak filetolarının depolama süresince elde edilen tekstür değişimleri Tablo 13 ve Şekil 20'de verilmiştir.

Uygulamanın 60 °C'de yapıldığı sous vide işleminde 0. gün değeri 10 puan olarak belirlenmiştir. Bu değer azalış göstererek 35. günde sınır değeri altına düşerek 3.00 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince görülen değişimler önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

70 °C’de uygulanan sous vide işleminde 0. gün panelistler tarafından 10 puan almıştır. Diğer analiz günlerinde azalma göstererek 49. günde 3.50 değeri kayda geçmiş ve sınır değeri altına düşmüştür. 49. gün, 42. gün hariç diğer depolama günlerinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Tablo 13. Sudak filetolarının depolanması süresince tekstür değişimleri

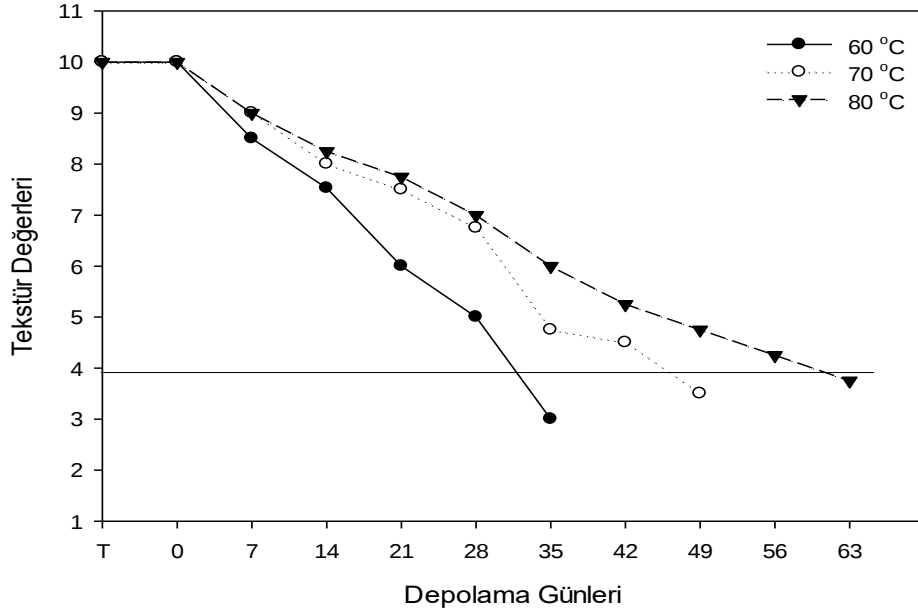
Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	10±0,00	10±0,00	10±0,00
0. Gün	10±0,00 ^A ^a	10±0,00 ^A ^a	10±0,00 ^A ^a
7. Gün	8,50±0,58 ^B ^a	9,00±0,00 ^{AB} ^a	9,00±0,00 ^{AB} ^a
14. Gün	7,53±0,61 ^C ^a	8,00±0,82 ^{BC} ^a	8,25±0,50 ^{BC} ^a
21. Gün	6,00±0,00 ^D ^a	7,50±0,58 ^{CD} ^b	7,75±0,50 ^{CD} ^b
28. Gün	5,00±0,00 ^E ^a	6,75±0,50 ^D ^b	7,00±0,00 ^{DE} ^b
35. Gün	3,00±0,00 ^F ^a	4,75±0,58 ^E ^b	6,00±0,82 ^{EF} ^c
42. Gün		4,50±0,58 ^{EF} ^a	5,25±0,50 ^{FG} ^a
49. Gün		3,50±0,58 ^F ^a	4,75±0,50 ^{GH} ^b
56. Gün			4,25±0,50 ^{GH}
63. Gün			3,75±0,50 ^H

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$).

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$).

Son olarak 80 °C’de sous vide işleminin uygulandığı sudak filetolarında tekstür değişimlerinin depolama gününe bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Görünüş değerlerinde olduğu gibi tekstür değerlerinde 63. gün sınır değerleri altında olduğu belirlenmiştir.

Gruplar arası değerlendirme yapıldığında 60 °C’lik grubun 21. 28. ve 35.günde 70 ve 80 °C’lik gruplardan farklı olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$). 70 °C’lik grubun 35. ve 49. günde 80 °C’lik gruptan farklı olduğu kaydedilmiştir ($P<0.05$).



Şekil 20. Sudak filetolarının depolama süresince tekstür değişimleri

3.4.3. Koku Değişim Değerleri

Koku değişimlerinin analizler sonucunda kaydedildiği sudak filetolarına 60, 70 ve 80 °C’de sous vide işleminin uygulanmış ve raf ömrü süresince değişimler kaydedilmiştir. Bu değişimler Tablo 14 ve Şekil 21’de verilmiştir.

60 °C’de uygulanan sous vide işleminde 0. gün analiz sonuçlarında koku değişim değeri 9.5 olarak kaydedilmiştir. Analizler sonucunda değer zamanla azalış göstermiş ve 35. günde 2.25 olarak saptanmıştır. Diğer duyuşal kriterlerinde olduğu gibi koku kriteri de tüm gruplarda aynı depolama günlerinde tüketilebilir sınır değerleri altında tespit edilmiştir. Depolama süresince görülen değişimler önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

70 °C’de uygulanan sous vide işleminde 0. gün analiz sonuçlarında koku değişim değeri 9.5 olarak kaydedilmiştir. Analizler sonucunda değer zamanla azalış göstermiş ve 49. günde 3.00 olarak saptanmıştır.

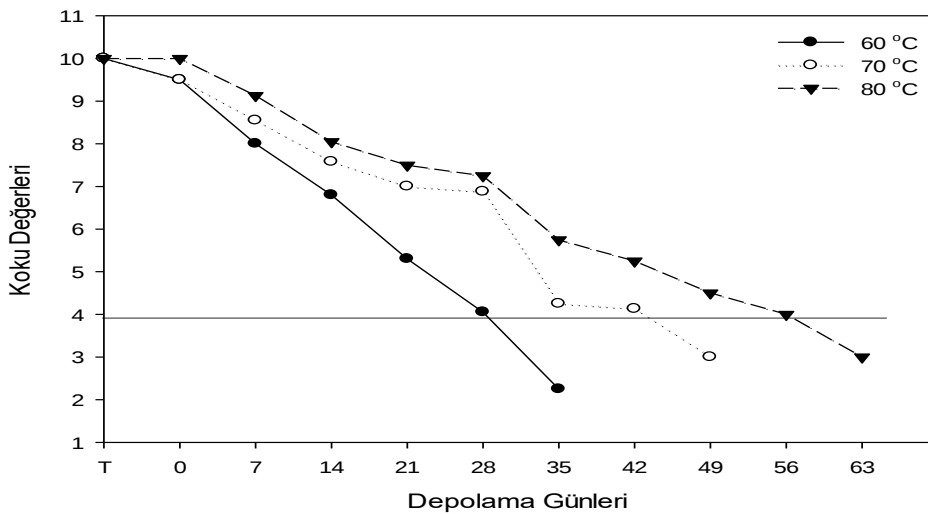
80 °C’de uygulanan sous vide işleminde 0. gün analiz sonuçlarında koku değişim değeri 10 olarak kaydedilmiştir. Analizler sonucunda değer zamanla azalış göstermiş ve 56. günde 3.90 olarak saptanmıştır.

Tablo 14. Sudak filetolarının depolanması süresince koku değişimleri

Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	10±0,00	10±0,00	10±0,00
0. Gün	9,5±0,58 ^A ^a	9,5±0,58 ^A ^a	10±0,00 ^A ^a
7. Gün	8,0±0,00 ^B ^a	8,55±0,53 ^{AB} ^{ab}	9,13±0,25 ^{AB} ^b
14. Gün	6,8±0,54 ^C ^a	7,58±0,51 ^{BC} ^{ab}	8,05±0,10 ^{BC} ^b
21. Gün	5,3±0,48 ^D ^a	7,0±0,82 ^C ^b	7,50±0,58 ^C ^b
28. Gün	4,05±0,10 ^E ^a	6,88±1,03 ^C ^b	7,25±0,50 ^C ^b
35. Gün	2,25±0,50 ^F ^a	4,25±0,25 ^D ^b	5,75±0,50 ^D ^c
42. Gün		4,13±0,53 ^D ^a	5,25±0,50 ^{DE} ^b
49. Gün		3,00±0,00 ^D ^a	4,50±0,58 ^{DE} ^b
56. Gün			3,90±0,82 ^{EF}
63. Gün			3,00±0,82 ^F

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$).
Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$).

60, 70 ve 80 °C'lik 3 ayrı grup arasında yapılan değerlendirmede 0. gün tüm gruplar benzer bulunmuştur ($P>0.05$). 7. ve 14. gün yapılan analizlerin sonuçları değerlendirildiğinde 60 °C'lik grubun, 70 °C'lik grup ile benzer ($P>0.05$), 80 °C'lik grup ile farklı ($P<0.05$) bulunduğu gözlenmiştir. 35., 42. ve 49. günlerde 70 °C'lik grup 80 °C'lik gruptan farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

**Şekil 21.** Sudak filetolarının depolama süresince koku değişimleri

3.4.4. Ortalama Duyusal Değerler

60, 70 ve 80 °C’de sous vide işleminin uygulandığı sudak filetolarının raf ömrü boyunca ortalama duyusal puanları değerlendirilmiş ve sonuçlar kaydedilmiştir. Bu değişimler Tablo 15 ve Şekil 22’de verilmiştir.

Tablo 15.Sudak filetolarının depolanması süresince ortalama duyusal değerler

Depolama Zamanı	Ürün Grupları		
	60 °C	70 °C	80 °C
Taze	10±0,00	10±0,00	10±0,00
0. Gün	9,63±0,48 ^A	9,69±0,24 ^A	9,94±0,13 ^A
7. Gün	8,28±0,21 ^B	8,78±0,18 ^B	9,03±0,06 ^B
14. Gün	7,16±0,30 ^C	7,78±0,26 ^C	8,33±0,30 ^C
21. Gün	5,64±0,30 ^D	7,25±0,29 ^{CD}	7,81±0,24 ^C
28. Gün	4,65±0,45 ^E	6,78±0,21 ^D	7,19±0,13 ^D
35. Gün	2,75±0,46 ^F	4,56±0,34 ^E	6,06±0,31 ^E
42. Gün		4,22±0,21 ^E	5,19±0,13 ^F
49. Gün		3,19±0,24 ^F	4,69±0,24 ^F
56. Gün			4,01±0,13 ^G
63. Gün			3,19±0,38 ^H

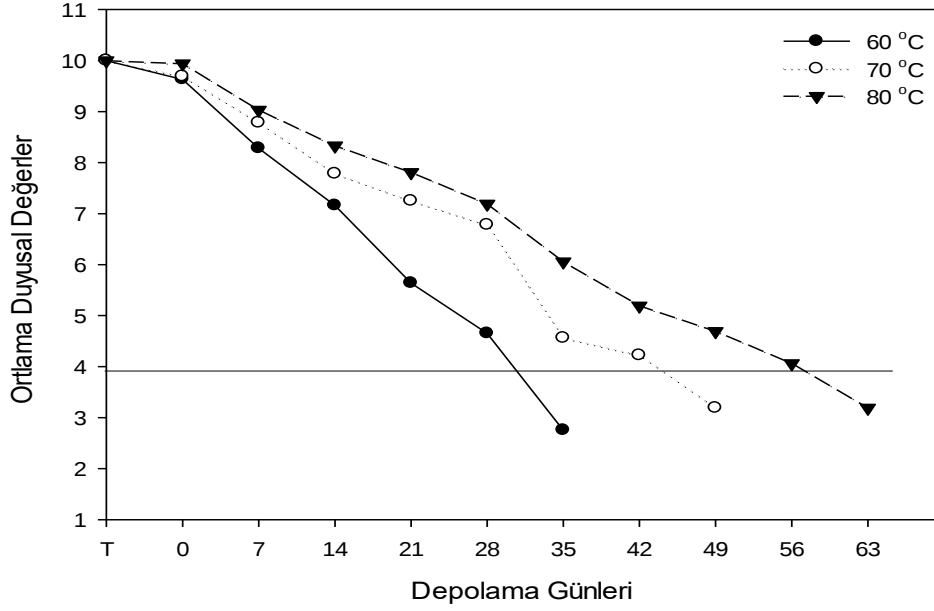
Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05).

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c,...) aynı günde gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

Taze materyalde ortalama duyusal puan 10 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince yapılan duyusal değerlendirmelerin ortalaması sonucunda ilk önce 2.75 değeri 60 °C’lik grup 35.günde, son olarak ise 80 °C’lik grup 3.19 değeri ile 63. günde sınır değerinin altında kalmıştır. Depolama süresince azalış gösteren duyusal puanlamaların önemli değişim gösterdiği belirlenmiştir (P<0.05). Bu sonuçlar ışığında panelistler tarafından 60, 70 ve 80 °C’lik grubun sırasıyla 35., 49. ve 63. günde ortalama sınır değerlerin altında kalarak bozulduğu tespit edilmiştir.

Gruplar arası değerlendirme yapıldığında 0. gün analizlerinde tüm grupların benzer (P>0.05) olduğu gözlenmiştir. 7, 14 ve 28. gün yapılan analizlerde 60 °C’lik

grup, 70 ve 80 °C'lik gruplardan farklı bulunmuştur ($P<0.05$). 21. ve 35. gün yapılan analizlerde tüm gruplar birbirinden farklı bulunduğu görölmektedir.



Şekil 22. Sudak filetolarının depolama süresince ortalama duyusal puanlarının değeriendirilmesi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Biyokimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Balık etinin % 98'ini oluşturan su, protein ve yağ gibi ana bileşenlerin miktarı; ürünün boyu, yaşı, türü, olgunluk durumu, çevre koşulları ve beslenme gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Su ürünlerinin ham protein değeri % 18-25 arasında değişmekte ancak yengeç, karides gibi bazı türler daha fazla protein içerebilmektedir. Su ürünlerinin temel yapıtaşlarından biri olan yağların miktarı ise proteinde olduğu gibi çeşitli faktörlere bağlı değişim göstermektedir. Balıklar yağ miktarları açısından; yağsız (<% 3), orta yağlı (% 3-8) ve yağlı (>% 8) olarak 3 gruba ayrılır. Balık eti yaklaşık % 75-80 su ve yağ ağırlığının % 0.5-1.8'i arasında mineral madde içermektedir (Gökoğlu, 1994; Çaklı, 2007; Varlık vd., 2011).

Bu çalışmada kullanılan taze sudak balığı % 17.81 ham protein, % 0.47 ham yağ, % 78.76 nem ve % 1.25 ham kül içermektedir. Yapılan sous vide işlemine bağlı olarak 60 °C, 70 °C ve 80 °C'lik grupların, taze ürünün değerlerine göre nem değerine bağlı olarak inişli çıkışlı olduğu olduğu ancak işlem neticesinde biyokimyasal değerlerin büyük oranda korunduğu gözlenmiştir.

Garcia-Linares vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada alabalık ve salmon balık türlerine sous vide teknolojisi ve geleneksel yöntem ile kendi suları içinde ısıtma işlemi uygulamışlar. Isıtma işleminden sonra 4 °C'de muhafaza edilen örneklerin besinsel kompozisyon analizlerini değerlendirmişler. Protein değerlerinin salmon grubunda sous vide işlemi sonrasında 3. günde düştüğü (15.49 g/100g) sonrasında 20. ve 45. günlerde artış gösterdiğini belirtilmiştir. Alabalık grubunda ise 3. günden itibaren artış olduğunu tespit etmişlerdir. Yağ içerikleri yönünden her iki grupta sous vide işleminin etkisi ile düşen nem miktarına bağlı olarak yağ miktarlarında artış olduğunu açıklamışlardır. Yağ içeriklerinin salmon grubunda 15.88-19.66 g/100g, alabalık grubunda 7.45-8.26 g/100g arasında dağılım gösterdiğini ifade etmişlerdir Isıtma işleminden sonra 4 °C'de 45 gün muhafaza edilen örneklerin taze materyale göre nem miktarlarının her iki grupta da düşüş gösterdiğini açıklamışlardır. Kül miktarlarının ise

sous vide işlemine bağlı olarak alabalık grubunda depolamanın tüm günlerinde taze materyale (1.38 g/100g) göre yüksek olduğunu (1.45-1.57 g/100g) açıklamışlardır. Salmon grubunda ise taze materyale göre (1.12 g/100g) 20. gün depolama değeri (1.04 g/100g) hariç diğer günlerde yüksek kül değerleri (1.27-1.33 g/100g) ölçüldüğünü ifade etmişlerdir.

Gonzalez-Fandos vd. (2005) yılında yaptıkları araştırmada 100 gramlık porsiyonlar halinde kestikleri salmonlara 15 gram zeytin yağı ve 0.2 gram tuz ilavesi ile sous vide paketlenme işlemi uygulamışlar. 65 °C’de 10 dakika, 90 °C’de 5 dakika ve 90 °C’de 15 dakika olmak üzere üç farklı ısı işlem uygulamasında bulunmuşlar. 45 günlük depolama süresince başlangıçta 18.13 g/100 g olan protein içeriğinin 3. günde 15.49 g/100 g değerine düştüğünü, 21. günde yükselerek 20.43 g/100 g değerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Yağ miktarını başlangıçta 13.71 g/100 g ölçmüşlerdir. 45 günlük muhafaza süresince 3. günde 19.66 g/100 g, 21. günde 15.33 g/100 g ve 45. günde 15.88 g/100 g olduğunu ifade etmişlerdir. 66.66 g/100 g olan nem içeriğinin ısı işlem sonucunda önemli oranda azaldığını bildirmişlerdir (61.44 g/100 g). Ayrıca farklı sıcaklık/süre uygulaması ve farklı depolama koşullarının nem içeriği üzerinde etkili olmadığını belirlemişlerdir.

Andres-Bello vd. (2009), 400 gr’lık vakum paketlerde hazırlanan çipura filetolarına uygulanan (70 °C, 80 °C, 90 °C ve 100 °C’de 0, 9 ve 20 dakikalık sürelerde) ısıtma işlemine bağlı olarak değişimlerini araştırmışlar. Taze örnekte % 20.3 olarak ölçülen protein içeriklerinin tüm gruplarda nem miktarındaki düşüşe bağlı olarak artış gösterdiklerini (% 23.3, % 24.5, % 24.3 ve % 27.8) vurgulamışlardır. Başlangıç yağ miktarını % 5.3 olarak ölçtükleri araştırmada su miktarının düşüşüne bağlı olarak yağ miktarlarında artış olduğunu 70 °C ve 90 °C’lik grupların 20 dakikalık süreçte sırasıyla % 7.4 ve % 7.5 yağ miktarlarını elde ettiklerini belirtmişlerdir. 70 °C, 80 °C, 90 °C ve 100 °C işlem görmüş grupların % nem içeriği değişimlerini sırasıyla 69.7-65.6, 70.6-68.3, 69.7-65.9 ve 69.7-66.8 olarak belirtmişlerdir. 80 °C’lik grupta nem içerdiğinin az bir değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Mol vd. (2012b), 4–12 °C’lik farklı muhafaza şartlarında sous vide teknolojisi ile işlenmiş fileto palamut balıklarının kalite değişimlerini incelemişler. Çalışmada filetosu çıkarılmış palamut balıklarını % 0.2’lik tuz ilavesi ile vakum paketlenmişler. Taze materyalin protein miktarını % 20.35 olarak ölçmüşler, sous vide işleminden sonra protein miktarının % 22.26 seviyesinde olduğunu açıklamışlar ve sous vide işlemi ile taze örnek arasında önemli fark olduğunu belirtmişlerdir. Yağ değerlerini taze materyalde % 6.26 sous vide’li grupta % 5.91 olarak bulmuşlardır, yapılan değerlendirmede önemli fark olduğunu belirtmişlerdir. Nem değerini % 69.19 olarak ölçmüşler. Sous vide işlemi sonrası nem miktarının % 68.83 düştüğünü ve ölçülen bu değişimin önemli olduğunu açıklamışlardır. Taze materyalde % 3.12 ölçülen kül değerinin, işlem görmüş grupta % 1.78 olduğunu ifade etmişlerdir.

Mol vd. (2012a), 4–12°C’lik farklı muhafaza şartlarında sous vide teknolojisi ile işlenmiş fileto mezgit balıklarının kalite değişimlerini incelemişler. % 17.15 olarak çiğ üründe ölçülen protein değerinin, sous vide işlemi sonrası % 17.62 değerini aldığını ve görülen bu değişimin önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Çiğ üründe % 1.63 olarak tespit ettikleri yağ miktarının sous vide işlemi sonrası azalarak % 1.42 olduğunu ve görülen değişimin önemlilik gösterdiğini açıklamışlardır. Çalışmada işlem öncesi çiğ üründe nem miktarını % 78.39 olduğunu belirtmişler ve işlem sonrası nem miktarının az bir oranda artarak % 78.41 ölçüldüğünü açıklamışlardır. Çiğ ve sous vide sonrası mezgit balığının % kül miktarlarını sırasıyla % 1.86 - % 1.23 olduğunu bulmuşlardır.

Fagan ve Gormley (2005), *Holostethus atlanticus*, *Thunnus alalungan*, *Epiganus telescapus*, *Sebastes mentella*, *Carypaenoides rupestris*, *Molua dypterygia* ve *Reinhardtius hippaglossoides* balık türlerine 12 farklı sos ile birlikte sous vide işlemi uygulamışlardır. Nem içeriği değişimlerinin paketin etkisi ile doku yapısı ve lezzeti etkilediğini belirtmişler. Farklı süre ve sıcaklıkların nem üzerinde etkili olmadığı balıkların nem içeriklerinin % 63.9-80.3 arasında olduğunu ifade etmişlerdir.

Gonzalez-Fandos vd., (2004), 90 °C-15 dakika, 90 °C-5 dakika, 70 °C-10 dakika olmak üzere fileto edilen alabalıklara 3 farklı sıcaklıkta sous vide işlemi uygulamışlar. Depolama sürecinde yüzde % 4 lük su kaybının meydana geldiği ve buna bağlı olarak

yağ miktarının önemli oranda artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Başlangıç yağ miktarını 6.55 g/100g olarak ifade etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen % ham protein, % ham yağ, % nem ve % ham kül değerlerinin literatür çalışmaları ile kıyaslandığında benzerliklerin ve farklılıkların görüldüğü belirlenmiştir. Gonzales-Fandos vd. (2005)'a göre protein ve yağ değerlerinin araştırmamızda da görüldüğü gibi inişli-çıkışlı değerler aldığı, yağ değerlerinin ise tür farklılığından dolayı yüksek olduğu belirlenmiştir. Garcia-Linares vd. (2004)'a göre protein ve kül değerleri çalışma verilerimiz ile benzer azalış ve artışlar göstermiştir. Fakat çalışmamızdan farklı olarak yağ miktarı artışına bağlı olarak nem miktarında belirgin azalışlar tespit etmişler. Mol vd. (2012b)'e göre protein ve nem değerlerinde benzer değişimler gözlemlenmiş özellikle sousvide işlemi sonrasında nem değerlerinde azalma olduğu araştırmamızda da tespit edilmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak yağ ve kül değerlerinde düşüş olduğu fakat görülen değişimin önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Mol vd. (2012a)'e göre mezzgit balığından yaptıkları sous vide ürününde işlem sonrası yağ ve kül miktarlarında azalma, protein ve nem miktarlarında artış olduğunu belirtmişlerdir; benzer bulgular araştırma verilerimizde de gözlenmiştir. Fagan ve Gormley (2005)'e göre çalışmamızda elde ettiğimiz nem değerleri açısından benzerlik bulunmuş, nem miktarlarında artış ve azalışların olduğunu fakat bu farkların belirgin olmadığını belirtmişlerdir. Araştırma verilerimizden farklı olarak Andres-Bello vd. (2009)'e göre sous vide işlemine bağlı olarak nem miktarında önemli miktarda azalma olduğunu ve buna bağlı olarak yağ ve protein miktarlarında artışlar olduğunu belirtmişlerdir. Literatür çalışmalarında görülen farklılıkların sous vide işleminde uygulanan farklı süre/sıcaklık işlemlerinden, kullanılan katkı malzemelerinden ve farklı türlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Sonuçta besinsel kompozisyon açısından materyal ve metota bağlı olarak değişimler olabileceği fakat bu değişimlerinde çok belirgin olmadığı çünkü paketlenme işlemi neticesinde besinsel kompozisyonun büyük oranda korunduğu gözlenmiştir.

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.2.1. TVB-N Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Balıklarda ve kabuklulardaki TVB-N miktarı; balığın türü, av mevsimi, olgunluk derecesi, cinsiyeti ve yaşı gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. TVB-N miktarının artışı bakteriyel bozulma ile birlikte meydana gelmektedir. Genellikle her 100 gram balık eti için 30 mg/100g TVB-N içeriği tüketilebilirlik limit olarak kabul edilse de istiridye için 17, uskumru ve ringa için 20, alabalık için 25 ve sübye için 45 mg/100g TVB-N değeri sınır olarak bildirilmektedir (Metin, 1999).

Çalışmada kullanılan taze sudak balığının TVB-N değeri 14.01 mg/100g olarak bulunmuştur. Bu değer in depolama süresince tüm gruplarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. 80 °C’lik grubun daha düşük değerler aldığı 63. günde bile sınır değeri aşmadığı gözlenmiştir. Sudak ürününde TVB-N değerleri yönünden yüksek sıcaklıklarda yapılan uygulamanın olumlu etkisi olduğu ve gruplar arasında yapılan değerlendirmede 80 °C’de işlem gören sous vide grubunun diğer gruplardan farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu değişikliğin mikrobiyal gelişimin sıcaklık ile engellenmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Frangos vd. (2010), buzdolabı şartlarında alabalık filetolarının raf ömrü üzerine tuzlama, keklik otu yağı ve vakum paketleme kombinasyonunun etkisini araştırmışlar. 1. gün TVB-N değerlerinin 20.5 mg N/100g bulunduğunu ve depolama süresince artış gösterdiğini belirtmişler. Üst limit olan 25 mg N/100g değerinin A1, A2, VP1, VP2, VP3 gruplarında sırasıyla 2-3, 3, 7, 8 ve 14 günde aşıldığını açıklamışlar.

Cosansu vd. (2011), sous vide teknolojisi ve limon suyunun etkisi ile işlenen palamut balıklarını 2 gruba ayırmışlar. 1. grubu sadece % 0.2’lik tuzlu suda, 2. grubu % 0.2’lik tuzlu ve limon suyunda işlem den geçirdikten sonra vakum paketleri 70°C’de 10 dakika ısıtma işlemine maruz bırakmışlar. Depolama süresince elde edilen TVB-N değerleri sonuçlarına göre sade sous vide grubunun 35. günde limon sulu sous vide grubunun 49. günde sınır değerleri aştığını ifade etmişlerdir.

Mol vd. (2012a), sous vide teknolojisi ile işlenmiş mezgit balıklarının 4 ve 12 °C'deki muhafazalarında kalite değişimlerini incelemişler. Çalışmada; perakende olarak temin edilen mezgit balıklarının filetolarını yıkamışlar ve % 0.2'lik tuz ilavesi ile vakum paketlemişler ve 70 °C'de 10 dakika buharla muamele işleminden sonra 4 ile 12 °C'de muhafaza altına almışlar. Sous vide mezgit ürünlerinin 4 °C'de 35. gün(34.39 mg/100g) ve 12 °C'de 18.gün (32.62 mg/100g) TVB-N sınır değerini aştığını ortaya koymuşlardır.

Mol vd. (2012b), sous vide teknolojisi ile işlenmiş fileto palamut balıklarının farklı muhafaza şartlarında (4 – 12 °C'de) kalite değişimlerini incelemişler. Çalışmada filetosu çıkarılmış palamut balıklarını % 0.2'lik tuz ilavesi ile vakum paketlenmişler ve 70 °C'de 10 dakika sous vide tekniği uygulamışlar. Taze balığın TVB-N değeri 11.64 mg/100 g olarak belirlenmiş, ısıtma işlemi ile bu değerin 9.62 mg/100 g değerine düştüğü bildirilmiştir. TVB-N değerlerinin 12 °C'lik grupta 18. günde 4 °C'lik grupta ise 42. günde aşıldığını belirtmişler.

Cosansu vd. (2013), sous vide paketlenmiş mezgit balıklarında limon suyunun raf ömrü üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada iki gruba ayırdıkları mezgit örneklerinden 1. grubu % 0.2 tuz, 2. grubu % 0.2 tuz ve limon suyunda işleme tuttuktan sonra vakum paketlenmişler ve 70 °C'de 10 dakika işlem uygulamışlar. Çalışma sonucunda TVB-N değerleri açısından gruplar arasında bir fark olmadığını, depolama süresi sonunda sade sous vide grubu 40.63 mg/100 g (42.günde) limon sulu sous vide grubu 54.64 mg/100 g (63. günde) olduğunu açıklamışlardır.

Çalışmada elde ettiğimiz TVB-N değerleri 60, 70, 80 °C'de işlem görmüş sous vide gruplarının depolama süreleri ve aldıkları değerler sırayla şöyledir; 35 gün, 49 gün, 63 gün, 36.042 mg/100g, 33.62 mg/100g ve 25.21 mg/100g'dır. Sous vide işlemi uygulanmış farklı çalışma sonuçları ile araştırma bulgularımız benzer sonuçlar göstermekte bazı çalışmalarda görülen farklı sonuçların bu çalışmalarda kullanılan farklı teknik ve balık türünden, katkı maddesi ilavesinden ve değişik süre ve sıcaklıkların uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2. TBA Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

TBA analizi yağlarda oksitlenmeye bağlı olarak ortaya çıkan acılaştırmanın önemli bir göstergesidir (Cadun vd., 2005). Taze sudak balığında TBA değeri 0.02 mg MA/kg olarak bulunmuş olup çalışma süresince tüm grupların TBA için belirtilen sınır değerleri (7-8 mg MA/kg) aşmadığı görülmüştür. Sudak balığının yağ miktarının düşük olması ve vakum paket uygulaması TBA değerlerinin düşük seviyelerde kalmasına neden olmuştur. Depolama süresince 60 °C’de ısıtma işlemi uygulanmış sous vide grubunun aldığı düşük değerlerin diğer gruplardan farklı olduğu görülmüştür ($P<0.05$). 80 °C’lik ısıtma işlemi uygulanmış sous vide grubunda sıcaklığın etkisiyle diğer gruplara nazaran daha yüksek TBA değerleri bulunmuştur ($P<0.05$).

Frangos vd. (2010), A1: Kontrol (tuzlanmamış, hava paketlenmiş), A2: Tuzlanmış, hava paketlenmiş, VP1: Tuzlanmış, vakum paketlenmiş, VP2: Tuzlanmış, % 0.2 x/wt keklik otu yağı eklenmiş, vakum paketlenmiş, VP3: Tuzlanmış, % 0.4 x/wt keklik otu yağı eklenerek vakum paketlenmiş olarak oluşturdukları alabalık filetolarının buzdolabı şartlarında kalitesini incelemişler. TBA başlangıç değerini 0.2 mg MDA/kg olarak tespit etmişler, çalışma sonunda TBA değişimleri üzerinde paket ve katkı malzemelerinin değişken bir etki meydana getirmediğini belirtmişlerdir.

Diaz vd. (2011), sous vide teknolojisi ile işlenen alabalıkların buzdolabı koşullarındaki bozulma parametrelerini incelemişler. Vakum paketli ürünleri 2 °C’de muhafaza etmişler. 0 (1.10 mg MDA/kg), 5 (2.06 mg MDA/kg) ve 10’uncu (2.30 mg MDA/kg) haftalarda depolama süresince TBA değişimlerinde görülen farkın önemli olmadığını ifade etmişlerdir ($p>0.05$).

Cosansu vd. (2011), sous vide teknolojisi ve limon suyunun etkisi ile işlenen palamut balıklarını 2 gruba ayırmışlar 70 °C’de 10 dakika ısıtma işlemine maruz bırakmışlar. 4±1 °C’de muhafaza altında 7’şer gün arayla uygulanan TBA analizlerinde sade ve limon sulu sous vide gruplarının 14. günden itibaren sınır değerlerin üzerinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Mol vd. (2012a), perakende olarak temin edilen mezigit balıklarının filetolarını yıkamışlar ve % 0.2'lik tuz ilavesi ile vakum paketlemişler. 70 °C 'de 10 dakika buharla muamele işleminden sonra buz içerisinde soğutmuşlar ve 4 ile 12 °C'de muhafaza altına almışlar. 4 °C ve 12 °C'de depolanan sous vide grupları sırasıyla depolamanın 35. gününde (9.04 mg MDA/kg) ve 18. gününde (8.58 mg MDA/kg) TBA sınır değerlerinin üzerinde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Mol vd. (2012b), çalışmada filetosu çıkarılmış palamut balıklarını % 0.2'lik tuz ilavesi ile vakum paketlenmişler. 70 °C'de 10 dakika sous vide tekniği uyguladıkları vakum paketleri buz içerisinde soğutmuşlar ve farklı depolama (4 °C'de ve 12 °C'de) sıcaklıklarında muhafaza altına almışlardır. TBA açısından palamut balığının yağ içeriğinin yüksekliğinden dolayı sınır değerleri daha çabuk geçtiğini ifade etmişler ve TBA açısından 12 °C'de depolanan grubun 9. günde ve 4 °C'de depolanan grubun 14. günde sınır değerlerini aştığını açıklamışlardır.

Shakila vd. (2012), cobia balığından yapılan balık köri yemeğini sous vide teknolojisi ile paketlemişler. 1. grupta balık körisi yemeği yapıldıktan sonra soğutulmuş ve 250 gramlık paketlerde aseptik olarak vakum paketleme yapmışlar. Araştırmada TBA-RS değerleri açısından gruplar arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuşlar. Birinci ve ikinci grupta elde edilen TBA-RS değerlerinin depolama süresi sonunda sırasıyla 1.76 µmol MDA/kg (1.hafta) – 2.21 µmol MDA/kg (12.hafta), 1.68 µmol MDA/kg (1.hafta) – 2.22 µmol MDA/kg (12.hafta) bulunduğunu açıklamışlardır. Depolama süresi sonunda elde edilen sonuçların sınır değerlerin çok altında kaldığını belirlemişlerdir.

Cosansu vd. (2013), sous vide paketlenmiş mezigit balıklarında limon suyunun raf ömrü üzerine etkilerini inceledikleri çalışma 70 °C'de 10 dakika ısıtılma işleminden sonra soğutma uygulamışlar ve 4±1 °C'de muhafaza altına almışlar. TBA değerleri açısından gruplar arasında bir fark olmadığını, depolama süresince TBA değerlerinin 35. günde 8 mg MDA/kg sınır değerlerini aştığını ve sade sous vide grubunda 7.96 mg MDA/kg, limon sulu sous vide grubunda 7.91 mg MDA/kg aralıklarında olduğunu açıklamışlardır.

Çalışmada elde ettiğimiz TBA değerleri; Shakila vd. (2012) ile Diaz vd. (2011)'e göre yaptıkları çalışma sonuçları ile benzer bulunurken Cosansu vd (2013) ile Mol vd. (2012a-b), 'ye göre yaptıkları çalışmadan farklı bulunmuştur. Görülen farklılıkların işlem ve farklı balık türlerinden olduğu düşünülmektedir.

4.2.3. pH Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sudak fletolarının taze örneklerinde yapılan pH ölçümünde 6.28 olarak bulunmuştur. Depolama süresince 60 °C'lik grupta maksimum pH değeri 7. günde 6.72 olarak ölçülürken, 70 ve 80 °C'lik gruplarda sırasıyla 28. günde 6.55 ve 6.57 bulunmuştur. Balıklarda tazeliğin belirlenmesinde pH değerinin 6-6.5 arasında kabul edildiği, tüketilebilirlik sınır değerinin 6.8-7 olduğu belirtilmiştir. Fakat pH tek başına ürün kalitesinde kesin bir ölçüt olmadığı diğer kalite analiz yöntemleri ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Çağlak, 2009; Çetinkaya, 2013). Su ürünlerinin işlendikten sonra pH değerinin kalite sınırının 7 kabul edildiği ve bu değer üzerinde ürünlerin bozulmuş olacağı belirtilmiştir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Garcia-Linares vd. (2004), alabalık ve somon ürünlerine uyguladıkları sous vide teknolojisi sonrasında 4 °C'de muhafaza edilen örneklerin kalite analizlerini değerlendirmişler. Muhafaza süresince 3, 20 ve 45'inci günlerde analiz işlemlerini gerçekleştirmişler. Depolama süresince gözlenen pH değişimlerini salmon grubunda 20. günde 6.43, 45. günde 6.45, alabalık grubunda 20. günde 6.61, 45. günde 6.51 açıklamışlardır. Araştırmada süresine bağlı olarak pH değişimlerinin etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Fagan ve Gormley (2005), yedi farklı balık türüne 12 farklı sos ile birlikte sous vide işlemi uygulamışlardır. 90 °C'de 10 dakika sosu vide işlemi uygulanmış balıklar 2 gruba ayrılarak 1. Grup -35 °C'de şoklanmış ve -20 °C'de muhafaza altına alınmış. 2. grup soğutulduktan sonra +4 °C'de depolanmış. pH değerlerinin 3.96 ile 5.42 arasında değiştiği belirtmişlerdir.

Gonzalez-Fandos vd. (2005), 100 gr'lık porsiyonlar halinde kestikleri salmonlara farklı sıcaklık ve sürelerde uyguladıkları sous vide işleminin pH üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını açıklamışlardır (0.24 birimlik bir değişim).

Cosansu vd. (2011), palamut balıklarının sous vide tekniği ile işlenmesi sonucunda pH değerlerinde görülen değişimleri incelemişler. İki farklı grubun oluşturulduğu çalışmada buzdolabı şartlarında (4 ± 1 °C) muhafaza altına alınmış. 7'şer gün arayla uygulanan analizlerde sade grubunun 42 gün, limon sulu grubun 63 gün muhafaza altında tutmuşlardır. pH değişimleri incelendiğinde sade ve limo sulu grubun başlangıç ve son değerlerini sırasıyla 6.11-6.69 ve 4.71-4.45 bulmuşlardır.

Diaz vd. (2011), sous vide tekniği ile paketlenen alabalıkların buzdolabı şartlarındaki kalite değişimlerinin incelendiği çalışmada 2 °C'de muhafaza edilen grupları 0.,5. ve 10. haftalarda analiz işlemine tabi tutmuşlar. Araştırma süresince pH değerlerinin 6.35 (başlangıç) – 6.29 (10.hafta) arasında olduğunu açıklamışlardır. Sous vide uygulanmış alabalığın bozulmasında pH değerlerinin etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Shakila vd. (2012), cobia balığından yapılan balık köri yemeğinde sous vide teknolojisini uygulamışlar. İki farklı grupta yapılan işlemlerde yemeğin hazırlanması sırasında yapılan katkı malzemelerinden dolayı biyokimyasal değerlerde değişiklik olduğunu belirtmişler. Çalışma süresince pH değişimlerinde görülen farkın önemli olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmada iki grupta gözlenen pH değer aralıklarını 5.40-5.69 olarak ifade etmişlerdir.

Mol vd. (2012a), farklı sıcaklıklarda (4 ve 12 °C) muhafaza edilen sous vide tekniği ile paketlenmiş mezgit balıklarının kalite değişimlerini incelemişler. Çalışmada pH değişimleri yönünden 4 °C'de muhafaza edilen ürünlerin 6.27-6.69 (42. gün), 12 °C'de muhafaza edilen ürünlerin 6.27-6.76 arasında olduğunu ortaya koymuşlardır.

Mol vd. (2012b),fileto palamut balıklarının sous vide teknolojisi ile işlenmesi ve farklı muhafaza şartlarında (4–12 °C'de) depolanan ürünlerin pH değişimlerini ortaya

koymuşlar. pH değerlerinin 12 °C’de depolanan grupta 6.02-6.36 (27. gün) 4 °C’de depolanan grupta 6.02-6.69 aralıklarında bulunduğunu açıklamışlardır.

Cosansu vd. (2013), limon suyu, tuz içeriği ve sous vide teknolojisi ile paketlenmiş mezgit balıklarından oluşan iki grubu 4 ± 1 °C’de muhafaza altına almışlar. pH değerleri açısından sade grubun başlangıç ve 42. gün pH değerleri sırasıyla 6.13-6.69 bulunurken limon sulu grupta başlangıçta 5.08, depolamanın 63. gününde 5.24 olduğunu açıklamışlardır.

Çalışmada elde edilen pH değerleri ile yapılan literatür araştırmalarında elde edilen pH sonuçlarının benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Bazı çalışmalarda farklı pH değerleri belirtilmişse de bu değerlerin çalışmalarda kullanılan katkı maddelerinden ileri geldiği belirlenmiştir. Yapılan araştırma verileri ve bu çalışmanın verileri incelendiğinde sous vide işleminin pH üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı sadece ısıl işleme bağlı olarak taze materyale kıyasla pH değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çeşitli çalışmalarda toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri ve toplam koliform bakteri sayıları için farklı limit değerler ifade edilmiştir. Mol vd. (2012a-b)’ye ve ICMSF (1986)’ye göre TMAB ve TPAB sınır değerleri 6 log cfu/g olarak verilmiştir. Mikrobiyolojik değerlendirmede bu sınır değerler dikkate alınarak raf ömrü değerlendirilmiştir Fekal kontaminasyonun belirticisi olan toplam koliform bakteri sayıları için sınır değerler çeşitli kaynaklarda 2 log cfu/g, 2.3 log cfu/g, 2.39 log cfu/g ve 2.6 log cfu/g olduğu belirtilmiştir (ICMSF, 1982; ICMSF, 1986; Patır ve İnanlı, 2005; Mandal vd., 2009; Kaba ve Erkoyuncu, 2011). Toplam koliform için araştırmamızda sınır değer 2 log cfu/g olarak belirlenmiş olup elde edilen verilerimiz bu açıdan değerlendirilmiştir. Mikrobiyolojik açıdan elde edilen araştırma bulgularımıza göre; 60 °C’de işlem görmüş sous vide grubunda TMAB ve TPAB sayılarının 42. günde, toplam mezofilik koliform sayısının 28. günde ve toplam psikrofilik koliform sayısının 35. günde belirlenen sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. 70 °C’de işlem görmüş sous vide grubunda TMAB sayısının 49. günde, TPAB sayısının 42. günde,

toplam mezofilik koliform sayısının 35. günde ve toplam psikrofilik koliform sayısının 28. günde belirlenen sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir. 80 °C’de işlem görmüş sous vide grubunda TMAB, TPAB, toplam mezofilik koliform ve toplam psikrofilik koliform değerlerinin tüm depolama süresince limit değerler içerisinde kaldığı belirlenmiştir. Özellikle 80 °C’de işlem görmüş grubun elde ettiği değerler neticesinde sous vide işlemlerinde yüksek sıcaklık uygulamalarının mikrobiyolojik açıdan daha etkili olduğu şeklinde açıklanabilir.

Nyati (2000), yaptığı araştırmada 70 °C’de 2 dk sous vide işlemi uygulanmış balık (*Hyperoglyphe poros*) filetolarının +3 °C’de 5 haftalık soğuk depolama süresince mikrobiyolojik açıdan toplam mezofilik bakteri sayısının 5 log kob/g’a değerini aldığını belirtmiştir.

Nissen vd. (2002), sous vide teknolojisi uygulanmış yemeğe hazır ürünlerin güvenli tüketimleri yönünden bir araştırmada bulunmuşlar. Çalışma süresince mikrobiyolojik açıdan toplam 2168 örnek üzerinde değerlendirme yapmışlar. 85-100 °C sıcaklıklarda ısıtma işlemlerinden sonra ürünleri 10 °C’nin altında soğutmuşlar ve su içerisinde 1 saat beklettikten sonra 4 ve 7 °C’de muhafaza etmişler. Çalışma sonucunda toplam mikrobiyolojik yük ve spor oluşturan bakterilerin 3-5 haftalık depolamadan sonra etkilerinin ortaya çıktıklarını belirlemişler.

Gonzalez-Fandos vd. (2004), yaptıkları çalışmada fileto edilen alabalıkları yağ ve tuz katkısı ile vakum paketli ürünlere 3 farklı sıcaklıkta (90 °C-15 dk, 90 °C-5 dk, 70 °C-10 dk) ısıtma işlemi uygulamışlar ve 2 °C ve 10 °C’de muhafaza altına almışlar. Çalışmada mezofil ve psikrofil bakteriler yönünden 90 °C’lik 5 dakika (2 °C muhafaza) ve 15 dakika (2-10 °C muhafaza) uygulamalarının, 90 °C’lik 5 dakika (2 °C muhafaza) ve 70 °C 10 dakika (2-10 °C muhafaza) gruplarından daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu grupların (90 °C’lik gruplar) 6 log cfu/g sınır değerlerine 45 günlük depolama süresince ulaşmadıklarını açıklamışlardır. 70 °C 10 dakika (2-10 °C muhafaza) gruplarının sınır değerleri sırasıyla 45 ve 21. günlerde aştıklarını tespit etmişlerdir.

Garcia-Linares vd. (2004), yaptıkları çalışmada iki farklı balık türüne (alabalık ve somon) sous vide teknolojisi ve geleneksel yöntem ile kendi suları içinde ısıtma işlemi uygulamışlar. 4 °C’de muhafaza edilen örneklerle 3, 20 ve 45’inci günlerde analiz işlemlerini gerçekleştirmişler. Çalışma sonucunda her iki balık türünün farklı mikrobiyolojik değerler içerdiğini ifade etmişlerdir. Her iki balık grubunda da mezofilik ve psikrofilik bakteri seviyelerinin 4-5 log cfu/g düzeylerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Gonzalez-Fandos vd. (2005), üç farklı ısıtma işlemi (65 °C’de 10 dakika, 90 °C’de 5 dakika ve 90 °C’de 15 dakika) ile 100 gramlık salmonlara 15 gram zeytin yağı ve 0.2 gram tuz ilavesi içeriğiyle sous vide paketleme işlemi uygulamışlar ve farklı derecelerde (2-10 °C) muhafaza altına almışlar. Çalışmada mezofil ve psikrofil bakteriler yönünden 90 °C’lik 5 dakika (2 °C muhafaza) ve 15 dakika (2-10 °C muhafaza) uygulamalarının, 90 °C’lik 5 dakika (2 °C muhafaza) ve 65 °C 10 dakika (2-10 °C muhafaza) gruplarından daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu grupların (90 °C’lik gruplar) 6 log cfu/g sınır değerlerine 45 günlük depolama süresince ulaşmadıklarını açıklamışlardır.

Frangos vd. (2010), buzdolabı şartlarında alabalık filetolarının raf ömrü üzerine tuzlama, keklik otu yağı ve vakum paketleme kombinasyonunun etkisini araştırmışlar. Örneklerle 3 günde bir yapılan mikrobiyolojik (Toplam bakteri, *Pseudomonas*, *Enterobakter* ve H₂S üreten bakteri (*Shewanella putrefaciens* A,B) analizler sonucunda taze deniz balıklarında kabul edilen 7 log cfu/g limit değerinin üzerine A1, A2, VP1, VP2 gruplarının sırasıyla 4, 7, 14 ve 16 günde çıktığını belirtmişlerdir.

Diaz vd. (2011), yaptıkları çalışmada derisi çıkartılmış ve fileto edilmiş 200 g’lık alabalıkları % 0.5 tuz ve zeytinyağı ile 300 °C’de 3 dakika pişirme işlemine tutmuşlar. Daha sonra filetoları soğutup vakum paketlemişler ve 80 °C’de 45 dakika pastörizasyon uygulamışlar. Ürünleri soğutup 2 °C’de muhafaza etmişler, 0., 5. ve 10. haftalarda yapılan mikrobiyolojik değerlendirmelerde sadece maya ve küf gelişiminin olduğunu ifade etmişlerdir.

Cosansu vd. (2011), limon suyu ve sous vide teknolojisi ile işlenen palamut balıklarının kalite değişimlerini inceledikleri çalışmada 70 °C'de 10 dakikalık ısıtma işlemi uygulamışlar ve 4±1 °C'de muhafaza altına alınmışlar. Mezofilik ve psikrofilik mikrobiyolojik değerler yönünden 1. grubun 35. güne kadar, 2. grubun 49 güne kabul edilebilir sınır değerlerde (6 log cfu/g) kaldığını ifade etmişlerdir.

Mol vd. (2012a), iki farklı sıcaklıkta (4 ve 12 °C) muhafaza edilen sous vide teknolojisi ile işlenmiş mezgıt balıklarının kalite değişimlerini incelemişler. Çalışmada mikrobiyolojik analizler yönünden 4 °C'de muhafaza edilen ürünlerin çalışma süresince 12 °C'de muhafaza edilen ürünlerden daha iyi bulunduğunu açıklamışlardır. Mezofilik ve psikrofilik mikrobiyolojik sınır değerlere (6 log cfu/g) 12 °C'de sırasıyla 21. günde ve 15. günde, 4 °C'de 35. günde ulaşıldığını açıklamışlardır.

Farklı bir çalışmada sous vide teknolojisi ile işlenmiş fileto palamut balıklarının farklı muhafaza şartlarında (4–12 °C'de) kalite değişimlerini incelemişler. Çalışma sonucunda, mezofilik ve psikrofilik mikrobiyolojik analizlerin değerlendirilmesi neticesinde sınır değerlerin (6 log cfu/g) 4 °C'de 42. günde, 12 °C'de 21. günde aşıldığını belirtmişlerdir (Mol vd., 2012b).

Bir araştırmada cobia balığından yapılan balık köri yemeğinin sous vide teknolojisi ile işlenmesine bağlı olarak meydana gelen kalite değişimlerini incelemişler. 2 farklı metotla oluşturulan grupların mikrobiyolojik değerlendirmesinde 2. grup işleme yönteminin mikrobiyolojik açıdan 1. gruba göre daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişler. Çalışmada 20 dakika kaynatma işlemi sonrası sous-vide teknolojisi ile paketlenen grubun 4 ve 8. hafta toplam bakteri değerlerinin 1.60 log cfu/g olduğu belirtilmiştir (Shakila vd., 2012).

Cosansu vd. (2013), limon suyu ve sous vide tekniğinin mezgıt balıklarında raf ömrü üzerine etkilerini inceledikleri çalışma İki gruba ayırdıkları mezgıt örneklerindemikrobiyolojik değerlerin önemli olduğu sous vide işleminde, 1. Grubun (sade) sınır değerleri (6 log cfu/g) 35. günde aştığı belirtilirken 2. grubun (limon sulu) 56. günde sınır değerlerin üzerinde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan literatür araştırmaları ile kıyaslandığında elde ettiğimiz verilerimizin benzerlik göstererek mikrobiyolojik açıdan belirtilen değerler üzerinden verilen raf ömürleri yönündende paralel sonuçlar elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda görölen farklılıkların sous vide işlemler sıcaklığı ve süresi, katkı malzemeleri ve kullanılan hammateriyalden kaynaklandığı öngörülmektedir.

4.4. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Su ürünlerinde önemli kalite parametrelerinden biri de duyusal değerlendirmedir. Sous vide işleminde depolama süresince meydana gelen duyusal değişim fizikokimyasal ve mikrobiyolojik süreçlerin neticesinde oluşmaktadır. Duyusal kalite açısından sınır değerleri geçmiş ürünler diğer kalite parametreleri açısından sınır değerler içerisinde olsa dahi tüketim açısından, duyusal değerlendirme puanları dikkate alınarak tüketilmez kabul edilir (Dokuzlu, 1997; Özden vd., 2001;Diaz vd., 2011).

Taze sudak balığında görünüş, koku, tekstür ve ortalama duyusal değerler panelistler tarafından 10 olarak değerlendirilmiş ve 60 °C, 70 °C ve 80 °C'lik sous vide gruplarında bu değerlerin düzenli bir azalma gözlemlendiği tespit edilmiştir. Sous vide işleminin ve özellikle yüksek sıcaklıkta yapılan (80 °C) uygulamanın çalışmamızda duyusal açıdan kalite değerlerini diğer gruplardan önemli oranda koruduğu belirlenmiştir.

Gonzalez-Fandosvd. (2004), yaptıkları çalışmada fileto edilen alabalıkları yağ ve tuz katkısı ile vakum paketli ürünlere 3 farklı sıcaklıkta (90 °C-15 dk, 90 °C-5 dk, 70 °C-10 dk) ısıtıl işlem uygulamışlar. Görünüş, koku, tat, acılaşma ve tekstür açısından yapılan değerlendirmede 90 °C'de işlem görmüş grupların sonuçlarının daha iyi olduğunu belirtmişler. 70 °C'de işlem görmüş 10 °C'de muhafaza edilmiş grubun raf ömrünün 21 gün, 90 °C'de işlem görmüş ve 2 °C'de muhafaza edilmiş grubun raf ömrünün 45 gün olduğunu ifade etmişlerdir.

Gonzalez-Fandosvd. (2005), 100 gramlık porsiyonlar halinde kesilen salmonlara sous vide pakitleme işlemi uygulamışlar. 65 °C'de 10 dakika, 90 °C'de 5 dakika ve 90

°C’de 15 dakika olmak üzere üç farklı ısı işlem uygulamasında bulunmuşlar. Duyusal değerlendirmede başlangıç sonuçları ele alındığında 65 °C’de 10 dakika işlem görmüş grubun sonuçları yüksek sıcaklık uygulamalarından daha iyi bulunmuş fakat mikrobiyolojik bozulmaya bağlı olarak depolama süresince duyusal kalitesini kaybettiğini belirtmişlerdir. Yüksek sıcaklık uygulamasının raf ömrü üzerinde etkin olduğu fakat duyusal değerlendirmede özellikle görünüş açısından ideal olmadığını ifade etmişlerdir.

Fagan ve Gormley (2005), *Holostethus atlanticus*, *Thunnus alalunga*, *Epiganus telescapus*, *Sebastes mentella*, *Carypaenoides rupestris*, *Molua dypterygia* ve *Reinhardtius hippaglossoides* balık türlerine 12 farklı sos ile birlikte sous vide işlemi uygulamışlardır. Duyusal analizlerde farklı pişirme zamanları kullanılarak (40 dakikada 85 °C’de, 20 dakikada 90 °C’de ve 15 dakikada 95 °C) panelistlere sunulmuş yapılan değerlendirmede *Thunnus alalunga*, *Epiganus telescapus* ve *Molua dypterypia* balıklarının öne çıktığını belirtmişlerdir. Duyusal değerlendirmede uygulanan işlemlerin bir fark oluşturmadığını sadece balık türünün yapısına bağlı olarak çeşitli etkilerin gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Frangos vd. (2010), buzdolabı şartlarında alabalık filetolarının raf ömrü üzerine oluşturulan grupların (A1: Kontrol (tuzlanmamış, hava paketlenmiş), A2: Tuzlanmış, hava paketlenmiş, VP1: Tuzlanmış, vakum paketlenmiş, VP2: Tuzlanmış, % 0.2 x/wt keklik otu yağı eklenmiş, vakum paketlenmiş, VP3: Tuzlanmış, %0.4 x/wt keklik otu yağı eklenerek vakum paketlenmiş) kalite değişimlerini incelemişler. 10 puan üzerinden yapılan duyusal değerlendirmede 5 puan altını kabul edilemez olarak ifade etmişlerdir, bu göre VP2 (16-17 gün)> VP1 (14 gün)> A2 (8 gün)> A1 (5 gün) duyusal kalite sınırları içinde kaldığını tespit etmişlerdir.

Diaz vd. (2011), yaptıkları çalışmada derisi çıkartılmış ve fileto edilmiş 200 g’lık alabalıkları % 0.5 tuz ve zeytinyağı ile 300 °C’de 3 dakika pişirme işlemine tutmuşlar. Daha sonra filetoları soğutup vakum paketlenmişler ve 80 °C’de 45 dakika pastörizasyon uygulamışlar. Ürünleri soğutup 2 °C’de muhafaza etmişler, 0., 5. ve 10. haftalarda yapılan duyusal analizde renk, koku, lezzet ve tekstür değerlendirmelerinde

bulunmuşlardır. İlk 5 haftada duyuşal değır kaybının % 25-30'lara yaklaştığını, sonraki 5 haftada bu değır kaybının % 50- 55 olduğunu açıklamışlardır.

Cosansu vd. (2011), filetoları çıkartılan ve 2 gruba ayrılan palamut balıklarını sous vide teknolojisi ile işlemişler. 7'şer gün arayla uygulanan analizlerde duyuşal yönden 1. grubun (sade sous vide) 35. güne kadar, 2. grubun (limon sulu sous vide) 49 güne kabul edilebilir değırlerde kaldığını ifade etmişler. Değırlendirmede 10 puanlık sistem üzerinden 4 puan altının kabul edilemez olduğunu açıklamışlardır.

Mol vd. (2012a), sous vide teknolojisi ile işlenmiş mezgit balıklarının 4 ve 12 °C'deki muhafazalarında kalite değışimlerini incelemişler. Duyusal değırlendirmede sous-vide ürünlerinin 12 °C'de 21. güne kadar, 4 °C'de 35. güne kadar kalite değırlerini koruduklarını ifade etmişler.

Mol vd. (2012b), sous-vide teknolojisi ile işlenmiş fileto palamut balıklarının farklı muhafaza şartlarında (4–12 °C'de) kalite değışimleri üzerine yürüttükleri araştırmada görünüş, koku, tat ve renk üzerinden yapılan duyuşal değırlendirmede sınır değırlerin 12 °C'lik grupta 21. günde 4 °C'lik grupta ise 35. günde aşıldığını açıklamışlardır.

Shakila vd. (2012), cobia balığından yapılan balık köri yemeğini sous vide teknolojisi ile paketlemişler. İki farklı grubun değırlendirildiğı çalışmada duyuşal (görünüş, koku, tekstür, tat) yönden 1. grubun (sous vide) 8. haftaya kadar 2. grubun (sıcak dolum) 12. haftaya kadar kabul edilebilir değırlerde olduğunu açıklamışlar. Çalışma sonucunda 2. grup işleme metodunun raf ömrünün 1. gruba göre daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir.

Cosansu vd. (2013), sous vide paketlenmiş mezgit balıklarında limon suyunun raf ömrü üzerine etkilerini inceledikleri çalışma duyuşal analizleri çok iyi çıkan ürünlerde limon sulu grubun diğır gruptan daha önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmişler. 10 puan üzerinden yaptıkları duyuşal (görünüş, koku, tat ve renk) değırlendirmede 4 puan altını kabul edilemez olarak belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda limon sulu ve sade

sousvide'lı grubun sırasıyla 35. gün ve 56. gün sınır değerler için kaldığını ifade etmişlerdir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sous vide işlemi görmüş sudak balığının belirtilen raf ömürleri ile benzer sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

4.5. Genel Değerlendirme

Yapılan besinsel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler sonucunda 60 °C, 70 °C, ve 80°C'de işlem görmüş sous vide gruplarının analizler altında genel değerlendirmeleri Tablo 16'da sunulmuştur. Ayrıca çalışma gruplarının kalite değerleri açısından sınır değerleri dikkate alınarak depolama süreleride belirtilmiştir.

Tablo 16. Genel değerlendirme tablosu

Sous Vide Grupları	Kimyasal Analizler	Mikrobiyolojik Analizler	Duyuşsal Analizler	Raf Ömrü Süresi
60 °C	TBA; Uygun	TMAB; 42 gün	Görünüş; 35 gün	28 gün
	TVBN; 35 gün	TPAB; 42 gün	Koku; 35 gün	
	pH; Uygun	TMK; 28 gün	Tekstür; 35 gün	
		TPK; 35 g. gün	Ortalama; 35 gün	
70 °C	TBA; Uygun	TMAB; 49 gün	Görünüş; 49 gün	28 gün
	TVBN; 49 gün	TPAB; 42 gün	Koku; 49 gün	
	pH; Uygun	TMK; 35 gün	Tekstür; 49 gün	
		TPK; 28 gün	Ortalama; 49 gün	
80 °C	TBA; Uygun	TMAB; Uygun	Görünüş; 56 gün	56 gün
	TVBN; Uygun	TPAB; Uygun	Koku; 56 gün	
	pH; Uygun	TMK; Uygun	Tekstür; 63 gün	
		TPK; Uygun	Ortalama; 63 gün	

TBA: Tiyobarbiturik Asit, TVB-N: Toplam Uçucu Bazik Azot, TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, TPAB: Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri, TMK: Toplam Mesofilik Koliform, TPK: Toplam psikrofilik Koliform.

Çalışma sonucunda 60 °C’de sous vide uygulanmış sudak balığının 28. güne kadar, 70 °C’de sous vide uygulanmış sudak balığının 28. güne kadar ve 80 °C’de sous vide uygulanmış sudak balığının 56. güne kadar tüketilebileceği görülmüştür.

5. ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonucunda ülkemizde ekonomik değeri olan sudak balığının Sous vide işleme yöntemi ile değerlendirilebileceği görülmüştür.

Bunun yanında; yapılan bu araştırma neticesinde elde edilen deneyim ve sonuçlar altında aşağıdaki genel öneriler tespit edilmiştir;

- Sous vide işlem süresi ve sıcaklık değerlerinin çeşitlendirilmesi üzerinde farklı çalışmalar yapılması yeni verileri ortaya koyacaktır.
- Uygulanan farklı işlem süresi ve sıcaklıklarına bağlı olarak meydana gelebilecek yağ asidi ve aminoasit değişimlerinin belirlenmesi besin değeri verileri açısından önemli olacaktır.
- Sous vide işlemlerinde farklı katkı malzemeleri kullanılarak değişik aromalar ile önemli duyu veriler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Altuntaş, I., 2012.** Vakum ve modifiye atmosfer paketlemenin keten tohumu ile zenginleştirilerek soğukta depolanan sığır eti köftelerinin raf ömrü üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. On dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye. 60 s.
- Andres-Bello, A., Garcia-Segovia, P. and Martinez-Monzo, J., 2009.** Effects of Vacuum Cooking (Cook-Vide) on the Physical-Chemical Properties of Sea Bream Fillets (*Sparus aurata*), Journal of Aquatic Food Product Technology, 18, 79-89
- Baldwin, D.E., 2012.** Sous Vide Cooking: A review, International Journal of Gastronomy and Food Science, 1, 15–30.
- Baumgart, J., 1986.** Lebensmittel tierischer Herkunft, Feinkosterzeugnisse, gefrorene, tiefgefrorene und getrocknete lebensmittel, Fertiggerichte, hitzekonservierte Lebensmittel, Speiseeis, Zucker, Kakao, Zuckerwaren, Rohmassen. In: Mikrobiologische untersuchung von lebensmitteln, unter mitarbeit von jürgen firnhaber, gottfried spicher, J. Baumgart (Ed) 207, Behr's Verlag Hamburg.
- Baygar, T., Erkan, N., Metin, S., Özden, Ö. ve Varlık, C., 2002.** Soğukta Depolanan Alabalık Dolmasının Raf Ömrünün Belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26, 577-580.
- Bochi, V.C., Weber, J, Ribeiro, C.P, Victório, A.M. and Emanuelli, T., 2008.** Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. Bioresource Technology, 99 (18), 8844–8849.
- Cadun, A., Çaklı, Ş. and Kışla, D., 2005.** Study of Marination of Deepwater Pink Shrimp (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846) and Its Shelf Life. Food Chemistry, 90 (1-2), 53-59.
- Church, I.J. and Parsons, A.L., 1993.** Review: Sous vide cook-chill technology. International Journal of Food Science and Technology, 28, 563-574.
- Cosansu, S., Mol, S., Alakavuk, D. U. and Özturan, S., 2011.** The effect of lemon juice on bonito (*Sarda sarda*, Bloch,1793) preserved by sous vide packaging. International Journal of Food Science and Technology, 46, 395-401.
- Cosansu, S., Mol, S., Alakavuk, D.U. and Özturan, S., 2013.** The Effect of Lemon Juice on Shelf Life of Sous Vide Packaged Whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordmann, 1840). Food Bioprocess Technology, 6, 283-289.
- Creed, P.G. and Reeve, W., 1998.** Principles and applicatios of sous vide processed foods. Gaithersburg, MD., USA: Aspen Publishers Inc., ISBN 0-7514-0433-0/

- 978-07514-0433-3, Ghazala, S. (ed), Sous Vide and Cook-Chill Processing for the Food Industry.
- Creed, P.G., 2000.** Sous vide-an overview of the process. In Ready Meals: The Revolution in Convenience; Teagasc, The National Food Centre, Dublin, Ireland. (Workshop No. 36).
- Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G. and Pors, J., 1980.** Spoilage of Fish from Hong Kong at Different Storage Temperatures. Tropical Science, 22, 367-382.
- Çağlak, E., 2009.** Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulanan Sübye, Karamidye ve Lakerda'nın Buzdolabı Şartlarında Bazı Kalite Kriterlerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 117 s.
- Çağlak, E. ve Karşlı, B., 2013.** Beyşehir Gölü Sudak (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Balıklarının Mevsimsel Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonu Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 9(1), 1-8.
- Çağlak, 2015.** Su Ürünlerinin Paketlenmesi. Yüksek Lisans Ders Notları.
- Çaklı, Ş., 2007.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi-1. Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:76, Bornova-İzmir, 669s., 22-23.
- Çetinkaya, S., 2013.** Vakum Paketli Pişirilen (sous vide) Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nin Soğuk Depolanması Sırasında Kalite Özelliklerine Doğal Antioksidanların Etkisi. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 141 s.
- Damarlı, E., Varlık, C. ve Pala, M., 1992.** Hazır yemek teknolojisinde su ürünlerinin yeri. Tebliğ 20-21 Şubat 1992 Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Semineri. İstanbul Beyoğlu Rotary Kulübü Yayınları. Yayın no: 14, 106-112.
- Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D. and Banon, S., 2007.** Microbial, physical-chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method. Meat Science, 80, 287-292.
- Diaz, P., Nieto, G., Banon, S. and Garrido, M.D., 2009.** Determination of Shelf Life of *Sous Vide* Salmon (*Salmo salar*) Based on Sensory Attributes Journal of Food Science, 8, 371-376.
- Diaz, P., Garrido, M. D. and Banon, S., 2011.** Spoilage of sous vide cooked salmon (*Salmo salar*) stored under refrigeration. Food Science and Technology International, 17(1), 31-37.
- Dokuzlu, C., 1997.** Marinat Hamsi Üretimi Sırasında Kullanılan Asit-Tuz Oranlarının Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkileri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Pendik Veteriner ve Mikrobiyoloji Dergisi, 28 (1), 81-90.

- Dursun, S. ve Erkan. N., 2009.** Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı, Journal of Fisheries Sciences.com, 3(4), 352-373.
- Fagan, J.D. and Gormley, T.R., 2005.** Effect of sous vide cooking , with freezing, on selected quality parameters of seven fish species in a range of sauces. European Food Research and Technology, 220, 299-304.
- FAO, 2014.** <http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/ai407e04.htm> (8 Haziran 2014).
- FDA, 2014.** [http://www.fda.gov/downloads/Food/Guidance Regulation/Retail Food Protection/Food Code/UCM374510.pdf](http://www.fda.gov/downloads/Food/Guidance%20Regulation/Retail%20Food%20Protection/Food%20Code/UCM374510.pdf). Food Code. Annex 6. Food Processing Criteria. U.S. Department of Health and Human Services (18 Haziran 2014).
- Fiach, By., O'Mahony, C., O'Riordan, C., Papkovskaia, N., Ogurtsov, V.I., Kerry, J.K. and Papkovsky, D.B., 2004.** Assesment of Oxygen Levels in Convenience-style Muscle-based Sous Vide Products through Optical Means and Impact on Shelf-life Stability. Packaging Technology and Science, 17, 225-234.
- Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A. and Savvaidis, I.N., 2010.** Combined effects of salting, oregana oil and vacuum – packaging on the shelf – life of refrigerated trout fillets. Food Microbiology, 27, 115-121.
- Garcia-Linares, M.C., Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Arias, M.T. and Garcia-Fernandez, M.C., 2004.** Microbiological and nutritional quality of sous vide or traditionally processed fish: Influence of fat content, Journal of Food Quality, 27(5): 371-387.
- Ghazala, S., 1998.** Sous Vide and Cook-Chill Processing for the Food Industry, Canada: An Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, 0- 7514-0433.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Kitabı. Süleyman Demirel Üniversitesi Egridir Su Ürünleri Fakültesi. Hatiboğlu Yayın Evi, ISBN: 9789759689707, 366 s.
- Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M.C., Villarino-Rodriguez, A., Garcia-Arias, M.T. and Garcia-Fernandez, M.C., 2004.** Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. Food Microbiology, 21, 193-201.
- Gonzalez-Fandos, E., Villarino-Rodriguez, A., Garcia-Linares, M.C., Garcia-Arias, M.T. and Garcia-Fernandez, M.C., 2005.** Mikrobiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. Food Control, 16, 77-85.
- Goussault, B., 1993.** Survival and inactivation of microorganisms in sous vide products. In First European Symposium on sous-vide Proceedings, Leuven, Belgium, 26.

- Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2002.** Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 320, 4. Baskı, 561s.
- Gökoğlu, N., Gün, H. ve Varlık, C., 1994.** Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) lakerdasının dayanma süresinin belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 8(1-2), 173-180.
- Göktan, D., 1990.** Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi, Et Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, Cilt 1, 292s.
- Halkman, A.K., 2005.** Gıda Mikrobiyoloji Uygulamaları. Merck, Başak Matbaası, Ankara, 358 s.
- Han, J.H., 2000.** Antimicrobial Food Packaging, Food Technology, 54, 56-65.
- Han, J.H., 2005.** New Technologies in Food Packaging: Overview, In: Innovations in Food Packaging, Edited by Han, J.H., Elsevier Academic Press, London, 3-10.
- Harrigan, W.F. and McCance, M.E., 1976.** "Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology". Academic Press Inc., London, 464s.
- Hecer, C., 2012.** Et Teknolojisinde Ambalajlama Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi. Journal of the Veterinary Medicine, 31, 1, 57-61.
- Herborg, L., 1976.** Production of separated fish mince for traditional and new products. Food Minced Fish Symposium, 1, 82-83.
- Houben, K., 1999.** Sous vide cooking: State of the art. In Third European Symposium on sous-vide Proceeding Leuven, Belgium 11-27.
- Huss, H.H., 1988.** Fresh Fish Quality Changes. FAO Fisheries Series, No: 29, Rome, FAO.
- İnal, T., 1992.** Besin Hijyeni. Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. Final Ofset. Genişletilmiş 2. Baskı İstanbul, 783 s.
- ICMSF, 1982.** International Commission on the Microbiological fingerlings using low-dose quinaldine and Specification of Foods, Microorganisms in food. Vol. 2, Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications. Univ. Toronto Press, Toronto, Canada.
- ICMSF, 1986.** International commission on microbiological specifications for foods, sampling plans for fish and shellfish. In ICMSF, Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications, 2nd Ed., Vol. 2 pp. 181-196, University of Toronto Press, Toronto, Canada.

- Kaba, N. and Erkoyuncu, İ., 2011.** Sensory, chemical and microbial quality of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) processed with different treatments during cold storage. *Academic Food Journal*, 9, 29-37.
- Karşlı, B., 2013.** Akivades (*Ruditapes decussatus*, L. 1758)'te Farklı İşleme Tekniklerinin Kalite Kriterlerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 87 s.
- Kaya, Y., Duyar, H. A. ve Erdem M. E., 2004.** Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Açısından Önemi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4), 365-370.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2001.** Paketleme tekniklerinin balık ve kabuklu su ürünleri mikrobiyal florası üzerine etkileri. *Ege University Journal of Fisheries&Aquatic Sciences*, 18(1-2): 279-291.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2004.** Su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenmesi. *Ege University Journal of Fisheries&Aquatic Sciences*, 21(3-4), 349-353.
- Kocatepe, D., Taşkaya, G., Turan, H. ve Kaya, Y., 2010.** Balıklarda Buzlama İşlemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 3(1), 17-27.
- Ludorff, W. and Meyer, V., 1973.** *Fische und Fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg.
- Mandal, S.C., Hasan, M., Rahman, M.S., Manik, M.H., Mahmut, Z.H. and Sirajul Islam, M.D., 2009.** Coliform bacteria in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* of shrimp-gher, pond and fish market. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1, 160-166.
- Metin, S., 1999.** Modifiye Atmosferde Ambalajlama Tekniğinin Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Ürünlerinin Kalite ve Dayanma Süresine Etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Türkiye, 84 s.
- Meyer, R. A., 1997.** Sous vide technology: American food service markets discovering the benefits. *Journal of Restaurant & Food Service Marketing*, 2 (2), 51-62.
- Mol, S. ve Özturan, S., 2009.** Sous vide teknolojisi ve su ürünlerindeki uygulamalar *Journal of Fisheries Sciences*, 3 (1), 68-75.
- Mol, S., Özturan, S. and Cosansu, S., 2012a.** Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordman, 1840) stored at cold (4 °C) and temperature abuse (12 °C). *Journal of Food Processing and Preservation*, 36, 497-503.
- Mol, S., Özturan, S. and Cosansu, S., 2012b.** Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) stored at 4 °C and 12 °C. *Journal of Food Quality*, 35, 137-143.

- Nissen, H., Rosnes, J.T., Brendehaug, J. and Kleiberg, G.H., 2002.** Safety evaluation of sous vide processed ready meals, *Letters in Applied Microbiology*, 35, 433-438.
- Norwitz, W., 1970.** Drained weight determination of frozen glazed fish and other marine products. *Method of Analysis of the AOAC*, 339 s.
- Nyati, H., 2000.** An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. *Food Control* 11, 471-476.
- Oğuzhan, P., Angiş, S., 2008.** Su ürünlerinin paketlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 21-23 Mayıs.
- Özçandır, S. ve Yetim, H., 2010.** Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve Gıdalarda İzlenebilirlik. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11.
- Özden, Ö., Metin, S., Baygar, T. ve Erkan, N. 2001.** Vakum Paketlenmiş Marine Balıkların Kalitesinin Belirlenmesinde Yağ Asitleri ve Aminoasit Bileşimindeki Değişimlerin İncelenmesi. Tübitak, Proje No: VHAG-1713/ADP, İstanbul, 29 s.
- Parker, A.C.B., 1994.** Use of HACCP by the chilled food industry. *Food Control*, 5 (3), 167-170.
- Patir, B. and İnanlı, G.A., 2005.** Microbiological quality and TMA-N levels of fresh horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, S. 1868) marketed in Elazığ. *International Journal of Science and Technology*, 17, 360-369.
- Purma, Ç. ve Serdaroğlu, M., 2006.** Akıllı Ambalajlama Sistemlerinin Gıda Sanayinde Kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 24-26 Mayıs.
- Ready, C.A., 1971.** Method of preparing and preserving ready to eat foods, US Patent 3.607,312.
- Rybka-Rodgers, S., 2001.** Improvement of food safety desing of cook-chill foods. *Food Research International*, 34 (5), 449-455.
- Schellekens, W. and Martens, T., 1992.** Sous vide: State of the Art Publication EUR 15018 EN. Leuven, Belgium: Alma Sous Vide Competence Centre.
- Schroder, M.J.A., 2003.** Food Quality and Consumer Value, Springer, Gaithersburg, 3-540-439-14-5.
- Serdengeçti, N. And Yıldırım, D., 2003.** Taze ette bulunan mikroorganizmalar ve raf ömrünün uzatılması. *Akademik Gıda*, 1(4), 21-26.

- Shakila-Jeva, R., Jeyasekaran, R., Vijayakumar, A. and Sukumar, D., 2009.** Microbiological quality of sous-vide cook chill fish cakes during chilled storage (3 °C). *International Journal of Food Science Technology*, 44 (11), 2120-2126.
- Shakila-Jeya, R., Edwin-Raj, B. and Felix, N., 2012.** Quality and safety of fish curry processed by sous vide cook chilled and hot filled technology process during refrigerated storage. *Food Science and Technology International*, 18, 261-269. DOI:10.1177/108201321145177.
- Smith, J.P., Ramaswamy, H.S. and Simpson, B.K., 1990.** Developments in food packaging technology. Part I. Processing/cooking considerations. *Trends in Food Science Technology*, 1, 107-110.
- Smith, G., Hole, M. and Hanson, S.W., 1992.** Assessment of lipid oxidation in indonesian salted-dried marine catfish (*Arius thalassinus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 193-205.
- Stringer, M. and Dennis, C., 2000.** Chilled food. ISBN:0-8493-0856-9, Woodhead, United Kingdom, 486 s.
- Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V., 2002.** Biyoistatistik. Habiboğlu yayınları, yayın no: 53, 10. Baskı, ISBN: 975-7527-12-2, 269 s., Karataş, M. (Ç. Ed.), 211-214.
- SVAC, 1991.** Code of practice for sous vide catering system. Sous vide Advisory Committee (SVAC), Tetbury.
- Tansey, F.S. and Gormley, T.R., 2005.** Sous Vide/Freezing Technology for Ready Meals, In Barbosa-Canovas, G. V., Tapia, M. S., Cano, M. P. (Ed.), *Novel Food Processing Technologies*, CRC Pres Publisher, 679 s, 477-490.
- Tarladgis, B.G., Margaret B.M., Younathan, T. and Dugan, L., 1960.** Distillation method for the determination of manolaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 44-48.
- TUİK, 2012.** Türkiye İstatistik Kurumu, Avlanan Tatlısu Ürünleri Miktarı, Ankara.
- Turan, H., Kaya, Y. ve Sönmez, G., 2006.** Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-3), 505-508.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 1998.** Modifiye atmosfer. *Gıda Mikrobiyolojisi*. 1. Baskı, ISBN:975-483-383-4, 216-222 s.
- Varlık, C., 1998.** Balık ve kanatlı etlerinin soğutulması, dondurulması ve depolanması, İstanbul Ticaret Odası Gıda İşleme ve Saklanması Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri, 33, 169-175.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H., 1993.** Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17*, İstanbul, 174 s.

Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T., 2011. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul üniversitesi yayınları, yayın no: 5027, II. Baskı. ISBN:978-975-404-898-8, 515s.

Yılmaz, H. ve Bilici, S., 2014. Toplu beslenme hizmetlerinde alternatif pişirme yöntemi:"Sous Vide". Gıda, 40 (3), 163-170.

ÖZGEÇMİŞ

Elif Şişmanlar Altıkaya, 26.05.1980 yılında Rize’de doğdu. İlköğrenimini ve lise öğrenimini Rize’de tamamladı. 1999 yılında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi/Gıda Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2003 yılında lisans eğitimini tamamladı. Tez Konusu: Çay İşlemede Soldurma, Kıvırma, Oksidasyon ve Çay Enzimleri. Ayrıca Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesinde 2004-2010 yılları arasında işletme eğitimini tamamladı. 2003-2004 yılları arasında özelsektörde (siyah çay üretimi) Sorumlu Yönetici ve Kalite Yönetim Temsilcisi olarak görev yaptıktan sonra 2004 yılında Rize İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde göreve başladı. 2012 yılından itibaren de Gıda Kontrol Genel Müdürlüğünde gıda mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli ve üç çocuğu var. İngilizce bilmektedir.

2009 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı ve halen öğrenciliği devam etmektedir. Tez Konusu: Farklı Sıcaklıklarda Sous Vide Uygulanmış Sudak Balığının (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Raf Ömrü Üzerine Bir Araştırma.