

**T.C.**  
**SİNOP ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

FARKLI PAKETLEME TEKNİKLERİNİN HAMSİ (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)  
MARİNATI ÜZERİNE UYGULANABİLİRLİĞİ ve KALİTELERİNİN İNCELENMESİ

YAZAR  
İRFAN KESKİN

DANIŞMAN  
PROF. DR. MEHMET EMİN ERDEM

**SİNOP – 2019**

## TEZ KABUL

İrfan KESKİN tarafından hazırlanan “Farklı Paketleme Tekniklerinin Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Marinatı Üzerine Uygulanabilirliği ve Kalitelerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, 23.05.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **DOKTORA tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Başkan** Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL  
Sinop Üniversitesi/Su Ürünleri Fakültesi



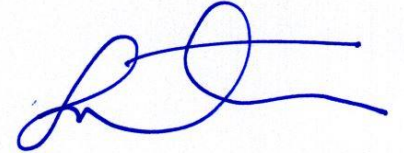
**Üye** Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM  
Sinop Üniversitesi/Su Ürünleri Fakültesi



**Üye** Prof. Dr. Yalçın KAYA  
Sinop Üniversitesi/Su Ürünleri Fakültesi



**Üye** Prof. Dr. Sadettin TURHAN  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi/ Mühendislik Fakültesi



**Üye** Dr. Öğr. Üyesi Ali Eslem KADAK  
Kastamonu Üniversitesi/Su Ürünleri Fakültesi



## ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İrfan KESKİN

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>i</b>
<b>SEMBOLLER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Yapılan Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	3
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>5</b>
2.1. Hamsi Balığının Genel Özellikleri.....	5
2.2. Su Ürünlerinde Uygulanan Marinat Teknolojisi.....	6
2.3. Su Ürünlerinde Uygulanan Dumanlama Teknolojisi.....	8
2.4. Vakum Paketleme .....	10
2.5. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP).....	10
2.6. MAP'ta Kullanılan Gazlar .....	11
<b>3. LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	<b>14</b>
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>20</b>
4.1. Deneme Planı .....	20
4.2. Çalışmada Kullanılan Malzeme ve Cihazlar.....	27
4.3. Metot .....	31
4.3.1. Akredite Laboratuvarda Yaptırılan Analizler .....	31
4.3.2. Kimyasal Analizler.....	31
4.3.2.1. pH Analizi .....	31
4.3.2.2. TBARs (Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri) Analizi.....	31
4.3.2.3. TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) Analizi .....	33
4.3.2.4. Histamin Analizi .....	33
4.3.3. Mikrobiyolojik Analizler .....	34
4.3.3.1. Patojen Mikroorganizmaların Tespiti .....	36
4.3.4. Duyusal Analiz.....	38
4.3.5. Et Verimi Hesaplama .....	39
4.3.6. İstatistik Analizler .....	39

<b>5. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>41</b>
5.1. Fiziksel Analize İlişkin Bulgular ve Tartışma .....	41
5.1.1. Et verimi.....	41
5.1.2. MAP'lı Grupların Paket İçi Gaz Oranları .....	43
5.2. Ağır Metal ve Mineral Madde Miktarına İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	46
5.3. Besin Kompozisyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışma .....	49
5.3.1. Sade Hamsi Marinat Grubunun (A, B) Besin Kompozisyonu.....	49
5.3.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubunun (C,D) Besin Kompozisyonu .....	55
5.3.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubunun (E,F) Besin Kompozisyonu .....	60
5.4. Yağ Asidi Kompozisyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışma .....	65
5.4.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait Yağ Asidi Kompozisyonu.....	65
5.4.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait Yağ Asidi Kompozisyonu .....	78
5.4.3. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait Yağ Asidi Kompozisyonu .....	89
5.4.4. Deneme Gruplarına Göre Günlük Tüketilmesi Gerekli EPA+DHA Miktarı .....	98
5.5. Amino Asit Kompozisyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışma .....	99
5.5.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A,B) Ait Amino Asit Kompozisyonu .....	100
5.5.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C,D) Ait Amino Asit Kompozisyonu .....	105
5.5.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (E, F) Ait Amino Asit Kompozisyonu .....	109
5.6. Kimyasal Analiz Sonuçları ile İlgili Bulgular ve Tartışma.....	113
5.6.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A,B) Ait Kimyasal Analizler .....	113
5.6.1.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait TBARs Analizi.....	115
5.6.1.2. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait TVB-N Analizi.....	118
5.6.1.3. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait pH Analizi.....	122
5.6.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait Kimyasal Analizler...	125
5.6.2.1. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait TBARs Analizi.....	127
5.6.2.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait TVB-N Analizi.....	129
5.6.2.3. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait pH Analizi .....	131
5.6.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (E, F) Ait Kimyasal Analizler ..	134
5.6.3.1. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait TBARs Analizi .....	136
5.6.3.2. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait TVB-N Analizi.....	138
5.6.3.3. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait pH Analizi .....	140

5.6.4. Dumanlanmış Ürünlerde PAH Analizi .....	142
5.6.5. Histamin Analizi .....	144
5.7. Mikrobiyolojik Analize İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	147
5.8. Duyusal Analize Ait Bulgular ve Tartışma.....	155
5.8.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait Duyusal Analiz .....	156
5.8.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait Duyusal Analiz.....	161
5.8.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (E, F) Ait Duyusal Analiz.....	166
5.8.4. Ürünlerin Genel Duyusal Değerlendirilmesi .....	170
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>173</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>179</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>194</b>



## SEMBOLLER VE KISALTMALAR

### SEMBOLLER

%	: Yüzde
$\Sigma$	: Toplam
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Cm	: Santimetre
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
g	: Gram
HCl	: Hidroklorik asit
Hg	: Civa
K	: Potasyum
Kcal	: Kilo kalori
Kg	: Kilogram
Kob	: Koloni oluşturan birim
Log	: Logaritma
Lt	: Litre
mg	: Miligram
MgO	: Magnezyum oksit
mL	: Mililitre
N <sub>2</sub>	: Azot
n-3	: Omega 3
n-6	: Omega 6
Na	: Sodyum
nm	: Nanometre
O <sub>2</sub>	: Oksijen
°C	: Santigrat derece
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
ppm	: Milyonda bir birim

Se : Selenyum  
μg : Mikrogram  
μl : Mikrolitre





## KISALTMALAR

AA	: Amino Asit
AHA	: Amerikan Kalp Derneği
AOAC	: American Official Analytical Chemist
BHT	: Bütül hidroksi toluen
DHA	: Dokosaheksaenoik asit
EAA	: Esansiyel Amino Asit
EC	: Avrupa Standartları Komisyonu
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
EPA	: Eikosapentaenoik asit
EU	: Avrupa Birliği
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
ICMSF	: Uluslararası Mikrobiyolojik Gıda Standartları Komisyonu
LAB	: Laktik Asit Bakteri
MAP	: Modifiye Atmosfer Paketleme
MDA	: Malondialdehit
MDS	: Moleküler Tespit Sistemi
MUFA	: Tekli Doymamış Yağ Asidi
NEAA	: Esansiyel Olmayan Amino Asit
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
PET	: Polietilen Tereftalat
pH	: Power of Hydrogen
PP	: Polipropilen
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asidi
PVC	: Polivinil Klorür
PVDC	: Polivinilidin Klorür
SFA	: Doymuş Yağ Asidi
TAB	: Toplam Anaerob Bakteri
TBARs	: Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri
TCA	: Trikloroasetik Asit

TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TK	: Toplam Koliform
TMAB	: Toplam Mezofil Aerob Bakteri
TMK	: Toplam Maya-Küf
TPAB	: Toplam Psikrofil Aerob Bakteri
TS	: Türk Standartları
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü



## ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ

### ŞEKİLLER

#### Sayfa No

Şekil 2.1. Hamsi ( <i>Engraulis encrasicolus</i> ) balığının genel görünümü (Orijinal).....	6
Şekil 4.1. Yapılan ürünlere ait işlem basamakları. ....	23
Şekil 4.2. a: Donmuş hamsi balığının soğuk su altında çözdürülmesi, b: Balıkların ayıklanması ve temizlenmesi, c: İşlenmeye hazır hamsi filetoları (Orijinal). ....	24
Şekil 4.3. a,b: Marinasyon işlemi, c: Marinasyon sonrası hamsi filetolarının sızdırılması (Orijinal). ....	24
Şekil 4.4. a: Marine edilmiş hamsilerin sıcak dumanlama öncesi ızgaralara dizilmesi, b: Marine edilmiş hamsilerin soğuk dumanlama öncesi ızgaralara dizilmesi, c: Dumanlama işlemi (Orijinal).....	25
Şekil 4.5. Ürünlerin vakum paketlenme esnasındaki görüntüleri (Orijinal).....	25
Şekil 4.6. Ürünlerin modifiye atmosfer paketlenme esnasındaki görüntüleri (Orijinal). ....	26
Şekil 4.7. Ürünlerin paketlenme sonrası genel görünümü (Orijinal).....	26
Şekil 4.8. Ürünlerin depolama ( $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) esnasındaki genel görüntüleri (Orijinal). ....	27
Şekil 4.9. a: Çalışmada kullanılan tütsüleme fırını, b: Dumanlama fırınının içten görünümü, c: Talaş ünitesi, d: Talaş ünitesinin içten görünümü, e: Meşe ağacı talaşı (Orijinal). ....	28
Şekil 4.10. Üretimde kullanılan paketlenme cihazı ve MAP tüpleri (Orijinal). ....	29
Şekil 4.11. a: Histamin analizinde kullanılan test cihazı, b: Histamin test kiti, c: 3M MDS moleküler tayin cihazı, d: Tepe boşluğu gaz ölçüm cihazı (Orijinal).....	30
Şekil 4.12. Mikrobiyoloji analizinde kullanılan hazır petrifilmler ve patojen mikroorganizmalar için özel test kitleri (Orijinal). ....	30
Şekil 5.1. Ürünlerin bürüt (toplam) ağırlık üzerinden hesaplanan et verimi sonuçları. ....	42
Şekil 5.2. MAP'lı ürünlerin paket içi CO <sub>2</sub> ve O <sub>2</sub> gazı oranları.....	44
Şekil 5.3. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait ham protein sonuçları. ....	51
Şekil 5.4. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait ham yağ sonuçları. ....	52
Şekil 5.5. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait ham kül sonuçları.....	52
Şekil 5.6. Sade hamsi marinat grubuna (A,B) ait nem değeri sonuçları. ....	53
Şekil 5.7. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait ham protein sonuçları ....	57
Şekil 5.8. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait ham yağ sonuçları. ....	57
Şekil 5.9. Sıcak dumanlanmış marinat grubuna (C,D) ait ham kül sonuçları.....	58
Şekil 5.10. Sıcak dumanlanmış marinat grubuna (C, D) ait nem sonuçları.....	58

Şekil 5.11. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait ham protein sonuçları.	62
Şekil 5.12. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait ham yağ sonuçları. ....	62
Şekil 5.13. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait ham kül sonuçları. ....	63
Şekil 5.14. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait nem sonuçları. ....	63
Şekil 5.15. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait $\Sigma$ SFA sonuçları. ....	67
Şekil 5.16. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait $\Sigma$ MUFA sonuçları. ....	70
Şekil 5.17. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait $\Sigma$ n-3 sonuçları. ....	75
Şekil 5.18. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait $\Sigma$ n-6 sonuçları. ....	76
Şekil 5.19. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait $\Sigma$ SFA sonuçları. ....	80
Şekil 5.20. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait $\Sigma$ MUFA sonuçları. ....	83
Şekil 5.21. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait $\Sigma$ n-3 sonuçları. ....	87
Şekil 5.22. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait $\Sigma$ n-6 sonuçları. ....	88
Şekil 5.23. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E,F) ait $\Sigma$ SFA sonuçları. ....	91
Şekil 5.24. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait $\Sigma$ MUFA sonuçları. ....	93
Şekil 5.25. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait $\Sigma$ n-3 sonuçları. ....	96
Şekil 5.26. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait $\Sigma$ n-6 sonuçları. ....	97
Şekil 5.27. Günlük 1 g EPA+DHA alınması için tüketilmesi gerekli hamsi miktarı. ....	99
Şekil 5.28. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait $\Sigma$ AA ve $\Sigma$ EAA değerleri. ....	103
Şekil 5.29. Sıcak dumanlanmış marinat (C, D) grubuna ait $\Sigma$ AA ve $\Sigma$ EAA sonuçları. ....	108
Şekil 5.30. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat (E,F) grubuna ait $\Sigma$ AA ve $\Sigma$ EAA sonuçları. ....	112
Şekil 5.31. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait TBARs sonuçları. ....	115
Şekil 5.32. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait TVB-N sonuçları. ....	118
Şekil 5.33. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait pH analizi sonuçları. ....	123
Şekil 5.34. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait TBARs sonuçları. ....	127
Şekil 5.35. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait TVB-N sonuçları. ....	129
Şekil 5.36. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat (C, D) grubuna ait pH sonuçları. ....	132
Şekil 5.37. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait TBARs sonuçları. ....	136
Şekil 5.38. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait TVB-N sonuçları. ....	138
Şekil 5.39. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna ait (E, F) pH sonuçları. ....	140
Şekil 5.40. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait duyu analizi sonuçları. ....	158
Şekil 5.41. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait duyu analizi sonuçları. ....	163

Şekil 5.42. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait duyusal değerlendirme sonuçları.....	168
Şekil 5.43. Tüm ürünlerin depolama süresi boyunca aldıkları genel beğeni sonuçları. ....	171



## ÇİZELGELER

	Sayfa No
Çizelge 4.1. Bakterilerin inkübasyon sıcaklığı ve süreleri. ....	36
Çizelge 4.2. Duyusal değerlendirme formu. ....	39
Çizelge 5.1. Ürünlerin et verimine ait sonuçları. ....	42
Çizelge 5.2. MAP'LI grupların paket içi gaz oranları. ....	44
Çizelge 5.3. Hamsi balığının Cıva, Kadmiyum ve Kurşun analizi sonuçları .....	46
Çizelge 5.4. Hamsi balığının mineral madde içeriği. ....	47
Çizelge 5.5. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları. ....	50
Çizelge 5.6. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait Karbonhidrat ve Enerji değeri sonuçları .....	53
Çizelge 5.7. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları.....	56
Çizelge 5.8. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait Karbonhidrat ve Enerji değeri sonuçları.....	59
Çizelge 5.9. Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları.....	61
Çizelge 5.10. Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait Karbonhidrat ve Enerji değeri sonuçları.....	64
Çizelge 5.11. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) sonuçları. ....	66
Çizelge 5.12. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) sonuçları.....	69
Çizelge 5.13. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sonuçları. ....	72
Çizelge 5.14. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) sonuçları.....	79

Çizelge 5.15. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) sonuçları.....	82
Çizelge 5.16. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sonuçları. ....	85
Çizelge 5.17. Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) sonuçları.....	90
Çizelge 5.18. Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) sonuçları.....	92
Çizelge 5.19. Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sonuçları. ....	94
Çizelge 5.20. 1g EPA+DHA alınması için günlük tüketilmesi gerekli hamsi miktarı. ....	98
Çizelge 5.21. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait amino asit kompozisyonu sonuçları. ....	101
Çizelge 5.22. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait amino asit kompozisyonu sonuçları.....	106
Çizelge 5.23. . Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları.....	110
Çizelge 5.24. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait kimyasal analiz sonuçları. ....	114
Çizelge 5.25. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait kimyasal analiz sonuçları. ....	126
Çizelge 5.26. Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait kimyasal analiz sonuçları. ....	135
Çizelge 5.27. Marinat gruplarının mikrobiyolojik analizine ait sonuçlar.....	148

Çizelge 5.28. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait duyusal analiz sonuçları. ....	157
Çizelge 5.29. Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait duyusal analiz sonuçları. ....	162
Çizelge 5.30. Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait duyusal analiz sonuçları. ....	167





## ÖZET

### FARKLI PAKETLEME TEKNİKLERİNİN HAMSİ (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) MARİNATI ÜZERİNE UYGULANABİLİRLİĞİ ve KALİTELERİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışma, Üniversite-Sanayi işbirliği ile su ürünleri işleme sektörünün sorunlarına veya taleplerine çözüm bulma amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, tüketici talepleri doğrultusunda, mevcut çalışmanın yürütüldüğü su ürünleri işleme tesisinde yapılan ürünlere (vakum paketli marine ve dumanlanmış ürünler) ek olarak yeni ürün gamı oluşturulmuş (Modifiye Atmosfer Paketli) ve elde edilen bu ürünlerde, paketleme yöntemlerinin (Vakum, MAP) etkileri karşılaştırılmıştır.

Mevcut çalışmada, hamsi balığı kullanılarak 3 farklı ürün oluşturulmuş (Sade marinat, Sıcak ve Soğuk dumanlanmış marinat) ve bu ürünler kendi içlerinde farklı paketleme yöntemleri kullanılarak ambalajlanmıştır (Vakum ve MAP: % 60 CO<sub>2</sub>+% 40 N<sub>2</sub>). Toplamda 6 farklı grup (**A**: Vakum paketli sade marinat, **B**: MAP'lı sade marinat, **C**: Sıcak dumanlanıp vakum paketlenmiş marinat, **D**: Sıcak dumanlanıp MAP uygulanmış marinat, **E**: Soğuk dumanlanıp vakum paketlenmiş marinat, **F**: Soğuk dumanlanıp MAP uygulanmış marinat) belirlenmiş ve 2±2°C'de, 10 ay boyunca muhafaza edilmiştir. Depolama süresi boyunca her ayın belirli bir gününde, fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılarak, ürünlerin kaliteleri incelenmiştir. Ürünlerin raf ömrü ise duyu analiz sonucunda tespit edilmiştir.

Yapılan, ağır metal, histamin ve PAH analizi sonuçlarına göre, tespit edilen değerlerin ulusal ve uluslararası standartlara göre belirtilen limitlerin çok altında olduğu belirlenmiştir.

Biyokimyasal analiz sonuçlarına göre elde edilen ürünlerin, yüksek besleyici değere sahip olduğu, yapılan marinasyon ve dumanlama işlemi sonrasında bile balık etinin besin değerini koruduğu belirlenmiştir. Bunun yanında tüm ürünlerin, insan sağlığı için son derece önemli olan, omega-3 yağ asitleri ve esansiyel amino asitler bakımından da zengin olduğu tespit edilmiştir.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre tüm ürünlerin, TBARs, TVB-N ve pH değerlerinin, depolama süresi boyunca tüketilebilir sınır değeri geçmediği belirlenmiştir.

Yapılan mikrobiyolojik analiz sonucuna göre, taze örnekte Toplam Psikrofil Aerob Bakteri sayısı 2,35±0,05 logkob/g, Toplam Mezofil Aerob Bakteri sayısı ise 2,77±0,03 logkob/g

olarak hesaplanmıştır. Depolama süresi boyunca, tüm analizlerde (Toplam Aerob Bakteri, Toplam Anaerob Bakteri, Toplam Maya-Küf, Toplam Koliform, Toplam Laktik Asit Bakteri, *Staphylococcus aureus*), belirlenen mikroorganizma sayısı, tespit edilebilir sınır değerin altında (<10 kob/g) kalmıştır. Ayrıca hiçbir üründe, patojen mikroorganizmaya (*Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157-H7) rastlanılmamıştır.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, tüm ürünler, panelistler tarafından yüksek beğeni almış, en beğenilen ürün ise sıcak dumanlanmış marinat grubu olmuştur. Mevcut çalışma, ürünlerin duyusal açıdan kalitelerini kaybettikleri ay sonlandırılmıştır. 2±2°C’de muhafaza edilen ürünlerin raf ömrü; **A** grubu için 9 ay, **B** grubu için 8 ay, **C** grubu için 10 ay, **D** grubu için 8 ay, **E** grubu için 6 ay ve **F** grubu için 5 ay olarak belirlenmiştir. Fakat kalite standartları, tüketici beğenisi, depolama ve nakliye şartları da göz önünde bulundurularak, tespit edilen raf ömrünün, belirtilen koşullarda 1 ay daha erken olması tavsiye edilmektedir.

Bu çalışma Üniversite-Sanayi işbirliği ile yürütülmüş ve tüketici tercihi dikkate alınarak yeni bir ürün gamı oluşturulmuştur. Firma tarafından üretilerek tüketici beğenisine sunulan MAP’lı marine ürünlerin (sade, sıcak-soğuk dumanlanmış), seri üretime geçilmesi ile Türkiye’de bu alanda bir ilk gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hamsi, Marinat, Dumanlama, Vakum paketleme, MAP, Kalite, Raf Ömrü

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE QUALITY AND APPLICATION OF THE DIFFERENT PACKAGING TECHNIQUES ON THE ANCHOVY (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) MARINATE

This study was carried out with the aim of finding solutions to the problems or demands of the aquaculture sector in cooperation with University-Industry. For this reason, in addition to the products (vacuum packaged marine and smoked products) made in the aquaculture processing plant in which the current work was carried out, a new product range (Modified Atmosphere Packaged) was created in line with consumer demands and the effects of the packaging methods (Vacuum, MAP) were compared in these products.

In the present study, three different products were formed from anchovy (plain marinate, hot and cold smoked marinate) and these products were packaged by using different packaging methods (Vacuum and MAP: 60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub>). A total of 6 different groups (**A**: Vacuum packaged plain marinate, **B**: Modified atmosphere packaged plain marinate, **C**: Hot smoked and vacuum packed marinate, **D**: Hot smoked and modified atmosphere packaged marinate, **E**: Cold smoked and vacuum packed marinate, **F**: Cold smoked and modified atmosphere packaged marinated) were formed and stored at 2±2 °C for 10 months. During the storage period, for the purpose of examining the quality of product, physico-chemical, microbiological and sensory analyzes were performed on a certain day of the month. The shelf life of the products was determined according to the results of sensory analysis.

According to the results of heavy metal, histamine and PAH analysis, it has been identified that the measured values are well below the limits stated by national and international standards.

According to the results of biochemical analysis, it was determined that the products formed in the study had a high nutritional value and that the fish meat maintained its nutritional value even after the marination and smoking process. In addition, all products are found to be rich in omega-3 fatty acids and essential amino acids, which are extremely important for human health.

According to the results of chemical analysis, TBARs, TVB-N and pH values of all products did not exceed the consumable limit value during the storage period.

According to the results of the microbiological analysis, the TPAB and TMAB count in the raw material was determined as  $2.35 \pm 0.05$  and  $2.77 \pm 0.03$  logCFU/g respectively. During the storage period, the number of microorganisms detected in all analyzes (Total Aerobacteria, Total Anaerobic Bacteria, Total Yeast-Mold, Total Coliform, Total Lactic Acid Bacteria, *Staphylococcus aureus*), remained below the limit value ( $<10$  CFU/g). In addition, no pathogenic microorganism (*Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157-H7) was detected in any product.

According to the results of sensory analysis, all products were highly acclaimed by the panelists and the most liked product was the hot smoked marinate group. The study ended in the month in which the products lost their sensory quality. Shelf life of the products which are stored at  $2 \pm 2$  °C was determined as 9 months for group **A**, 8 months for group **B**, 10 months for group **C**, 8 months for group **D**, 6 months for group **E** and 5 months for group **F**. However, considering the quality standards, consumer like, storage and transportation conditions, it is recommended that the determined shelf life should be 1 month earlier than stated conditions.

This study was carried out with the cooperation of University-Industry and a new product range was formed by taking into consideration the consumer preference. Thanks to the transition to mass production of Modified Atmosphere Packaged Marinate (plain, hot and cold smoked), which is produced by the company and presented to the taste of consumers, it has become the first in Turkey in this field.

**Key Words:** Anchovy, marinate, smoking, vacuum packing, MAP, quality, shelf life.

## TEŞEKKÜR

Tez alıőmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM'e, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Hülya TURAN'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tez çalıőmamın oluşturulmasında ve yürütülmesinde desteklerini ve imkânlarını esirgemeyen başta Genel Koordinatör Serkan ALTINIŐIK, Veteriner Hekim Nurdan CAN ve Gıda Mühendisi Turgut OFLU olmak üzere tüm SASTAŞ (Samsun Soğutma Tesisleri A.Ő.) ailesine teşekkür ederim.

Çalıőmalarım boyunca yardımını hiç esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Yalçın KAYA, Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL, Doç. Dr. Demet KOCATEPE ve Dr. Öğr. Üyesi Zafer KARSLI'ya teşekkür ederim. Her zaman yanımda olan değerli arkadaşlarım Bayram KÖSTEKLİ, Asiye EYUBOĞLU ve Gökhan YILDIZ'a teőekkürü bir borç bilirim.

Çalıőmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan başta eőim Serpil YAVUZ KESKİN olmak üzere tüm aileme de sonsuz teşekkür ederim.



İrfan KESKİN

## 1. GİRİŞ

Sağlıklı ve dengeli beslenme konusu, özellikle son yıllarda birçok kişi, kurum ve kuruluşların ilgi odağı olmuş ve kaliteli bir yaşam gereği uygulanması ve sürdürülmesi üzerine çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Yapılan araştırmalara göre dünyada her yıl yaklaşık 11 milyon kişinin beslenme kaynaklı rahatsızlıklardan hayatlarını kaybettikleri belirtilmiştir. Bunlar içerisinde kalp-damar rahatsızlıkları, kanser ve tip-2 diyabetin en fazla karşılaşılan hastalıklar olduğu ifade edilmiş, birçok ölüm nedeninin ise sadece obeziteye bağlı rahatsızlıklardan değil, kötü beslenme alışkanlıklarından kaynaklandığı vurgulanmıştır (Anonim, 2019a). Halk sağlığı açısından son derece ciddi olan bu durum, yaşam şartları ve genetik faktörlerin haricinde, beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi ve daha sağlıklı besinlerin tüketilmesi ile büyük ölçüde azaltılabilmektedir.

Diyetlerde sıklıkla vurgulanan ve insan sağlığı açısından son derece önemli olan balık ve diğer su ürünleri, sağlıklı ve dengeli beslenme konusunda birçok uzman tarafından tavsiye edilmektedir. Balık tüketimi bilincinin oluşturulması ve bunun özellikle çocuklar için bir alışkanlık haline dönüştürülmesi önem arz etmektedir. Nitekim sağlıklı bireyler yetiştirme konusunda balık tüketimi, gelecek yılların da konusunu oluşturacaktır.

Su ürünleri, çok iyi protein kaynağıdır, çeşitli vitaminleri, mineralleri bünyesinde barındırır ve sindirimi diğer etlere göre daha kolaydır. Ayrıca balıklar, doymamış yağ asitlerince zengin ve yapısında bol miktarda esansiyel yağlar barındırmaktadır. Bilindiği üzere insan sağlığı için çok önemli olan esansiyel yağ asitleri, insan vücudunda sentezlenemedikleri için mutlak suretle dışarıdan besinler aracılığıyla alınması gerekmektedir. Omega-3 yağ asitleri, bu grup içerisinde en fazla öneme sahiptir ve insan sağlığına olan olumlu etkileri sıklıkla vurgulanmaktadır.

Omega-3 yağ asitleri, başta balık ve diğer su ürünleri olmak üzere, bazı yeşil yapraklı sebzelerde (semizotu vs.), keten tohumunda, kabuklu yemişlerde (ceviz, fındık, badem vs.) bulunmaktadır. Omega-3 içerisinde yer alan ve insan sağlığı için elzem olan EPA (Eikosapentaenoik asit) ve DHA (Dokosaheksaenoik asit ) yağ asitleri, balık dışındaki diğer besinlerde, ALA yağ asitlerinin sentezlenmesi sonucunda iz miktarda oluşmaktadır. Balık yağları ise, EPA ve DHA yağ asitlerinin tek kaynağı olarak belirtilmekte ve bu yağ asitleri özellikle yağlı balıkların yapısında bol miktarda bulunmaktadır (Varlık ve ark., 2004). Bu yüzden EPA ve DHA yağ asitleri denildiğinde omega-3, omega-3 denildiğinde ise balık yağı akla gelmektedir.

Yapılan çalışmalarda EPA ve DHA yağ asitlerinin, bağışıklık sistemini güçlendirdiği, birçok hastalığa karşı olumlu etkisinin olduğu, hatta AIDS ve kansere karşı bile koruyucu etki yaptığı belirtilmiştir. EPA yağ asidinin kalp-damar rahatsızlıkları başta olmak üzere cilt problemlerinde, eklem ve romatizma rahatsızlıklarda ayrıca viral enfeksiyonlarda, DHA'nın ise daha çok beyin, göz ve sinir sistemi rahatsızlıklarına karşı etkili olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca EPA+DHA alımının, moral ve motivasyon, beyin ve zeka gelişimi, kolesterolün düşürülmesi, Alzheimer, depresyon, diyabet, astım alerji, gibi rahatsızlıklarda da olumlu sonuçlar verdiği birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Lewis ve ark., 2000; Simopoulos, 2002; Kaya ve ark., 2004; Eseceli ve ark., 2006; Karabulut ve Yandı, 2006; Mol, 2008; Turan ve ark., 2006; Bradbury, 2011; Calder ve ark., 2011; WHfoods, 2012; Turan ve ark., 2013; Kocatepe ve Turan, 2018; Öksüz ve ark., 2018).

Balık tüketim miktarının ne kadar olacağı konusu ise farklı şekillerde belirtilmiştir. Genellikle haftada 2-3 kez yağlı balık tüketiminin yeterli olacağı anlayışı yaygınken, bu durum, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Özellikle balığın uygun şekillerde pişirilmesi (haşlama, ızgara, fırın vs.) ile gerekli besin öğeleri, sağlıklı bir şekilde alınmakta ve diğer pişirme yöntemlerine (kızartma vs.) göre balığın olumlu etkisinden daha fazla oranda yararlanılmaktadır. Ayrıca kişilerin sağlık durumu veya rahatsızlıkların çeşitlerine göre de tüketilmesi gerekli balık miktarı da değişebilmektedir. Balık tüketiminin gerçekleşmediği durumlarda da takviye (kapsül, sıvı) şeklinde omega-3 (EPA+DHA) yağ asidinin alınması gerektiği vurgulanmakta fakat bu durumun bir doktor kontrolünde gerçekleşmesinin doğru olacağı da ifade edilmektedir.

Gerekli balık tüketimi ile ilgili farklı çalışmalar vardır; Dünya Sağlık Örgütüne göre (WHO), günlük 250-300 mg EPA+DHA alımının faydalı olacağı belirtilirken, Amerikan Kalp Birliğine (AHA) göre ise haftada 340 g balık tüketiminin yeterli olacağı ifade edilmiştir (Erkan, 2013).

Khris-Etherton ve ark. (2002), günlük tüketilmesi gerekli EPA+DHA miktarını 0,5-1,8 g arasında olduğunu bildirmişken, Uysal ve ark. (2005), yapmış olduğu çalışmalarında günlük alınması gerekli EPA ve DHA miktarını 1 g olarak göstermişlerdir. Benzer olarak Harris (2005), günlük 1 g EPA+DHA alımının kalp krizine bağlı ani ölüm riskinin azalttığını belirtmiştir. Mol (2008), ise günde 3 grama kadar omega-3 (n-3) alınmasının güvenli olabileceğini, böylelikle de sağlıksız gıdaların vücutta oluşturabileceği istenmeyen etkilerinin de önüne geçebileceğini vurgulamıştır.

Sonuç olarak fetüsün gelişiminden, yaşlılık dönemine kadar, hayatın her everesinde omega-3 kullanımının olumlu etki yaptığı bilinmekte ve balık tüketim alışkanlığının kazandırılması, bunun bir yaşam biçimi haline dönüştürülmesi ise son derece önem arz etmektedir.

Balığın faydaları bu kadar önemli olmasına rağmen ülkemizde balık tüketimi istenilen seviyelerde değildir. Kişi başına düşen yıllık balık tüketim miktarı 5,49 kg olarak gerçekleşmektedir (TÜİK, 2018) ve bu miktar birçok ülkenin oldukça gerisinde kalmıştır. Nitekim kişi başına düşen yıllık balık tüketim miktarı, Kuzey Amerika’da 21,6 kg, Asya’da, 24 kg, Avrupa’da 22,5 kg Dünya ortalaması ise 20,2 kg olarak belirtilmiştir (FAO, 2018).

Türkiye’de su ürünleri üretimi, avcılıkta 354 bin 318 ton, yetiştiricilikte ise 276 bin 502 ton, olmak üzere toplamda 630 bin 820 ton olarak gerçekleşmiştir. İhracat 156 bin 681 ton, ithalat ise 100 bin 444 ton olarak belirtilmiştir (TÜİK, 2018).

Türkiye, özellikle son yıllarda su ürünleri üretimiyle, hem Avrupa’da hem de Dünya’da önemli bir paya sahip olmuş ve bu payda da su ürünleri yetiştiricileri, üreticileri büyük bir rol üstlenmiştir. Bu durum, gerek ülke ekonomisi gerekse de ülke vizyonu açısından son derece önem arz etmektedir. Nitekim balık tüketimi, iyi üretim uygulamaları sonucunda da yaygınlaşacaktır.

Ekonomik ve coğrafik durumlar, yoğun iş hayatı, balık pişirmek için yeterli zamanın bulunamaması, balık temizleme ve pişirmedeki zorluklar balık tüketimini etkilemektedir. Balık tüketim miktarının artırılması amacıyla birçok tanıtım faaliyetleri yapılmakta, araştırmacılar sadece mevsiminde taze olarak değil, her zaman sağlıklı ve güvenilir bir şekilde balık tüketiminin gerçekleştirilmesi konusunda çalışmalar yapmaktadır. Özellikle balık tüketimini arttıracak, çocuklara ve gençlere balığı sevdirecek birçok teknoloji, uygulanmakta ve balık tüketimine alternatif ürünler geliştirilmektedir.

Yapılan bu çalışmada da güvenli ve sağlıklı bir şekilde balık tüketimine alternatif oluşturabilecek marine ve dumanlanmış ürünler ele alınmıştır.

### **1.1. Yapılan Çalışmanın Amacı ve Önemi**

Bu çalışma, Üniversite-Sanayi işbirliğinde ortaklaşa yürütülen bir proje sonucunda oluşturulmuştur ve su ürünleri işleme sektörünün sorunlarına veya taleplerine çözüm bulma amacıyla gerçekleştirilmiştir. Samsun ilinde bulunan, yurt içinde ve yurt dışında önemli bir pazara sahip olan, bir su ürünleri işleme fabrikasında (SASTAŞ, Samsun Soğutma Tesisleri



A.Ş.) üretilen marine ve dumanlanmış ürünler ele alınmış ve ürünlerin kaliteleri incelenerek,  $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki raf ömrü tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada, yağ ile dolmuş yapılmış ve vakum paketlenmiş sade, sıcak ve soğuk dumanlanmış hamsi marinatının, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalitelerini belirlemek amacıyla çeşitli analizler yapılmıştır. Yapılan marinasyon ve dumanlama işleminin ürün üzerindeki etkileri araştırılmış ayrıca, tüketici talebi doğrultusunda firma için yeni bir ürün gamı oluşturulmuştur. Yeni ürün gamı (MAP), vakum paketlenmiş gruplara, alternatif bir paketlenme yöntemi olması amacıyla gerçekleştirilmiş ve her iki paketlenme türünün de ürün üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır.

Modifiye atmosfer paketlenme (MAP) ile vakum paketlenmiş ürünlerin meydana getirdiği bazı olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Vakum paketlenmiş gruplarda, paket içerisindeki ürünlerin yağ içerisindeki görünümü, duyu açıdan tüketici talebini etkilemiştir. Ayrıca paketin açılması esnasında, karşılaşılan sıvı yağ miktarının yoğunluğu veya yağın dökülme tehlikesi, ürünün pratik olarak tüketilmemesine sebep olduğu belirtilmiştir.

MAP tekniği ile daha az yağ kullanımı gerçekleştirilmekte ve ürünlerin pratik olarak tüketilebilmesine imkân sağlanabilmektedir. Bilindiği üzere, MAP yöntemi, yüksek maliyetlidir ve özellikle de marine ürünlerde dünya pazarında yeni yer bulmaya başlamıştır. Fakat firmanın vakum paketlenmiş ürünlerin yanında, modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerde yapabiliyor olması, gerek firma için gerekse de ülkemiz için bir avantaj sağlamak ve tüketici taleplerini karşılama konusunda tercih oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmada, marine ürünlere ek olarak, dumanlama ve marinasyon işleminin balık etine beraberce uygulanması, ilaveten ürünlerin farklı paketlenme yöntemleri ile kombine edilmesi sonucunda literatüre yeni ve güncel veriler kazandırıldığı düşünülmektedir.

Mevcut çalışmada, MAP'lı ürünler (hamsi marinat, sıcak ve soğuk dumanlanmış hamsi marinat), bir su ürünleri işleme firması ile beraberce yapılmış ve böylelikle Üniversite-Sanayi işbirliği gerçekleştirilmiştir. Ayrıca MAP'lı marine ürünlerin seri üretime geçirilmesi, bu çalışmanın çıktısı sonucunda oluşmuş ve bu açıdan Türkiye'de yeni bir ürün gamı elde edilmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

İşlenmiş gıdalar arasında önemli bir yere sahip olan işlenmiş su ürünleri, gerek sağlıklı ve güvenilir olması gerek kolay ve pratik olarak tüketilebilmesine imkân sağlaması açısından önem arz etmektedir. Balık tüketiminin halen istenilen seviyelerde olmaması, araştırmacıları alternatif çözümlere yöneltmiş ve sadece belirli dönemlerde değil, yılın her mevsiminde balık tüketilebilmesi konusunda çalışmalar yürütülmüştür. Ayrıca balık ve balık ürünlerinin kalitesinin korunması, raf ömrünün arttırılması ve tüketicilerin özellikle çocukların ilgisini çekebilecek ve sevdirecek alternatif ürünler geliştirmesi konusunda da çaba sarf edilmiştir. Bu bağlamda su ürünleri işleme teknolojisi, gerekli ihtiyaçları karşılama konusunda çözümler bulmuş ve gün geçtikçe gelişerek yaygınlaşmıştır.

Soğuk muhafaza ve dondurma, kurutma, tuzlama, dumanlama ve konserve teknolojisi gibi birçok alanda balıklar işlenmekte ve tüketiciye sağlıklı bir şekilde ulaştırılması açısından çalışmalar yürütülmektedir. Bunların yanında son zamanlarda ise bu teknolojilerin kullanılması ile oluşturulan ve tüketicilerin ilgisini çekebilecek çeşitli balık ürünleri de (cips, kraker, pastırma, sucuk, döner vs.) geliştirilmektedir.

İşlenmiş su ürünleri arasında sıklıkla gördüğümüz, sağlıklı ve dengeli beslenme konusunda da diyetlerde yer alabilecek marine ve dumanlanmış ürünler ise bu çalışmada daha detaylı ele alınmıştır.

### 2.1. Hamsi Balığının Genel Özellikleri

Çalışmada kullanılan ve ülkemizin en çok Karadeniz kıyılarında avlanan hamsi balığı, 30334 sayılı ve 16 Şubat 2018 tarihli resmi gazetede yer alan su ürünleri tescil komitesi kararına göre morfolojik, biyolojik ve genetik özellikleri bakımından tescillenmiş bir balık türüdür (Anonim, 2019b).

Komite kararına göre hamsi ile ilgili bilgiler aşağıda belirtilmiştir.

Sınıf: Osteichthyes

Takım: Clupeiformes

Familiya: Engraulidae

Cins: *Engraulis*

Tür: *Engraulis encrasicolus*



**Şekil 2.1.** Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığının genel görünümü (Orijinal).

Hamsi balığı yapısı itibariyle fusiform (füze, iğne biçimli) ağız ise subterminal konumdadır. Vücudun sırt kısmı siyaha yakın yeşilimsi; yanlar ve karın kısmı gümüşü beyaz ve yan tarafları parlaktır. Minimum avlanma yaşı 1, avlanma boyu ise 9 cm'dir. Pelajik bir balık türü olan hamsinin üreme ayları genellikle Mayıs-Eylül aylarıdır. Türkiye'de ise balık unu ve yağına giden miktar ile beraber hamsi balığı toplamda 158 bin 093 ton olarak avcılığı yapılmıştır (TÜİK, 2018).

Yağlı bir balık olan hamsi balığı, protein, vitamin ve minerallerce zengin ve insan sağlığı açısından son derece önemli olan omega-3 yağ asitlerini yapısında bol miktarda bulundurmaktadır.

## **2.2. Su Ürünlerinde Uygulanan Marinat Teknolojisi**

En eski muhafaza yöntemlerinden biri olan marinasyon işlemi, birçok gıdaya uygulandığı gibi su ürünlerinde de sıklıkla uygulanmakta ve çoğu araştırmacının da konusunu oluşturmaktadır.

Genel itibariyle su ürünlerine uygulanan marinasyon işlemi; hamsi, sardalye, tirsi gibi genellikle yağlı balıkların tuz ve sirke (asetik asit, organik asitler) solüsyonlarında belirli bir oran ve sürede enzimatik reaksiyonlar sonucu olgunlaştırılması işlemine dayanmaktadır. Olgunlaşan ürünler ise marinat kaplarına (cam şişe, plastik kap) dizilmekte ve üzerine çeşitli sos, sebze veya yağ ilave edilerek kapatılmaktadır (McLay, 1972; Özden ve Baygar, 2003; Kılınç ve Çaklı, 2004; Varlık ve ark., 2004, Çaklı, 2007; Kadak, 2012).

Marinasyondaki olgunlaştırma işlemi, salamurada bulunan asit ve tuzun balık eti üzerindeki bazı fiziko-kimyasal etkisinden kaynaklanmaktadır. Salamurada bekletilen balık eti, asidin etkisiyle yumuşamakta, tuzun etkisi ile de sertleşmektedir. Zaman içerisinde, balık etindeki su ile salamura yer değiştirmekte ve olgunlaşma, balık büyüklüğü, salamura içeriği, sıcaklık, gibi etmenlere bağlı olarak birkaç günden birkaç hafta kadar devam sürmektedir.

Salamuranın içeriği genellikle %4-4,5 asetik asit, %8-10 tuz olacak şekilde oluşturulmaktadır. Salamurada kullanılan tuzun, sirkeye göre daha fazla oranda olması nedeni ise, asidin etkisiyle yumuşayan balık etinin, daha fazla oranda kullanılan tuzun etkisiyle dağılıp parçalanmasını önlemektir. Marine ürünlerde pH aralığı önem arz etmekte, pH değeri 4-4,5, ideal olarak ise 3,8-4,3 arasında olması istenmektedir. Bu durum mikroorganizma faaliyetini azaltıcı yönde etki yapmasını sağlamakta, ayrıca balık protein ve yağlarının belirli bir oranda yıkımını ile ortaya hoş koku ve tat veren bazı bileşikler çıkmasına neden olmaktadır (Varlık ve ark., 1993; Erkan ve ark., 2000; Özden ve Baygar, 2003; Kılınç ve Çaklı, 2004; Çaklı, 2007; Çakır, 2010; Özoğul ve ark., 2010; Kadak ve Çelik, 2015).

Halk arasında balık turşusu olarak da bilinen marinatların, farklı çeşitleri (soğuk, pişirilmiş ve kızartılmış) bulunmaktadır. Soğuk marinatlarda ısıtma işlemi uygulanmadığı, pişirilmiş marinatlarda balıkların 85°C'deki asetik asit ve tuz çözeltisinde bekletildiği, kızartılmış marinatlarda ise ürünlerin paketlenmeden önce kızartıldığı (160-180°C yağ içerisinde) ürünler olarak ifade edilmiştir. Marinatların raf ömrü uygulanan yöntem, kullanılan katkı maddelerine, paketlenme yöntemlerine ve depolama sıcaklığına bağlı olarak değişebilir. Marinatların genellikle 0-8°C aralığında birkaç aydan on iki aya kadar raf ömrü bulunmaktadır (Kılınç ve Çaklı, 2004; Çaklı, 2007; Varlık ve ark., 2004; Olgunoğlu, 2007, Çakır, 2010; Kadak, 2012; Keskin ve ark., 2018).

İyi kalitede marinate üretimi için balığın başlangıç kalitesinin yüksek olması gerekmektedir. Ürünlerin raf ömrünü etkileyen en önemli faktör ise depolama sıcaklığıdır. Genellikle ürünler 4-6°C'de depolanması istenmekte ve düşük sıcaklık seviyelerinin ve vakum uygulamalarının, ürünün raf ömrünü arttırdığı belirtilmektedir. Marine ürünlerde kalite değişimleri zaman içerisinde gerçekleşebilmekte ve ürünler çok iyi şekilde muhafaza edilse dahi fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar meydana gelebilmektedir. Fiziksel bozulmalar, paketin dondurulması ve içeriğinin genişlemesi sonrasında paketlenme materyalinin zarar görmesi ile gerçekleşmekte, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar ise balık proteinleri ve yağlarında meydana gelen değişimler sonucunda oluşmaktadır (Çaklı, 2007).

Balık proteinleri enzimatik ve mikrobiyolojik faaliyetler sonucunda parçalanmakta ve ortaya çıkan ürünlerin ileriki safhasında azotlu bileşikler ortaya çıkmaktadır (uçucu bazlar, trimetilamin, aldehitler vs.). Kokuşma ürünlerinin oluşması ile birlikte ürünlerde istenmeyen

değişiklikler meydana gelebilmektedir (amonyaklı, ekşimsi, asidik, bayat balık kokusu vs.). Bunların yanı sıra biyogen amin oluşumu da gerçekleşebilmekte ve insan sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir. Balık yağlarında ise hidrolitik ve oksidatif bozulmalar meydana gelebilmektedir. Balığın tadında, renginde ve özellikle etin kenar kısımlarında kahverengi renklenmeler oluşması, hidroliz olayını göstermektedir. Oksidasyon yağların otooksidasyonu sonucunda oluşmaktadır. Bilindiği üzere balıklar, doymamış yağları bünyesinde fazla miktarda bulundurması sebebiyle oksidasyona meyillidir. Ortamdaki oksijenin ürün ile temasa geçmesi ile oksidatif ürünler oluşabilmektedir. Marine ürünlerde en belirgin bozulma ise bu yağ oksidasyonuna bağlı olarak ortaya çıkan acılaştırma. Acılaştırma, duyuşsal özelliği etkileyen en önemli faktörlerdendir. Ayrıca oksidasyon ile sadece yağlarda bozulmalar değil çeşitli vitamin ve mineral kayıpları da oluşabilmektedir (Varlık ve ark., 2004; Varlık ve ark. 2007; Çaklı, 2007; Çakır, 2010).

### **2.3. Su Ürünlerinde Uygulanan Dumanlama Teknolojisi**

Dumanlama teknolojisi, marinasyon işleminin gibi eski çağlardan beri uygulanan muhafaza yöntemlerinden bir tanesidir.

Dumanlama teknolojisinde öncelikle tuzlama, kurutma ve sonrasında ise dumanlama işleminin gerçekleştirilmektedir. Dumanlama öncesinde genellikle balıklar salamurada bekletilmekte sonrasında ise sızdırılıp özel dumanlama fırınlarında kurutma ve dumanlama işlemine geçilmektedir. Yapılan tuzlama ve ön kurutma ile ürünlerdeki suyun belli bir miktarı uzaklaştırılmakta, dumanlama işleminde ise dumanın bileşiminde bulunan formaldehit, karboksil asit, fenoller gibi antimikrobiyal ve antioksidan bazı bileşiklerin koruyucu etkisinden yararlanılmaktadır. Böylelikle ürüne, dayanıklılık kazandırılmakta ve raf ömrü uzatılmaktadır. Ayrıca dumanın balık etine geçmesi ile birlikte, farklı bir tat, koku ve renk oluşması sağlanmakta ve balık tüketimi konusunda tüketiciye alternatif oluşturmaktadır. Dumanlama işleminde genellikle yağlı balıklar kullanılmakta ve dumanlanma işlemi, balık çeşidine, büyüklüğüne, uygulanacak yöntemlere göre değişkenlik göstermektedir. Dumanlama işleminin genellikle 5-120°C’de arasında olduğu ve 1 saatten 6 haftaya kadar sürebildiği de belirtilmektedir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Gökoğlu, 2002; Varlık ve ark., 2004; Goulas ve Kontominas, 2005; Kaya ve ark., 2006; Bilgin ve ark., 2007; Çaklı, 2010; Özer, 2010).

Dumanlama teknolojisinde farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bunlardan soğuk dumanlama tekniği; balık etinin pişirilmeden dumanlanmasına olanak sağlamaktadır. Bu işleminde,

proteinlerin denatürasyona uğramasının önüne geçilmekte ve sıcaklığın genellikle 30°C'nin altında olması istenmektedir. Sıcak dumanlama tekniğinde ise bu durumun tersi gerçekleştirilmekte ve sıcaklık 70-80°C'ye çıkarılarak balıklar pişirilmektedir. Sıvı dumanlama tekniğinde odunun damıtılmasıyla elde edilen duman sıvısı kullanılmaktadır. Balıklar bu sıvının belirli oranda seyreltilmesi ve içerisine belirli oranda tuz, baharat katılması ile elde edilen çözeltide bekletilmesi ile olgunlaştırılmaktadır. Dumanlama teknolojisinde genellikle kışın yapraklarını döken reçinesiz ağaçların (meşe, kayın, akağaç, kiraz, ladin, kavak vb.) odun talaşları kullanılmaktadır. Bu ağaçlardan elde edilen odun talaşlarının düzenli yanması, fenolik bileşenleri daha fazla içermesi, ayrıca diğer odun talaşlarına göre (reçineli) acımsı tat bırakmaması nedeniyle tercih edilmektedir. Dumanlanmış ürünler kolay bozulma eğilimi göstermektedir. Ürünün yüzeyinin nemlenmesi, yüzeyde küf oluşması, rengin değişmesi, gibi durumlar oluşabilmektedir. Ayrıca ıslak kokuşma denilen etin yapışkan olması ve ağır koku yayması da bozulma belirtileridir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Gökoğlu, 2002; Dokumacı, 2005; Kaya ve ark., 2006; Varlık ve ark., 2007; Çaklı, 2010; Özer, 2010).

Dumanlama işleminde ürüne dayanıklılık kazandırılrsa da, duyuşal özellikler daha ön plana çıktığı belirtilmektedir. Nitekim dumanlanmış ürünlerin rengi (altın sarısı) ürün albenisini arttırmakta ve tüketiciyi de cezbetmektedir. Dumanlanmış ürünlerin raf ömrü ise balığın başlangıç kalitesine, uygulanan yöntem, paketleme türüne ve depolama sıcaklığına bağılı olarak birkaç haftadan birkaç aya kadar değişebilmektedir (Varlık ve ark., 2007; Koral ve ark., 2009; Çaklı, 2010).

Gerek marinat gerekse de dumanlama teknolojisi ile günümüzde birçok ürün elde edilmekte ve sevilerek tüketilmektedir. Her iki tekniğinde balık etine beraber uygulanması farklı renk, koku ve tat oluşumuna destek olmakta ve balık tüketimine alternatif oluşturmaktadır.

İşlenmiş ürünlerin, paketlenmesi, muhafazası, taşınması kısacası, tüketileceği ana kadar olan sürede uygun işlemlerden geçmesi, en az ürünlerin işlenmesi kadar önem arz etmektedir. Bu yüzden gıdaların uygun koşullarda muhafazası, ürüne özgü olarak paketlenmesi, oluşabilecek sağlık sorunlarının elemine edebileceği gibi, ekonomik kayıplarında önüne geçebilmektedir.

Günümüzde birçok gıda ambalajlama yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada ise marinat ve dumanlanmış ürünlere uygulanan vakum ve modifiye atmosfer paketlemenin detayları aşağıda belirtilmiştir.

## 2.4. Vakum Paketleme

Vakum paketleme yöntemi, temelde paket içerisindeki havanın boşaltılarak kapatılması prensibine dayanmaktadır.

Ortamdaki hava alınırken, paket içerisinde az miktarda olsa oksijen kalmaktadır. Bu yüzden materyalin gaz geçirgenliğinin olmaması ya da minimum düzeyde olması istenmektedir. Uygun bir şekilde paketlenen ürünlerde %1'in altında O<sub>2</sub> bulunmakta ve aerobik mikroorganizmaların oksijeni kullanması sonucunda da CO<sub>2</sub> miktarı artmaktadır. Bu durum bazı aerobik mikroorganizmaların (*Pseudomonas*, *Alteromonas* vb.) gelişimini engellemekte fakat anaerobik ve fakültatif bazı türlerinin üremesine neden olabilmektedir. Vakum paketleme, düşük maliyeti olan ve sıklıkla kullanılan alternatif bir paketleme yöntemidir. Özellikle yağlı balıkların vakum paketlenmesinde avantaj sağlamaktadır. Çünkü yağlı balıklar oksijenin varlığında kolayca otooksidasyona uğrayabilmektedir. Bu durum renk değişimine neden olmakla beraber acılaşmayı da beraberinde getirmektedir. Ortamdaki oksijenin olmaması veya minimum düzeyde tutulması ise balığın kalitesini korumakta ve raf ömrünü arttırmaktadır (Göktan, 1990; Ünlütürk ve Turantaş, 1999; Kılınç ve Çaklı, 2001; Sivertsvik ve ark., 2002; Özoğul ve ark., 2006).

## 2.5. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

MAP, gıdalarda eskiden beri uygulanan bir yöntem olmasına rağmen, son yıllarda özellikle et ve et ürünlerinde çeşitli uygulamaları ile sıklıkla karşımıza çıkmakta ve gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Birçok çalışmada ise MAP'ın olumlu etkilerinden bahsedilmekte ve ürünün geleneksel paketleme yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Özellikle su ürünleri sektöründe MAP uygulamalarının son yıllarda birçok araştırmada kullanıldığı bildirilmiştir (Jeremiah, 2001, Balamatsia ve ark., 2007; Özoğul ve ark., 2006; Çağlak; 2009; Kocatepe, 2010; Altan, 2014).

MAP tekniği, gıdaların dayanma süresini arttırmak, mikrobiyolojik gelişmeyi durdurmak veya sınırlandırmak ve bozulmalara karşı ürünü korumak amacıyla yapılan bir ambalajlama yöntemidir. Temelde bu teknikte, paket içerisindeki hava (atmosfer) dışarı çıkartılmakta ve yerine belirli özellikte ve oranlarda gaz veya gaz karışımları eklenip hermetik olarak kapatılmaktadır. Burada önemli olanın ise her ürünün kendi özelliğine göre, uygun bir paketleme materyalinin ve gaz karışımlarının seçilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Erkan ve ark., 2000; Kılınç ve Çaklı, 2001; Kılınç ve Çaklı 2004; Özoğul ve ark., 2006).

MAP'ın ürün üzerinde olumlu sonuçlar vermesi için dikkat edilmesi gereken birçok konu bulunmaktadır. Balığın türü, kalitesi ve özelliği, uygulanan yöntemler, paketleme materyali, depolama sıcaklıkları vb. durumlar bu başarıyı etkileyebileceği gibi, paket içerisinde kullanılacak gaz hacmi ile ürün hacmi arasında uygun bir oranın olması ürün kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Genellikle paket içerisindeki gaz hacmi/ürün hacmi oranı 2/1 veya 3/1 olarak ifade edilmektedir (Sivertsvik ve ark., 2002; Sivertsvik ve ark., 2003; Özoğul ve ark., 2006; Günşen ve ark., 2011).

MAP'ta kullanılan paketleme materyalleri olarak; Polipropilen (PP), Poli Vinil Klorür (PVC), Polivinilidin Klorür (PVDC), Polietilen Tereftalat (PET) gibi oksijen, karbondioksit ve azot geçirgenliği düşük olan materyaller önerilmektedir. Nitekim kullanılan materyalin gaz geçirgenliğinin yüksek olması sonucunda, ortam ve paket içerisindeki atmosferik koşullar eşitlenebilmekte ve koruyucu etki ortadan kalkabilmektedir (Phillips, 1996; Spencer 2005).

## **2.6. MAP'ta Kullanılan Gazlar**

MAP'ta birçok gaz ve gaz karışımı kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde karbonmonoksit, ozon, etilen oksit, nitrous oksit, helyum, neon, argon, propilen oksit, etanol, hidrojen, sülfürdioksit ve klorin gibi gazlar bulunduğu, fakat bu gazların kullanımının ekonomik olmadığı ve duyuşal kalite kayıplarına da sebebiyet verdiği bildirilmiştir. Ayrıca MAP için en uygun olan ve sıklıkla kullanılan gazların ise oksijen, karbondioksit ve azot olduğu belirtilmektedir (Sivertsvik ve ark., 2002; Kılınç ve Çaklı, 2004).

Seçilecek gaz oranının, ürünün doğal mikroflorasına, oksijen ve karbondioksit gazına karşı duyarlılığına ve renk durumuna göre karar verilmesi gerektiği bildirilmiştir. Su ürünlerine uygulanan modifiye atmosfer paketlemedeki gaz oranları ise balığın türüne yapısına vs. göre değişkenlik göstermektedir. Yağlı balıklar için genellikle O<sub>2</sub> içermeyen, %40-60 oranında da karbondioksit ve azot olan gaz karışımları tavsiye edilmektedir. Nitekim çok düşük oranda uygulanan karbondioksit gazının ürün korunmasında yeterli olamayacağı belirtilirken yüksek oranda kullanılan gazın ise ürünün duyuşal özelliklerinin etkilenmesine ek olarak paket içerisinde fiziksel olarak çökmelere de sebebiyet verebileceği ifade edilmiştir (Özoğul, 2001; Kılınç ve Çaklı, 2004; Özoğul ve ark., 2006; Erkmn, 2010; Günşen ve ark., 2011; Karakaya, 2013; Altan, 2014).



Modifiye atmosfer paketlemede en yüksek oranda karbondioksit gazı kullanılmakta, bu durum gazın antibakteriyel ve antifungal etkiye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bir başka deyişle karbondioksit gazı, ürünlerin mikrobiyal faaliyetlerini durdurucu veya sınırlayıcı etki yaptığı belirtilmiştir. Çünkü birçok maya, küf ve oksijene duyarlı bakterilerin karbondioksit gazına karşı duyarlı olduğu bilinmektedir. Nitekim mikrobiyal faaliyeti azaltmak veya sınırlandırmak için yapılan MAP çalışmalarında, CO<sub>2</sub> gazının daha fazla oranda uygulanması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca karbondioksit gazı suda ve yağda kolayca çözünebilme özelliğine sahiptir ve gazın çözünmesine bağlı olarak gıdanın da dayanıklılığı artmaktadır. Azot gazı ise su ve yağda az çözünen ve daha çok paket içi çökmelere karşı olarak kullanılan bir çeşit doldurma gazıdır. Karbondioksit gazı gibi antimikrobiyal etkisi bulunmamakla birlikte aerobik mikroorganizma gelişimini engelleyebilmektedir. Azot gazının asıl etkisi oksijen ile yer değiştirdiğinde oksidasyonu önleyici etki yapması ve acılaşmayı geciktirmesidir. Oksijen gazı MAP'ta daha düşük oranda kullanılmakta özellikle et rengini korumak veya su kaybını azaltmak amacıyla uygulanmaktadır (Sivertsvik ve ark., 2002; Kılınç ve Çaklı, 2004; Mullan ve McDowell, 2003; Özoğul ve ark., 2006; Demirhan, 2012; Sancar, 2016).

Modifiye atmosfer paketlemenin ise birçok avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır.

#### Avantajları;

- Ürünlerin raf ömrünü belirli oranlarda (%50-400) arttırmaktadır.
- Raf ömründen kaynaklı ürünlerin ekonomik kayıpları az olmaktadır.
- Dilimlenmiş ürünlerin daha kolay ayrılması sağlanmaktadır.
- Porsiyon kontrolü yapılabilir.
- Geliştirilmiş sunum olanağı sağlanmakta ve yüksek kaliteli ürünler elde edilmektedir.
- Kimyasal koruyuculara karşı ihtiyacı azaltmakta veya hiç ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Taze bir görüntü sunmak ile beraber kolay ve pratik kullanım olanağı sağlamaktadır.

#### Dezavantajları;

- Maliyeti yüksektir ve masrafları fazladır.
- Sıcaklık kontrolü ve ürün güvenlik sistemi gerekmektedir.
- Paketin açılması, delinmesi gibi faktörler paketin uygunluğunu bozmaktadır.
- Çözünmüş karbondioksit ise paket yapısını bozabilmektedir (Sivertsvik ve ark., 2002; Kılınç ve Çaklı, 2001; Kılınç ve Çaklı, 2004).

MAP'ta kullanılan gazlar, ürün muhafazasında etkili olmaktadır. Birçok mikroorganizmanın faaliyetini durduğu veya sınırladığı belirtilmektedir. Fakat MAP'ta birçok faktör gıda güvenliği açısından risk oluşturmaktadır. Ürüne özgü paketlenme materyaline ve gaz karışımına dikkat edilmeli, uygulanacak oranın veya miktarın uygun olmasına özen gösterilmeli, özellikle de düşük sıcaklıkta ürünler muhafaza edilmelidir. Nitekim MAP'lı ürünlerin 4°C'nin altında depolanmasının uygun olduğu bildirilmiştir. Belirtilen faktörlere bağlı olarak özellikle patojen mikroorganizmaların oluşumu ve kontaminasyonu gerçekleşebilmekte, bu da insan sağlığı açısından sorun teşkil etmektedir (Kılınç ve Çaklı, 2004).



### 3. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu çalışmada, hamsi balığına uygulanan marinat ve dumanlama yöntemleri incelenmiş ve bu iki tekniğin beraberce uygulanması sonucu oluşan ürünlerin kaliteleri araştırılmıştır. Ayrıca ambalajlama materyalleri olarak vakum ve modifiye atmosfer paketleme yöntemleri karşılaştırılmıştır.

Literatürde; marine ürün, dumanlanmış ürün, vakum ve modifiye atmosfer paketleme yöntemleri ile ilgili olarak birçok çalışma mevcuttur. Fakat bu işleme teknolojilerinin beraberce uygulandığı hatta farklı paketleme metotları ile kombine edildiği, araştırmalar ise sınırlı sayıdadır.

Genel itibariyle yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), soğuk ve sıcak tütsülenen gökkuşacağı alabalığının 4°C'deki raf ömrünü sırasıyla 16 ve 48 gün olarak belirlemişlerdir. Çalışmada sıcak dumanlanmış ürünlerin panelistler tarafından daha fazla beğenildiğini fakat soğuk dumanlanmış ürünlerin ise pazar payına sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Erkan ve ark. (2000), yapmış oldukları çalışmada, modifiye atmosfer paketlemenin paneli alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre kontrol grubu örneklerin depolamanın 90. gününde bozulmaya başladıklarını, MAP'lı grupların ise 120. günde bozulduklarını bildirmişler ve MAP'ın ürünlerin raf ömrünü arttırmada etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Cabrer ve ark. (2002), hamsi balığı marinasyonu esnasındaki kalite değişimlerini incelemişlerdir. Balığın besin içeriğinde ve pH değerinde ilk 24 saatlik süre boyunca önemli değişiklikler olduğunu ifade etmişlerdir.

Fuselli ve ark. (2003), marine edilmiş hamsi balığı ile ilgili olarak hammaddede tespit ettikleri mikroorganizmaların, marinasyon sonrasında bulunmadığını, ayrıca baharat kullanımında ürünün mikrobiyal yükünü arttırdığını tespit etmişlerdir.

Özden ve Baygar (2003), farklı paketleme yöntemlerinin (cam kavanoz, polietilen torba) marine edilmiş bazı balıklar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre 4°C±1'de tüm ürünlerin yaklaşık 3 aylık bir raf ömrü olduğunu, paketleme yöntemleri

açısından da fark oluşmadığını belirtmişleridir. Ayrıca vakum paketlemenin ürünün albenisini arttırdığını ve yeni bir pazara sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Sen ve Temelli (2003), yapmış oldukları hamsi marinatu çalışmasında ürünlerde herhangi bir patojen mikroorganizmaya rastlamadıklarını ve uygun bir şekilde üretildikleri sürece güvenle tüketilebileceğini belirlemişlerdir.

Tırakoğlu (2003), çalışmasında farklı bölgelerden avlanan hamsilerden (Marmara, Karadeniz), marinat yapmış ve 6 ay boyunca depolamıştır. Depolama sonunda Karadeniz hamsisinden yapılan marinatların daha iyi kalitede olduğunu tespit etmiştir.

Cardinal ve ark. (2004), soğuk dumanlanmış ürünlerin kolay bozulabilir olduğunu üretiminde ise hijyen kurallarına dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Dondero ve ark. (2004), soğuk dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Atlantik somonlarının soğuk depolama süresince kalite değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmalarında 0,2,4,6 ve 8°C depolanan ürünlerin raf ömrünü sırasıyla 26, 21, 20, 10 ve 7 gün olarak belirlemişlerdir.

Özoğul ve ark. (2004), sardalye balıklarını, normal (hava), vakum ve MAP (%60 CO<sub>2</sub>+ %40 N<sub>2</sub>) ile paketlenmiş ve buzdolabı koşullarında depolayarak kalitelerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre hava, vakum ve MAP ile paketlenen grupların raf ömrünü sırasıyla 3, 9 ve 12 gün olarak belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmalarında modifiye atmosfer paketlemenin, bakteri üremesini engellediğini ve histamin oluşumunu azalttığını tespit etmişlerdir.

Erdem ve ark. (2005), tuzlama ve marinasyon işleminin istavrit balığı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Buzdolabı koşullarında 120 gün boyunca saklanan ürünler ile ilgili olarak salamura, marinat ve baharatlı ürünlerinin sırasıyla 30, 60 ve 90 gün bozulmadan saklanabileceği tespit etmişlerdir.

Kılınç ve Çaklı (2005a), sardalye balığının marinasyon ve depolama süresince bazı kalite parametrelerini incelemişlerdir. Çalışmalarında ürünlerin histamin değerlerinin 100 mg/kg olan toksik limiti geçmediğini ve ürünlere 6 aylık depolama süresi belirlediklerini ifade etmişlerdir.

Koral ve Köse (2005), buzdolabında muhafaza edilen dumanlanmış hamsi balığının depolamanın 11. gününde bozulduğunu bildirmişlerdir.

Muratore ve Licciardello (2005), sıvı tütülenmiş kılıç balığı dilimlerini, vakum ve modifiye atmosfer paketleme tekniği ile paketlemişler ve 4°C'de depolamışlardır. MAP'lı grubun (%5 O<sub>2</sub>+%45 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>), vakum paketli gruba göre daha az bir raf ömrünün olduğunu, ürünün raf ömrünü uzatmak için ek bir ekipman veya gaz maliyetine gerek olmadığını ifade etmişlerdir.

Özden (2005), yapmış olduğu çalışmasında hamsi ve alabalık marinatında, ürünleri vakum paketlenmiş ve buzdolabı koşullarında 120 gün boyunca depolamıştır. Elde ettiği bulgulara göre, aspartik asit ve lizin amino asidi için önemli değişikliklerin olduğunu ve kalite indeksi olarak kullanılabilceğini ayrıca ürünlerin depolama süresi sonunda SFA miktarının arttığını, PUFA miktarının ise azaldığını bildirmişlerdir.

Çaklı ve ark. (2006), farklı paketleme teknikleri (Vakum, MAP) ile paketlenen sıcak dumanlanmış alabalıkların 4°C'deki raf ömrünü karşılaştırmışlardır. MAP'lı grupların (A: %60 CO<sub>2</sub>+ %40 N<sub>2</sub>, B: %50 CO<sub>2</sub>+ %50 N<sub>2</sub>), vakum paketli gruplara göre duyusal açıdan raf ömrünü 14 gün arttırdığını tespit etmişlerdir.

Erkan ve ark. (2006), hava ve farklı gaz oranları (A: %5 O<sub>2</sub>+ % 60 CO<sub>2</sub> + % 35 N<sub>2</sub>, B: %5 O<sub>2</sub>+ % 70 CO<sub>2</sub> + % 25 N<sub>2</sub>) ile paketlenen sardalye balıklarının kalitesini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre MAP'ın ürünü raf ömrünü arttırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kaya ve ark. (2006), sıcak dumanlanmış palamut balığının buzdolabı koşullarında 15 güne kadar güvenle tüketilebileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında duman içeriğinin antioksidan ve antimikrobiyal etki yaptığını ve ürünü korumada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ormancı (2006), dumanlama ve marinasyon işleminin balıkların yağ asidi kompozisyonunu etkilediğini bildirmiştir. Toplam doymuş yağ asitlerinin işleme sonrası arttığını, doymamış yağ asitlerinin ise azaldığını tespit etmiştir.

Özden ve Erkan (2006), marine edilmiş gökkuşağı alabalığını farklı yöntemlerle (yağda, vakum) paketlenmiş ve 4°C'de kalitesini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre yağda paketlenen ürünlerin raf ömrünü 105 gün, vakumda paketlenen ürünlerin raf ömrünü ise 90 gün olarak belirlemişlerdir.

Günlü (2007), levrek balığının sıcak ve soğuk dumanlama sonrası kalite değişimi incelemiş ve sıcak dumanlanmış ürünlerin soğuk dumanlanmış ürünlere göre daha fazla beğenildiğini

belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmasında, soğuk dumanlanmış ürünlerin buzdolabı koşullarındaki depolamanın 25. gününde bozulduğunu sıcak dumanlanmış ürünleri ise depolamanın 45. gününde dahi bozulmadığını bildirmiştir.

Olgunoğlu (2007), hamsi balığından marinat yapmış ve ürünleri 0-2°C’de muhafaza etmiştir. Çalışmanın sonunda marine ürünlerin 7 ay boyunca depolanabileceğini tespit etmiştir.

Bilgin ve ark. (2008), soğuk ve sıcak dumanlanmış çipura balığının 4°C’deki kalitesini incelemişlerdir. Yapılan dumanlama işleminin balık etinin raf ömrüne etki ettiğini, sıcak dumanlanmış ürünlerin daha çok beğeni aldığını ayrıca soğuk dumanlanmış ürünlerin raf ömrünü 21 gün, sıcak dumanlanmış ürünlerin ise 35 gün olduğunu belirtmişlerdir.

Pantazi ve ark. (2008), kılıç balığı ile yapmış oldukları çalışmada, hava ile paketlenen balıkların duyuşal açıdan buzdolabı koşullarındaki raf ömrü 7, vakum ile paketlenenlerde 9, modifiye atmosfer ile paketlenenlerde ise 11-12 gün olduğunu belirlemişlerdir.

Balıkçı (2009), dumanlanmış ve marine edilmiş uskumru balıklarını buzdolabı koşullarında depolamış ve kalitesini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre her iki işleme metodunun uygulandığı ürünlerin yüksek beğeni aldığını ve depolamanın 9. ayına kadar güvenle tüketilebileceğini vurgulamıştır.

Çağlak (2009), modifiye atmosfer paket uygulanmış sübye, kara midye ve lakerdanın buzdolabı koşullarındaki bazı kalite parametrelerini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre modifiye atmosfer paketleme tekniğinin, vakum paketleme ve polietilen paketleme tekniklerine nazaran daha iyi sonuç verdiğini bildirmiştir.

Koral ve ark. (2009), sıcak dumanlanmış zargana balığının buzdolabı koşullarındaki raf ömrünü 21 gün olarak belirlemiştir.

Provincial ve ark. (2010), farklı gaz karışımları kullanılarak modifiye atmosfer paketlenen levrek balıklarının kalitelerini inceledikleri çalışmada, CO<sub>2</sub> gazının ürünlerin korunmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kocatepe (2010), levrek balığının farklı paketleme yöntemleri ile paketlenmiş ve buzdolabı koşullarındaki kalitesini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre hava ile paketlenen levrek balığının depolamanın 8. günde bozulduğunu karşın vakum uygulamanın balığın raf ömrünü 3 kat, MAP uygulamanın ise yaklaşık 4 kat arttırdığını tespit etmiştir.

Özer (2010), dumanlanmış zargana balığının raf ömrünü buzdolabı koşullarında 17 gün olarak belirlemiş ayrıca kullandığı katkı maddesinin (zerdeçal) ise ürünün duyuşal özelliklerini geliştirdiğini belirtmiştir.

Özoğul ve ark. (2010), sıcak dumanlanmış ve marine edilmiş hamsinin 4°C'deki raf ömrünü tespit etmişlerdir. Ürünlerin yüksek miktarda PUFA içerdiklerini, yapılan duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonucuna göre ürünlerin raf ömrünün 6 ay olarak belirlediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, *Salmonella*, *E. coli* ve *S. aureus* mikroorganizmalarını tespit etmedekilerini bildirmişlerdir.

Alak ve ark. (2011), MAP'ta kullanılan karbondioksit gazının dekarboksilasyondan sorumlu mikroorganizmaların faaliyetini azaltıcı yönde etki yaptığını ve MAP'ın uygun bir paketleme yöntemi olduğunu bildirmişlerdir.

Fuentes ve ark. (2011), yapmış oldukları dumanlanmış levrek balığı çalışmasında vakum ve MAP'ın ürünün raf ömrünü arttırdığını ayrıca yapılan tuzlama işleminin üründeki biyojen amin oluşumunu engellediğini tespit etmişlerdir.

Oğuzhan (2011), yapmış olduğu çalışmasında sıcak dumanlanmış gökkuşuğı alabalığını farklı tekniklerle paketleyerek (Vakum, MAP), kalitesini incelemiştir. Çalışmasında vakum uygulanmış ürünlerin depolamanın ilk 20 gününde, MAP'lı grubun (%50 CO<sub>2</sub>+ %50 N<sub>2</sub>) ise depolamanın ilk 40 gününde TMAB sayısının saptanabilir değerlerin altında olduğunu ve depolama (60 gün) süresince arttığını bildirmiştir. Benzer durumun TPAB ve maya-küf bakterileri için geçerli olduğunu ayrıca MAP'lı grupta, vakum gruba göre daha yavaş bakteri ürediğini ve karbondioksit gazının ürünün bakteriyel gelişimini baskıladığını ifade etmiştir.

Günşen ve ark. (2011), marine edilmiş hamsiyi farklı paketleme yöntemleri (Vakum, MAP1: % 70 CO<sub>2</sub> +% 30 N<sub>2</sub> ve MAP2: % 50 CO<sub>2</sub> + % 50 N<sub>2</sub>) ile paketlemiş ve ürünleri 2°C±2'de muhafaza ederek kalite değişimlerini incelemiştir. Elde ettikleri bulgulara göre vakum paketli grubun, depolamanın 7. ayında MAP'lı grupların ise depolamanın 11. ayında duyuşal açıdan kalitesini yitirdiğini tespit etmişler ve MAP'taki gaz oranlarının aynı etki yaptığını ve ürünün raf ömrünü arttırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında patojen mikroorganizma tespit etmediklerini belirtmişlerdir.

Kadak (2012), kitosan eklenmiş hamsi marinatının buzdolabında 90 günlük depolama boyunca kalite değişimlerini incelemiştir. Çalışmasında kontrol grubu ürünlerin TBA

değerinin 70. günde tüketilebilir sınır değerini aştığını kitosan eklenmiş grubunun ise ürünün raf ömrüne 20 gün katkı sağladığını tespit etmiştir.

Altan (2014), levrek balığı ile ilgili yapmış olduğu çalışmada modifiye atmosfer paketlemenin ürünün raf ömrünü arttırdığını, bunda karbondioksit gazının ürünün korumasında etkili olduğunu bildirmiştir.

Koral ve ark. (2015), sıcak tütsülenmiş kültür ve doğal istavrit balığının donmuş muhafaza (-20±2°C) sırasındaki kalite değişimlerini incelemiş ve elde ettikleri sonuçlara göre ürünlerin 7 ay süre ile depolanabileceğini tespit etmişlerdir.

Erdem ve ark. (2017), farklı paketleme yöntemlerinin tirsli marinatlardaki mikrobiyolojik ve biyojenik amin değişimlerine olan etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre, marinasyon işleminin balık etinin mikrobiyal yükünü azalttığını, ayrıca salamura ve yağda paketlenen marine tirsinin 4±1 °C'de 7 ay, vakum paketlenen marine tirsinin ise 6 ay depolanabileceği tespit etmişlerdir.

Turan ve ark. (2017), farklı esansiyel yağ, kişniş, sarımsak, defne, biberiye, kullanımının marine edilmiş hamsi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Buzdolabı koşullarında 6 ay boyunca depolanan ürünler için, kullanılan esansiyel yağların, oksidasyonu geciktirdiğini özellikle % 0,1 oranında kullanılan defne yağının marine edilmiş hamside duyuşal özellikleri geliştirebileceğini bildirilmişlerdir.

Bilgin ve Değirmenci (2018), vakum paketlenmiş ve sıcak dumanlanmış sariağız balığının 4°C'de 56 gün boyunca kalite değişimlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre, ürünlerin mikrobiyolojik açıdan tüketilebilir sınır değerini 35. günde aştıkları belirtmişlerdir. Ayrıca depolama süresi boyunca yağ asidi değişimlerini incelemişler ve yüksek PUFA değerine sahip olan ürünlerin depolama sonuna doğru azaldığını tespit etmişlerdir.

Keskin ve ark. (2018), marine edilmiş hamsi ile ilgili olarak, marinasyon esnasındaki önemli ve istenilen değişikliklerin özellikle ilk 6 saat içerisinde olduğunu ayrıca yüksek besin değerine sahip olan hamsinin marine edildikten sonra bile besin değerini koruduğunu belirlemişlerdir.



## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, üniversite-sanayi işbirliği kapsamında, Samsun ilinde bulunan SASTAŞ (Samsun Soğutma Tesisleri A.Ş) firması ile ortak yürütülmüştür. Firma, çalışmanın yürütülmesi için gerekli alt yapı ve ham madde desteğini sağlamış, ürünler çalışanlar tarafından temizlenerek, firma içerisinde üretilmiş ve muhafaza altına alınmıştır.

Çalışmada, materyal olarak hamsi balığı kullanılmıştır. Karadeniz'in Samsun kıyılarından avlanan balıklar, 10/12/2016 tarihinde fabrikaya getirilerek şoklanmıştır (-40°C). Yaklaşık 25 saat sonunda merkez sıcaklığı -20°C'ye ulaşan balıklar, şok odalarından çıkarılmış, glaze işlemi uygulanarak -20°C'de muhafaza altına alınmıştır. 16/05/2017 tarihinde ise (5 ay sonra) soğuk hava deposundan çıkarılan balıklar, çözdürülmesi için özel odalarda soğuk su altında yaklaşık 5 saat bekletilmiştir. Ortalama boyu 11,23±0,23 ve ortalama ağırlığı 10,21±0,54 g olan yaklaşık 450 kg (42 kasa) hamsi balığı, ayıklanıp temizlenmiş ve işlemeye hazır hale getirilmiştir.

### 4.1. Deneme Planı

Çalışmada; sade, sıcak dumanlanmış, soğuk dumanlanmış, olmak üzere 3 farklı hamsi marinatı yapılmış, sonrasında ürünler kendi içerisinde gruplara ayrılarak, farklı paketleme (Vakum ve Modifiye Atmosfer Paketleme: MAP) tekniğine göre paketlenmiştir. Genel itibarıyla 3 farklı ürün, toplamda ise 6 farklı grup oluşturulmuştur. MAP'lı ürünler, vakum paketli ürünlere alternatif olarak, tüketici talebi doğrultusunda oluşturulmuş ve firma için yeni ürün gamını temsil etmiştir.

Yapılan ön denemeler ve literatür araştırmasından sonra MAP uygulanan tüm gruplarda gaz oranları, %60 CO<sub>2</sub> +%40 N<sub>2</sub>, ve ürün/gaz hacmi ise 1/1 olarak belirlenmiştir.

Gruplara ait detaylar aşağıda belirtilmiştir:

#### **Sade Hamsi Marinat; A ve B grubu**

1. Grup (A): Vakum Paketlenmiş Sade Hamsi Marinat
2. Grup (B): MAP uygulanmış Sade Hamsi Marinat

#### **Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat; C ve D grubu**

3. Grup (C): Vakum Paketlenmiş Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat
4. Grup (D): MAP uygulanmış Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat

#### **Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat; E ve F grubu**

5. Grup (E): Vakum Paketlenmiş Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat

6. Grup (F): MAP uygulanmış Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat

Filetosu çıkarılan, temizlenen ve sızdırılan balıklar 6 gruba ayrılmıştır. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait detaylar aşağıda belirtilmiştir:

### **1. Grup (A) Vakum Paketlenmiş Sade Hamsi Marinat**

Balık/Salamura oranı 1:1 olan marinat salamurasında (%4 alkol sirkesi+%9 tuz+%0,3 sitrik asit) balıklar, 14-16 saat ve 2-5°C'de marinyasyon işlemine tabi tutulmuştur. Olgunlaşan balıklar, salamuradan alınıp 15 dk süre ile sızdırılmış daha sonra 150-200 g marinat paketlerine tartılıp dizilmiştir. Paket içerisine ayçiçek yağı (40 g) dolumu yapıldıktan sonra ürünler vakumlanarak paketlenmiştir.

### **2. Grup (B) MAP uygulanmış Sade Hamsi Marinat**

İkinci grubun (B), birinci gruptan (A) farkı; ürünlerin, vakum paketlenme yerine modifiye atmosfer paketlenme tekniği uygulanıp ambalajlanmasıdır. Paket içerisine, ürünlerin kurummasını önlemesi için kullanılan sıvı yağ, A grubuna göre yaklaşık ½ oranında konulmuştur. Oluşan tepe boşluğuna ise karışım gazı (% 60 CO<sub>2</sub> +% 40 N<sub>2</sub>) ilave edilerek paket kapatılmıştır.

Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait detaylar aşağıda belirtilmiştir:

### **3. Grup (C) Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat**

Hamsi filetoları, 20-25 dk süre ile balık /salamura oranı, 1/1,5 olan salamurada (%2,5 alkol sirkesi+%12 tuz+ %0,05 sitrik asit) 2-5°C'de bekletilmiştir. Daha sonra 15-20 dk sızdırılmış ve dumanlama fırınına yerleştirmek için ızgaralara dizilmiştir.

Sıcak dumanlama işlemi, 75 dk kurutma (45°C) ve 45 dk dumanlama (68-72°C) işlemi olarak gerçekleştirilmiştir. Dumanlanan balıklar 1-2 saat soğumaya bırakılmıştır (2-5°C), daha sonra 150-200 g'lık marinat kaplarına dizilmiş ve üzerine sıvı yağ konularak (80 g) vakum paketlenmiştir.

### **4. Grup (D) Sıcak Dumanlanıp MAP uygulanmış Hamsi Marinat**

Dördüncü grubun (D), üçüncü gruptan (C) farkı, ürünlerin vakum paketlenme yerine MAP tekniği uygulanıp ambalajlanmasıdır. Paket içerisine, vakum paketlenli gruptan farklı olarak, ürünlerin kurummasını önlemesi için kullanılan sıvı yağ C grubuna göre yaklaşık ½ oranında daha az konulmuştur. Oluşan tepe boşluğuna ise karışım gazı (% 60 CO<sub>2</sub> +% 40 N<sub>2</sub>) ilave edilerek paket kapatılmıştır.

Soğuk dumanlanmış hamsi marinat (E, F) grubuna ait detaylar aşağıda belirtilmiştir:

### **5. Grup (E) Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat**

Temizlenen balıklar, 7-10 dk süre ile balık /salamura oranı 1/1,5 olan salamurada (%0,09 alkol sirkesi+%10 tuz+%0,016 sitrik asit) 2-5°C’de bekletilmiştir. Daha sonra 15-20 dk sızdırılmış ve dumanlama fırınına yerleştirmek için ızgaralara dizilmiştir.

Soğuk dumanlama işlemi ise: 155 dk kurutma (26°C) ve 95 dk dumanlama (26°C) olacak şekilde yapılmıştır. Dumanlanan balıklar, 1-2 saat soğumaya bırakılmıştır (2-5°C). Balıklar daha sonra 150-200 g’lık marinat kaplarına dizilerek üzerine sıvı yağ konulmuş (25 g) ve vakum paketlenmiştir.

### **6. Grup (F) Soğuk Dumanlanmış ve MAP uygulanmış Hamsi Marinat**

Altıncı grupta (F) ürünler, MAP tekniği uygulanarak ambalajlanmışlardır. Paket içerisine, vakum paketli gruptan farklı olarak, ürünlerin kurummasını önlemesi için daha az sıvı yağ (E grubuna göre yaklaşık ½ oranında) konulmuştur. Oluşan tepe boşluğuna ise karışım gazı (% 60 CO<sub>2</sub> +% 40 N<sub>2</sub>) ilave edilerek paket kapatılmıştır.

Elde edilen ürünler, firmanın soğuk hava deposuna (2±2°C) konularak muhafaza edilmiştir. Ürünlerin akış şeması ve yapım aşamalarından çekilen görüntüler Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

Donmuş Hamsi Balığı (-21°C'de, 5 ay muhafaza edilmiş)  
Çözdürme (2-5°C odalarda 5 saat, soğuk su altında)  
Ayıklama, Temizleme, Sızdırma (2-5°C odalarda)

Grup A	Grup B	Grup C	Grup D	Grup E	Grup F
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salamurada bekletme: 2-5°C'de, 14-16 saat (B/S:1/1, % 4 alkol sirkesi+ % 9 tuz+ % 0,3 sitrik asit)</li> <li>• Sızdırma 15-20 dk.</li> <li>• Paketlere Dizme</li> <li>• Yağ Dolumu</li> <li>• Vakum Paketleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salamurada bekletme: 2-5°C'de, 14-16 saat (B/S:1/1, % 4 alkol sirkesi+ % 9 tuz+ % 0,3 sitrik asit)</li> <li>• Sızdırma 15-20 dk.</li> <li>• Paketlere Dizme</li> <li>• Yağ Dolumu</li> <li>• MAP uygulama (% 60 CO<sub>2</sub> +% 40 N<sub>2</sub>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salamurada bekletme: 2-5°C'de, 20-25 dk. (B/S:1/1,5, % 2,5 alkol sirkesi+ % 12 tuz+ % 0,05 sitrik asit)</li> <li>• Sızdırma 15-20 dk.</li> <li>• Fırlama (Izgaralara dizme)</li> <li>• Kurutma (75 dk. 45°C)</li> <li>• Dumanlama (45 dk. 68-72°C)</li> <li>• 1-2 Saat Dinlendirme (Soğuma)</li> <li>• Paketlere Dizme</li> <li>• Yağ Dolumu</li> <li>• Vakum Paketleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salamurada bekletme: 2-5°C'de, 20-25 dk. (B/S:1/1,5, % 2,5 alkol sirkesi+ % 12 tuz+ % 0,05 sitrik asit)</li> <li>• Sızdırma 15-20 dk.</li> <li>• Fırlama (Izgaralara dizme)</li> <li>• Kurutma (75 dk. 45°C)</li> <li>• Dumanlama (45 dk. 68-72°C)</li> <li>• 1-2 Saat Dinlendirme (Soğuma)</li> <li>• Paketlere Dizme</li> <li>• Yağ Dolumu</li> <li>• MAP uygulama (% 60 CO<sub>2</sub> +% 40 N<sub>2</sub>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salamurada bekletme: 2-5°C'de, 7-10 dk. (B/S:1/1,5, % 0,09 alkol sirkesi+%10 tuz+ % 0,016 sitrik asit)</li> <li>• Sızdırma 15-20 dk.</li> <li>• Fırlama (Izgaralara dizme)</li> <li>• Kurutma (155 dk. 26°C)</li> <li>• Dumanlama (95 dk. 26°C)</li> <li>• 1-2 Saat Dinlendirme (Soğuma)</li> <li>• Paketlere Dizme</li> <li>• Yağ Dolumu</li> <li>• Vakum Paketleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salamurada bekletme: 2-5°C'de, 7-10 dk. (B/S:1/1,5, % 0,09 alkol sirkesi+%10 tuz+ % 0,016 sitrik asit)</li> <li>• Sızdırma 15-20 dk.</li> <li>• Fırlama (Izgaralara dizme)</li> <li>• Kurutma (155 dk. 26°C)</li> <li>• Dumanlama (95 dk. 26°C)</li> <li>• 1-2 Saat Dinlendirme (Soğuma)</li> <li>• Paketlere Dizme</li> <li>• Yağ Dolumu</li> <li>• MAP uygulama (% 60 CO<sub>2</sub> +% 40 N<sub>2</sub>)</li> </ul>
<b>A:</b> Vakum Paketlenmiş Sade Hamsi Marinat	<b>B:</b> MAP uygulanmış Sade Hamsi Marinat	<b>C:</b> Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat	<b>D:</b> Sıcak Dumanlanıp MAP uygulanmış Hamsi Marinat	<b>E:</b> Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat	<b>F:</b> Soğuk Dumanlanıp MAP uygulanmış Hamsi Marinat

**Şekil 4.1.** Yapılan ürünlere ait işlem basamakları.



**Şekil 4.2.** a: Donmuş hamsi balığının soğuk su altında çözdürülmesi, b: Balıkların ayıklanması ve temizlenmesi, c: İşlenmeye hazır hamsi filetoları (Orijinal).



**Şekil 4.3.** a,b: Marinasyon işlemi, c: Marinasyon sonrası hamsi filetolarının sızdırılması (Orijinal).



**Şekil 4.4.** a: Marine edilmiş hamsilerin sıcak dumanlama öncesi ızgaralara dizilmesi, b: Marine edilmiş hamsilerin soğuk dumanlama öncesi ızgaralara dizilmesi, c: Dumanlama işlemi (Orijinal).



**Şekil 4.5.** Ürünlerin vakum paketlenme esnasındaki görüntüleri (Orijinal).



**Şekil 4.6.** Ürünlerin modifiye atmosfer paketleme esnasındaki görüntüleri (Orijinal).



**Şekil 4.7.** Ürünlerin paketleme sonrası genel görünümü (Orijinal).



**Şekil 4.8.** Ürünlerin depolama ( $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) esnasındaki genel görüntüleri (Orijinal).

#### **4.2. Çalışmada Kullanılan Malzeme ve Cihazlar**

Yapılan çalışmada, marinat salamurası, gıda sanayinde kullanılan, iyot içermeyen tuzun, alkol sirkesi ( $17-18^{\circ}$ ) ve sitrik asitin belirli oranda seyreltilmesi ve karıştırılması ile hazırlanmıştır. Dumanlama işlemi, KERRES marka sanayi tipi modern tütsüleme fırınında gerçekleştirilmiş ve çalışmada odun talaşı olarak meşe ağacı kullanılmıştır (Şekil 4.9).





**Şekil 4.9.** a: Çalışmada kullanılan tütsüleme fırını, b: Dumanlama fırınının içten görünümü, c: Talaş ünitesi, d: Talaş ünitesinin içten görünümü, e: Meşe ağacı talaşı (Orijinal).

Her iki paketleme işlemi (Vakum, MAP), THERMOFORM marka modern ambalajlama makinesinde gerçekleştirilmiş, MAP için kullanılan gaz tüpleri ise yurtdışından temin edilmiştir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10.** Üretimde kullanılan paketleme cihazı ve MAP tüpleri (Orijinal).

Çalışmada kullanılan ambalajlama materyali; 10\*16\*2,3 cm (en\*uzunluk\*derinlik) ebatındadır. Alt film 600 mikron PVC (polivinil klorid), üst film ise 90 mikron polietilen polyamid maddeden üretilmiştir.

Tepe boşluğundaki gazların ölçümü, firma laboratuvarında mevcut bulunan Systech marka gaz ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. Histamin analizi için, BioTek marka test cihazı ve içerisinde belirli bir miktar histamin (0, 3, 10, 30, 100, 300 ppm) ajanı bulunan AgraQuant marka test kiti kullanılmıştır. Mikrobiyoloji analizlerinde 3M marka hazır petrifilm, patojen mikroorganizmalarda ise 3M marka MDS (Moleküler Tespit Sistemi) cihazı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bazı cihazlar, test kitleri ve petrifilm Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.11.** a: Histamin analizinde kullanılan test cihazı, b: Histamin test kiti, c: 3M MDS moleküler tayin cihazı, d: Tepe boşluğu gaz ölçüm cihazı (Orijinal).



**Şekil 4.12.** Mikrobiyoloji analizinde kullanılan hazır petrifilm ve patojen mikroorganizmalar için özel test kiti (Orijinal).

### **4.3. Metot**

#### **4.3.1. Akredite Laboratuvarda Yaptırılan Analizler**

Çalışmada, ürünlerden alınan örnekler, soğuk muhafaza altında, bazı analizlerin yapılması için farklı laboratuvara gönderilmiştir. Analizler, İzmir ilinde bulunan, ağır metal, mineral madde, PAH, besin kompozisyonu ve yağ asitleri kompozisyonunda akredite olan DEPO özel kontrol laboratuvarı ve anlaşmalı laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Amino asit kompozisyonu ise TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

Ağır metal ve mineral madde analizleri NMKL-161 (Anonim 1998), PAH analizi, JOSS 2002,25,96-100 (Moret ve Conte, 2002), Protein analizi, TS 1620, Yağ analizi TS 1744, Kül analizi TS EN ISO 2171, Enerji ve Karbonhidrat değeri TS 11729'a göre yapılmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu, ekstre edilen yağda, GC-FID cihazında, DB-23 kolonu kullanılarak ve COI/T.20/Doc.no.17/Rev. 1 2001 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Amino asit kompozisyonu D.05.G.106 İşletme İçi Metot UFCL-UV kullanılmıştır (Dimova, 2003; Gheshlaghi ve ark., 2008).

#### **4.3.2. Kimyasal Analizler**

##### **4.3.2.1. pH Analizi**

Ham materyalin ve elde edilen tüm ürünlerin pH tayini, WTW Multi 340i marka portatif cihaz ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, cihaz probunun, direk olarak balık etine batırılması ile yapılmıştır. Analiz, balık filetoalarının farklı bölgelerinden ölçüm yapılması ile gerçekleştirilmiş ve bu işlem farklı balıklar kullanılarak en az 4 kez tekrar edilmiştir.

##### **4.3.2.2. TBARs (Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri) Analizi**

Erkan ve ark. (2011), tarafından modifiye edilen yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu amaçla, 10 g örnek, bir beher içerisine konulmuş ve üzerine 100 µL bütil hidroksi toluen (BHT) ve 90 mL triklorasetik asit (TCA) eklenerek homojenize edilmiştir. Sonrasında ise elde edilen homojenizat, bir erlenmayer içerisine filtre kağıdı (Whatman No.1) yerleştirilerek süzölmüştür. Süzöntüden 5'er mL alınıp test tüplerine konulmuş ve üzerine 5'er mL %10'luk glasiel asetik asitle hazırlanan tiyobarbitürik asit reaktifi eklenerek 75-79°C'ye ayarlı hot plate üzerinde 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Daha sonrasında test tüplerinin soğuması

beklenmiş ve spektrofotometrede 532 nm dalga boyunda, kör numuneye karşı okuma yapılmıştır.

#### Standartların hazırlanması işlemi:

50 µL Malondialdehyde bis diethylacetal maddesi 50 mL 0.1 N HCl ile seyreltilmiş ve hazırlanan dilüsyon 100°C'de 10 dakika boyunca ısıtılmıştır. Elde edilen hidrolize asetalin 2.4 mL'si 100 mL'lik balona saf su ile tamamlanarak stok standart hazırlanmıştır. Elde edilen standart ise aşağıda belirtilmiştir.

Standart 1: Stok standarttan 1 ml alınıp 50 ml saf suya tamamlanır.

Standart 2: Stok standarttan 3 ml alınır 50 ml saf suya tamamlanır.

Standart 3: Stok standarttan 5 ml alınır 50 ml saf suya tamamlanır.

Standart 4: Stok standarttan 7 ml alınır 50 ml saf suya tamamlanır.

Hazırlanan bu standartlardan 5 mL alınıp test tüplerine konulmuş ve üzerine 5 mL TBA ayracı eklenmiştir. Tüpler 75-79°C'ye ayarlı hot plate üzerinde 30 dakika boyunca bekletilmiş ve süre sonunda soğutulularak köre karşı spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Spektrofotometrede okunan örnek sonuçları standartların regresyon denklemi üzerinden hesaplanarak, aşağıdaki formül TBARs (µg malonaldehyde (MA)/mL) konsantrasyonu bulunmuştur.

TBARs (µg MA/g)= MA (µg MA/mL) X 90 mL/Örnek Ağırlığı (g)

MA (µg MA/mL): örneğin absorbansı-a/b

90:Seyreltme Faktörü

Örneklerin TBARs değerleri, Schormüller (1969)'in bildirdiği kriterlere göre değerlendirilmiştir. Buna göre;

3 mg/kg'a kadar MA içeren örnekler "Çok İyi",

3-5 mg/kg'a kadar MA içeren örnekler "İyi",

5-8 mg/kg'a kadar MA içeren örnekler "Pazarlanabilir",

8 mg/kg'dan fazla MA içeren örnekler ise "Bozuk" olarak nitelendirilmektedir (Varlık ve ark., (1993).

#### 4.3.2.3. TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) Analizi

Homojenize edilmiş örnekten 10 g tartılarak cam balona aktarılmış, üzerine 100 mL saf su, kaynama taşı ve 1-2 g magnezyum oksit (MgO) ilave edilmiştir. Ayrı bir tarafta erlenmayer içine 10 ml %3'lük borik asit, 8 damla taşıro indikatörü ve 100 mL distile su konulmuştur. Cam balon ve erlenmayer, destilasyon cihazına yerleştirilmiş ve gerekli bağlantıları yapıldıktan sonra destilasyon işlemine geçilmiştir. Örnek 10-15 dk destile edildikten sonra destilasyon işlemi sonlandırılmıştır. Erlen içine toplanan destilat 0.1N HCl ile nötr noktaya kadar titre edilmiştir. Elde edilen sarfiyat, formülde yerine konularak, TVB-N miktarı, aşağıdaki formüle göre hesaplanmış ve sonuçlar mgN/100 g olarak verilmiştir.

$$\text{TVB-N mg/100 g} = (a \times 1.400 \times 100) / M$$

a= mL olarak harcanan 0.1N HCl asit miktarı

M= Örnek ağırlığı (g)

TVB-N analizi; Antonocoppoulus tarafından modifiye edilen, Lücke - Geidel metodu ile yapılmış (Ludorf ve Meyer, 1973) ve aşağıda gösterilen, TVB-N miktarına göre balıkların kalitesi sınıflandırılmıştır (Varlık ve ark. 1993).

Su ürünlerinin kalite sınıflandırılmasında;

<25 mg/100g, TVB-N içeren örneklerin; Çok iyi,

<30 mg /100g, TVB-N içeren örneklerin; iyi,

<35 mg /100g TVB-N içeren örneklerin; pazarlanabilir

35 mg/100g'dan fazla TVB-N içeren örneklerin ise bozulmuş olduğu bildirilmektedir.

#### 4.3.2.4. Histamin Analizi

Çalışmada AgraQuant marka histamin test kiti kullanılmış, analiz ise BioTek marka Absorbance Microplate Readers test cihazında, ELISA yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Analiz aşağıdaki işlemlere göre yapılmıştır (AOAC, 2014a).

10 g numune alınıp üzerine 240 mL distile su eklenmiş ve homojenize edilmiştir. Elde edilen karışımdan 1 mL alınıp kapaklı mini santrifüj tüpüne yerleştirilmiştir. Örnekler, Inovia marka mini santrifüj cihazında 5 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Süre sonunda elde edilen ekstraktın üst tabakasından 50 µL alınıp, histamin test kiti içerisinde hazır bulunan bölmeli (küvet) master blok içerisine yerleştirilmiştir. Bölmelerin diğer tarafına ise içerisinde belirli

miktar histamin bulunan (0, 3, 10, 30, 100, 300 ppm) standart solüsyonundan 50 µL konulmuştur. Her bir küvet içerisine 1,5 mL solüsyon (assitalation water) eklenmiş sonrasında ise üzerlerine 50 µL ayraç (reagent) konulmuştur. Renk pembeye dönüştükten sonra, 5 dakika boyunca hafif çalkalama hareketleri yapılarak örneklerin karıştırılması sağlanmıştır. Oluşan her bir karışım ve standarttan 50 µL alınıp Microtiter Strips (cihazda okumanın gerçekleştirileceği mini tüpler/şeritler) içerisine transfer edilmiştir. Örneklerin üzerine 100 µL histamin antiserumu konulmuş ve 5 dk boyunca hafifçe çalkalanarak karışması sağlanmıştır. Daha sonra örnekler yıkama solüsyonunda (wash buffer+ distile su) 3 kez bir piset veya pipet yardımı ile yıkanmıştır (Yıkama; Microtiter Strips içerisine 3-6 damla solüsyon konulması ve ters çevrilerek kuru kalacak şekilde akıtılması). Sonrasında ise örnekler üzerine 100 µL substrat konmuş ve 10 dk boyunca oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. Okunmaya hazır örnekler hafifçe dairesel hareketler yapılarak karıştırılmış ve cihaza yerleştirilmiştir. Örneklerin, 450 nm dalga boyunda hazır standartlara karşı (kör) okuması yapılmıştır.

Analiz, histamin kiti ile beraber verilen özel bir programla başlatılmış ve histamin analizinin yapıldığı cihaza bağlı bir bilgisayarda gerçekleştirilmiştir. Örnekler ait histamin miktarı ise program tarafından <3, <10, <30, <100, <300 ppm olarak gösterilmiştir.

#### **4.3.3. Mikrobiyolojik Analizler**

Mevcut çalışmada, yapılan tüm analizler, aseptik koşullarda gerçekleştirilmiş, kullanılan alet ve ekipmanlar ise sterilize edilerek kullanılmıştır.

Toplam Aerob Bakteri (Mezofil, Psikrofil), Toplam Anaerob Bakteri (Mezofil), Toplam Maya-Küf, Toplam Koliform, Toplam Laktik Asit Bakteri ve *Staphylococcus aureus* sayımı için;

İndikatör olarak Oxoid marka Buffered Peptone Water (peptonlu su) kullanılmış ve ilgili talimata göre hazırlanarak otoklavda sterilize edilmiştir.

10 g numune, steril bir spatül ile alınmış ve stomacher poşetlerine konulmuştur. Üzerine 90 mL hazırlanan peptonlu su ilave edilerek kapatılmış ve örneklerin karışması sağlanmıştır. Sonrasında ise örnekten 1 mL alınıp, hazır petrifilme ekimi yapılmıştır. Alınan örneğin, petrifilmin ilgili bölgesine yayılması için ise özel baskı plakalar kullanılmıştır.

Toplam Koliform için; 3M Coliform Count Plate; Toplam Maya-Küf için; 3M Yeast and Mold Count Plate, Laktik Asit Bakterileri için; 3M Lactic Acid Bacteria Count Plate, *Staphylococcus aureus* sayımı için; 3M Staph Express Disk hazır petri filmi kullanılmıştır (AOAC, 1994a; AOAC, 2000a AOAC, 2014b; AOAC, 2000b).

Toplam Aerobik ve Anaerobik Bakteri için; 3M Aerobic Count Plate petri filmi kullanılmış, oksijensiz ortam ise, MERC marka anaerobik kavanoz ve içerisine konulan test şeritleri ile sağlanmıştır. Hazır petrifilmeler inkübatöre yerleştirilmiş ve belirli süre ve sıcaklıklarda inkubasyonu gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1994b) . Detaylar, Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.





**Çizelge 4.1.** Bakterilerin inkübasyon sıcaklığı ve süreleri.

Bakteri türü	Sıcaklık	Süre
Toplam Mezofilik (Aerob)	35°C	48 saat
Toplam Mezofilik (Anaerob)	30°C	48 saat
Toplam Psikrofil	7-8°C	8-10 gün
Toplam Koliform	35°C	24 saat
Toplam LAB	35°C	48 saat
Toplam Maya-Küf	20-25°C	3-5 gün
<i>Staphylococcus aureus</i>	37°C	24 saat

İnkübasyon sonrasında ise tüm koloniler sayılmış ve sonuçlar hesaplanarak log kob/g olarak belirtilmiştir (Sivertsvik ve ark., 2003; Halkman, 2005).

#### **4.3.3.1. Patojen Mikroorganizmaların Tespiti**

Yeni nesil cihazlarla patojen mikroorganizmaların tespiti hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılmaktadır. Çalışmada kullanılan 3M Moleküler Tayin Sistemi (MDS), izotermal DNA amplifikasyon ve biyoluminesans tekniklerinin kullanılmasıyla, zenginleştirilmiş gıda ve çevresel işlenmiş gıda numunelerindeki patojenlerin hızlı tespitine yönelik olarak tasarlanmıştır (Hu ve ark, 2016, Anonim, 2019c; Anonim, 2019d). Yapılan analizin detayları ise aşağıda belirtilmiştir:

Mevcut çalışmada, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* (O157-H7) patojenlerine özgü peptonlu su ve test kitleri kullanılmış, analizin lizis, amplifikasyon ve cihazda okutma işlemleri ise aynı basamaklarda gerçekleştirilmiştir.

*Salmonella spp.*, ve *Escherichia coli* O157-H7 için ; 3M Buffered Pepton Water, *Listeria monocytogenes*'in ön zenginleştirmesi için 3M Demi Fraser Broth Base, ikinci ön zenginleştirmesi için ise; 3M Fraser Broth Base peptonlu su, belirtilen oranda hazırlanmış ve otoklavda sterilize edilmiştir ( AOAC, 1994a; AOAC, 2014c; AOAC, 2014d; Bird ve ark., 2015).

#### **Salmonella spp. ve Escherichia coli (O157-H7) tespiti;**

Steril bir spatül yardımıyla 25 g örnek alınıp stomomacher poşetinin içerisine konulmuş, üzerine mikroorganizmaya özgü 225 mL peptonlu su ilave edilerek kapatılmış ve örneklerin karışması sağlanmıştır.

Ön zenginleştirme aşaması için stomomacher poşeti, 35°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Tüm mikroorganizmalar için özel kit kullanılmış ve içerisindeki talimata göre lizis ve amplifikasyon aşamaları gerçekleştirilmiştir.

#### Lizis aşaması;

İnkübasyondan sonra, stomomacher poşet içerisinden 20 µL örnek alınıp, lizis test tüpüne (mikro) aktarılmıştır. Başka bir tüpe ise 20 µL negatif kontrol için örnek aktarımı yapılmıştır. Lizis tüplerinin kapakları kapatılmış ve 3-5 kez ters düz edilerek karışımı sağlanmıştır. Daha sonra tüpler, önceden hazırlanmış ısıtma bloğunda 15 dk ısıtılmıştır (100°C±1). Isıtma işlemi tamamlandıktan sonra tüplerin kapakları açılmış ve örneğin soğutma işlemi gerçekleştirilmiştir (soğutma bloğunda, 0-20°C'de 10 dk). Soğuma işlemi gerçekleştirildikten sonra tüpler kapatılmış ve 3-5 kez ters düz edilerek tekrar karıştırılmıştır. Sonrasında ise 5 dk oda sıcaklığından bekletilmiş ve amplifikasyon aşamasına geçilmiştir.

#### Amplifikasyon aşaması;

Lizis tüplerinden 20 µL örnek (lizat) alınıp, analiz tüpüne aktarılmıştır. Dijital bir pipet yardımı ile 5 kez çekme bırakma işlemi yapılarak karıştırılmış ve test tüpü kapatılmıştır. Başka bir tüpe ise 20 µL negatif kontrol için lizat aktarımı yapılmış ve dijital pipet yardımıyla 3-5 kez çekme bırakma işlemi yapılarak karışımı sağlanmıştır.

Mikroorganizmanın pozitif kontrolü için, negatif kontrol lizatından 20 µL alınıp pozitif kontrol tüpüne aktarılmış ve yine dijital bir pipetle 3-5 kere çekme bırakma işlemi yapılarak kapakları kapatılmıştır. Cihaza özel mikro boyuttaki test tüpleri analiz edilmek için cihaza yerleştirilmiştir.

#### **Listeria monocytogenes tespiti;**

Steril bir spatül yardımıyla 25 g örnek alınıp, stomomacher poşetinin içerisine konulmuş, üzerine mikroorganizmaya özgü 225 mL peptonlu su ve 1 Lt besi yerine 10 mL olacak şekilde supplement (Fraser Broth Supplement ) ilave edilmiştir. Sonrasında ise stomomacher

poşetinin ağzı kapatılarak örneklerin karışımı sağlanmış ve 35°C’de 24 saat inkübe edilmiştir (Ön zenginleştirme).

İnkübasyon sonrasında örnekten 0,1 ml alınıp test tüplerine aktarılmıştır. Örneğin üstüne önceden hazırlanmış ve ikinci ön zenginleştirme için kullanılan peptonlu sudan 10 mL ilave edilerek tüplerinin ağzı kapatılmıştır. Test tüpleri bir beher içerisine konularak 35°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (İkinci ön zenginleştirme).

Bu aşamadan sonra tüm patojenlerdeki gibi lizis ve amplifikasyon aşamaları gerçekleştirilmiştir.

Tüm analiz tüpleri, cihaz tepsisine yerleştirilmiş, cihazın kapağı kapatılmış ve analiz başlatılmıştır. Analizin başlatılması işlemi, cihaz ile bağlantılı ve 3M MDS sitemine ait özel yazılım programı olan bir bilgisayarda gerçekleştirilmiştir. Cihazda analiz işlemi, 75 dk sürmüştür ve bu süre sonunda bilgisayar ekranında belirlenen sonuca göre var-yok tespiti yapılmıştır (Anonim, 2019d; Fortes ve ark., 2013).

#### **4.3.4. Duyusal Analiz**

Elde edilen marine ürünlerin duysal analizi, için, alanında deneyimli 5 panelist seçilmiş ve ürünleri; renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Ürünler için hazırlanan duysal form ise Varlık ve ark. (1993), tarafından belirtilen ve Schormüller (1968), tarafından uygulanan marine ürünler için duysal değerlendirme formu modifiye edilerek kullanılmıştır. Panelistler, ürünlere 0-5 arasında (5: mükemmel, 4-4,9: çok iyi, 3-3,9: iyi, 2-2,9: fena değil, orta, 1-1,9: kötü, 1 puan altı: tüketilemez) puan vermiş ve çalışmada **2 puan** altında kalan ürünler için deneme sonlandırılmıştır. Çalışmada panelistlere verilen duysal değerlendirme formu ise Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Duyusal değerlendirme formu.

Duyusal Kriterler	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
<b>Renk:</b> Paket içerisindeki balık eti, marine ürün/dumanlanmış marine ürün rengine uygun						
<b>Tat:</b> Marine ürün/dumanlanmış marine ürün, balık etine has hoşagiden lezzette						
<b>Koku:</b> Marine ürün/dumanlanmış marine ürün kokusu, arzu edilen oranda hissedilen						
<b>Tekstür;</b> Balık eti, marine edilmiş ürüne /dumanlanmış marine ürüne özgü gevreklikte ve kıvamda						
<b>Genel Beğeni;</b> Ürünün genel görünümü ve değerlendirilmesi						
<b>Görüş ve Öneriler</b>						
<b>Not:</b> A: Vakum paketli sade hamsi marinat, B: MAP uygulanmış sade hamsi marinat, C: Sıcak dumanlanıp vakum paketlenmiş hamsi marinat, D: MAP uygulanmış sıcak dumanlanmış hamsi marinat, E: Soğuk dumanlanıp vakum paketlenmiş hamsi marinat, F: MAP uygulanmış soğuk dumanlanmış hamsi marinat 5: Mükemmel, 4-4,9: Çok iyi, 3-3,9: İyi, 2-2,9: Fena değil, orta, 1-1,9: Kötü, 1 puan altı: Tüketilemez. <b>2 puan</b> altında kalan ürünler için deneme sonlandırılacaktır.						

#### 4.3.5. Et Verimi Hesaplama

Elde edilen ürünlerin et verimi için, aşağıda belirtilen formül, modifiye edilerek kullanılmıştır (Rora ve ark., 1998; Cardinal ve ark., 2001).

Toplam Et Verimi (%):  $[\text{Fileto ağırlığı (g)} / \text{Toplam balık ağırlığı (g)}] * 100$

Ürün Verimi (%):  $[(\text{İşleme öncesi toplam fileto ağırlığı} - \text{işleme sonrası toplam fileto ağırlığı}) / \text{İşleme öncesi toplam fileto ağırlığı}] * 100$

#### 4.3.6. İstatistik Analizler

Araştırmada elde edilen sonuçların ortalama ve standart hataları Microsoft Office Excel 2016 programı ile hesaplanmış, istatistik değerlendirme ise Minitab 17 paket programı

yardımıyla ve tek yönlü varyans (Anova one-way) analizi ve Tukey testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000).



## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmaya ait bulgular, hamsi balığından elde edilen ürünlerin çeşitliliğine göre gruplara ayrılarak (Sade Marinat [A B], Sıcak Dumanlanmış Marinat [C D], Soğuk Dumanlanmış Marinat [E F]) değerlendirilmiş ve gruplar kendi içlerinde paketlenme materyalleri ile (Vakum, MAP) karşılaştırılmıştır. Genel itibariyle çalışmada 3 farklı ürün, toplamda ise 6 farklı grup oluşturulmuştur. Oluşturulan bu gruplar içerisindeki MAP'lı ürünler (B, D, F), firma için yeni ürün gamını temsil etmiştir.

Çalışmada; Ham materyal: taze veya işlenmemiş örneği,

Paketleme öncesi: işlenmiş (olgunlaşmış) ürünleri,

Deneme başı: paketlenmiş ürünlerin 1. gününü,

Deneme sonu: çalışmanın sonlandığı ayı ifade etmektedir

Tüm analizler iki tekerrür ve iki paralel olacak şekilde yapılmıştır. Çalışma, ürünlerin duyuşal açıdan tüketilebilir sınır değerlerini aştığı anda sonlandırılmış ve o ay, o ürün açısından deneme sonu olarak nitelendirilmiştir.

### 5.1. Fiziksel Analize İlişkin Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde, ürünlere ait et verimi sonuçları ve MAP'lı grupların (B, D, F) paket içi gaz oranları değerlendirilmiştir.

#### 5.1.1. Et verimi

Çalışmada kullanılan hamsi balığının et verimi, elde edilen toplam ürün miktarı ve ürünlerin ağırlık kaybı sonuçları, örnek üzerinden hesaplanmış ve Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.1.** Ürünlerin et verimine ait sonuçları.

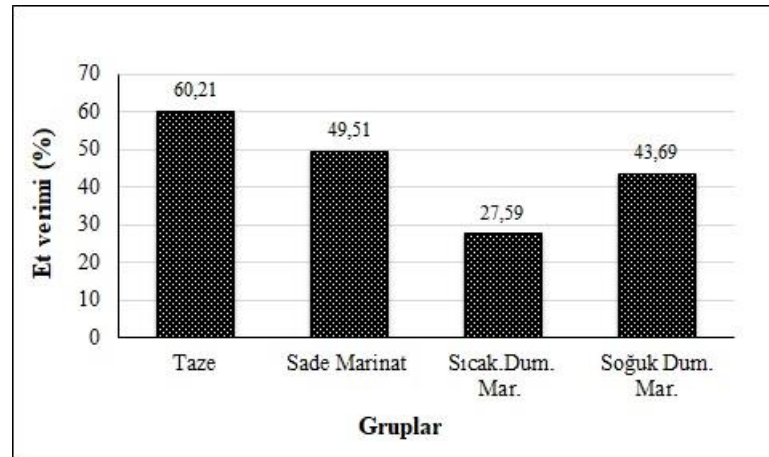
Ürün & İşlem	Sade Marinat	Sıcak Dum. Mar.	Soğuk Dum. Mar.
Taze Balık (Toplam)	1000 g	1000 g	1000 g
Temizlenmiş Fileto	602,1 g	602,1 g	602,1 g
Taze Balık Et Verimi	%60,21	%60,21	%60,21
Elde Edilen Ürün*	<b>495,1 g</b>	<b>275,9 g</b>	<b>436,9 g</b>
Ürün Randımanı	<b>%49,51</b>	<b>%27,59</b>	<b>%43,69</b>
Ağırlık Kaybı**	%17,73	%54,17	%27,43

\*: Elde edilen ürün, paketlenme öncesindeki toplam ürünü ifade etmektedir.

\*\* : Sade marinat için; marinasyon sonrası, sıcak ve soğuk dumanlanmış marinat için marinasyon ve dumanlama sonrası toplam ağırlık kaybını ifade eder.

Çalışmada ham materyal olarak kullanılan hamsinin et verimi, taze örnekte, %60,21 olarak hesaplanmıştır. Paketlenme öncesindeki elde edilen toplam et verimi; sade, sıcak ve soğuk dumanlanmış ürünlerde sırasıyla %49,51, %27,59 ve %43,69 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.1).

Sade hamsi marinat grubu için (A, B) balıkların marinasyon sonrasında %17,73 oranında bir ağırlık kaybettiği tespit edilmiştir. Sıcak dumanlanmış marinat grubu (C, D) ve soğuk dumanlanmış marinat grubunda (E, F) ise yapılan marinasyon ve dumanlama sonrası balık etinde sırasıyla %54,17 ve %27,43 oranında ağırlık kaybı olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 5.1.** Ürünlerin bürüt (toplam) ağırlık üzerinden hesaplanan et verimi sonuçları.

Ürünlerin et verimi genel olarak değerlendirildiğinde; sade marinat, sıcak ve soğuk dumanlanmış marinat için;

Toplam balık filetosu üzerinden elde edilen et verimi sırasıyla, %82,27, %45,83, %72,57, Toplam balık üzerinden (bürüt ağırlık) elde edilen et verimi ise sırasıyla, %49,51, %27,59, %43,69, olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.1).

Varlık ve ark. (2004), marinatların randımanını %50-51 arasında olduğunu, büyük balıkların ise daha yüksek oranda randıman verdiğini vurgulamışlardır.

Koral ve Köse (2005), hamsi balığının dumanlama sonrası et verimini %51,50 olarak tespit etmişlerdir.

Koral (2006), yapmış olduğu çalışmasında, kefal ve palamut balığının tuzlama ve dumanlama sonrası toplam ağırlık kaybını sırasıyla %49,38 ve %21,98 olarak belirlemiştir.

Günlü (2007), sıcak ve soğuk dumanlanmış levrek balığının randımanını sırasıyla %36,64 ve %38,18 olarak hesaplamıştır.

Gümüş (2008), barbun balığının (ortalama boy: 16,97±0,53 cm) sıcak dumanlama sonrası et verimini %57,15 olarak bildirmiştir.

Özer (2010), zargana balığının tuzlama ve dumanlama sonrası %60,85 oranında ağırlık kaybettiğini tespit etmiştir.

Işidan (2011), yapmış olduğu tirsli marinatu ile ilgili olarak, balığın marinasyon sonrasında toplam ağırlık kaybı miktarını %49,04 olarak belirlemiş, ürünün randımanını ise bürüt ağırlık üzerinden %50,95 olarak hesaplamıştır.

Et verimi, balığın türüne, büyüklüğüne bağlı olarak değişebildiği gibi yapılan işleme metotlarına göre de farklılıklar oluşabilir. Nitekim balığın marine edilmesi ya da, balığa uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi, balığın farklı oranlarda ağırlık kaybetmesine neden olabilmektedir.

### **5.1.2. MAP'lı Grupların Paket İçi Gaz Oranları**

Yapılan çalışmada, modifiye atmosfer paketli gruplarının (B, D, F) denemenin başlangıcından sonuna kadar olan, paket içi gaz miktarı Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.



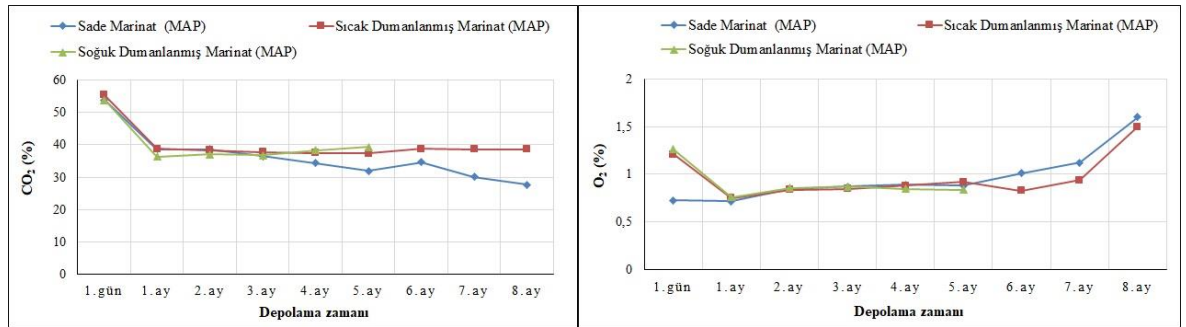
**Çizelge 5.2.** MAP'LI grupların paket içi gaz oranları.

Ürün	Sade Marinat		Sıcak Dum. Marinat		Soğuk Dum. Marinat	
Deneme başı	CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> +O <sub>2</sub> %53,8 +%45,4 +%0,75		CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> +O <sub>2</sub> %55,4 +%43,7 +%0,91		CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> +O <sub>2</sub> %53,9 +%44,9 +%1,2	
Depolama	%CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>
1.ay	38,7	0,73	38,8	0,75	36,4	0,76
2.ay	38,6	0,72	38,4	0,84	37,1	0,86
3.ay	36,5	0,85	37,8	0,85	36,8	0,87
4.ay	34,4	0,87	37,5	0,88	38,3	0,85
5.ay	32,0	0,89	37,3	0,92	39,3	0,84
6.ay	34,6	1,01	38,8	0,83	*	*
7.ay	30,1	1,12	38,7	0,94	*	*
8.ay	27,7	1,60	38,6	0,75	*	*

\*: Ölçüm yapılmadı

Elde edilen bilgiler doğrultusunda denemenin başında (1. gün) ölçülen, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, ve O<sub>2</sub> değerleri sade marinat grubunda (B), sırasıyla %53,8, %45,4, %0,75, sıcak dumanlanmış marinat grubunda (D), %55,4, %43,7, %0,91, soğuk dumanlanmış marinat grubunda (F), ise sırasıyla %53,9, %44,9 ve %1,2 olarak tespit edilmiştir.

Denememin ilk ayında tüm gruplarda karbondioksit gazının belirgin bir şekilde azaldığı, depolama süresi boyunca ise kısmi artış ve azalışların olduğu belirlenmiştir. Oksijen gazında ise tüm gruplarda düzensiz azalış ve artışların olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.2). Deneme sonunda tüm gruplar için karbondioksit gazı miktarının %27,7-39,3, oksijen gazı miktarının ise %0,72-1,6 aralığında sabit kaldığı belirlenmiştir.



**Şekil 5.2.** MAP'lı ürünlerin paket içi CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> gazı oranları.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, denemenin ilk ayında karbondioksit gazının belirgin bir miktarının çözüldüğü görülmektedir. Depolama süresince artış ve azalışlar gözlemlense de karbondioksit gazının belirli aralıklarda sabit kaldığı tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca oksijen miktarındaki değişimin çok az olması paketin oksijen geçirgenliğinin çok düşük olması ile de açıklanabilir. Ayrıca ürünlerin iyi muhafaza edilmesi ve yapılan işleme metotları sonucunda herhangi bir mikroorganizmanın ürememesi de bu değerlerin sabit kalmasında etkili olduğu olmuştur.

Reddy ve ark. (1996), modifiye atmosfer paketlemenin, tilapya balıkları üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, başlangıçta paket içerisindeki %75 oranında bulunan CO<sub>2</sub> gazının birkaç gün içerisinde %55 oranına düştüğünü, bunda ise gazın balık dokusunda çözünmesinin etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Ruiz-Capillas ve Moral (2001), paket içerisindeki karbondioksit gazının zamanla azalması ile ilgili olarak, gazın dokularda çözünmesine ve paketin gaz geçirgenliğine dikkat çekmişlerdir.

MAP'lı ürünlerde, paket içerisindeki karbondioksit gazının çözünebileceği ve zamanla gaz miktarının sabit kalabileceği vurgulanmıştır (Randell ve ark., 1997; Guðjónsdóttir ve ark., 2008).

Provincial ve ark. (2010), çalışmalarında mikrobiyal gelişme ile modifiye atmosfer paketlemenin arasında ilişki olduğunu ve yüksek oranda kullanılan karbondioksit miktarının istenilen mikrobiyolojik değerleri elde etme konusunda olumlu katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bono ve Badalucco (2012), MAP'ın, barbun balıkları üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, paket içerisindeki karbondioksit gazının zamanla belirgin bir şekilde azaldığını, sonrasında ise mikrobiyal faaliyet sonucunda arttığını ifade etmişlerdir.

Kocatepe (2010), MAP'lı levrek filetoları ile ilgili olarak, başlangıçtaki karbondioksit gazının miktarının düştüğünü, depolama süresi sonunda ise mikroorganizma gelişimine bağlı olarak arttığını ifade etmiştir.

Mevcut çalışma, yapılan araştırmalar ile benzerlik gösterse de, uygulanan işleme yöntemleri sonucunda mikroorganizma faaliyetinin azalması, bu durumun oluşmasında da etkili olmuş olabilir.

## 5.2. Ağır Metal ve Mineral Madde Miktarına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan hamsi balığının ağır metal analizi, akredite olan özel bir laboratuvarında yaptırılmış, sonuçlar Çizelge 5.3'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.3.** Hamsi balığının Cıva, Kadmiyum ve Kurşun analizi sonuçları

Grup	Cıva (mg/kg)	Kadmiyum (mg/kg)	Kurşun (mg/kg)
Taze hamsi	Tespit edilemedi	0,008±0,001	0,032±0,009

Mevcut çalışmada hamsi balığındaki, cıva (Hg), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb), gibi ağır metal içerikleri açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kadmiyum 0,008±0,001 mg/kg, kurşun değeri ise 0,032±0,009 mg/kg olarak tespit edilmiş fakat cıvaya rastlanılmamıştır.

Ağır metallerin çevre ile etkileşimi sonucunda çeşitli rahatsızlıklar meydana gelmekte ve insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Suların kirlenmesi, endüstriyel ve tarımsal atıkların sulara karışması gibi durumlarda, bazı ağır metaller, suda yaşayan canlıların yapısında birikmektedir ve bu da tüketiciyi doğrudan etkilemektedir. Ağır metale maruz kalma durumuna göre kişilerin organlarında, sinir sisteminde ve iskelet yapısında çeşitli bozukluklar meydana gelebileceği, ayrıca bazı zehirlenme türleri ile de karşılaşılacağı bildirilmektedir (Boran, 2010; Andayesh ve ark., 2015; Muş ve Çetinkaya, 2017; Akalın, 2018).

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'ne göre (TGK, 2011a), balık ürünlerinde izin verilen maksimum Cıva, Kadmiyum ve Kurşun değerleri sırasıyla 0,50, 0,30 ve 0,050 mg/kg yaş ağırlık olarak bildirilmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesine (FDA) göre, insan vücudunda haftalık Pb birikimi maksimum 3 mg, Cd birikimi ise maksimum 0,5 mg olarak belirtilmiştir (60 kg vücut ağırlığı için).

Avrupa konseyi, su ürünlerinde izin verilen maksimum Hg, Cd ve Pb değerlerini sırasıyla 0,5, 0,10 ve 0,40 mg/kg olarak rapor etmiştir (MAFF, 1995; EEC, 2005; Türksönmez ve ark., 2017).

Çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde ise sonuçların bildirilen limitlerin altında olduğu ve hamsi balığının insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Nisbet ve ark. (2010), Orta Karadeniz Bölgesi'nde avlanan hamsi balığında cıva tespit etmediğini bildirmişlerdir. Benzer olarak Karadeniz'de avlanan hamsi balığının ağır metal içeriğinin incelendiği çalışmalarda, insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı bildirilmiştir (Aygün ve Abanoz, 2011: Bat ve ark., 2014).

Bat ve ark. (2013), hamsi balığının cıva miktarını 0,09-0,26 µg metal g<sup>-1</sup>, kadmiyum miktarını ise 0,09-0,17 µg metal g<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir.

Türksönmez ve ark. (2017), Marmara bölgesinde avlanan hamsinin mevsimsel olarak ağır metal içeriğini incelemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre çıkan değerlerin, ulusal ve uluslararası standartların belirlediği limitleri aşmadığını rapor etmişlerdir.

Kuplulu ve ark. (2018), hamsi balığının kadmiyum değerini 0,063, cıva değerini 0,007, kurşun değerini ise 0,071 mg/kg olarak hesaplamışlardır.

Yapılan araştırmalar, mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir. Balıklardaki ağır metal içeriği, beslenme durumuna, avlandığı bölgenin temizliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Nitekim denizlerin, çeşitli atıklarla (endüstriyel, kanalizasyon, petrol vb.) kirlenmesi sonucunda özellikle dip balıklarında ağır metal birikimi oluşabilmektedir.

Hamsi balığının mineral madde analizi, akredite olan özel bir laboratuvarında yaptırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.4.** Hamsi balığının mineral madde içeriği.

Grup	Sodyum %	Potasyum %	Kalsiyum %	Magnezyum %	Selenyum (mg/kg)	Fosfor (mg/kg)
Taze hamsi	0,14±0,00	0,43±0,05	0,61±0,03	0,051±0,00	1,909±0,00	9753±0,00

Çalışmadaki veriler incelendiğinde, hamsi balığında; sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) değerleri sırasıyla, %0,14, %0,43, %0,61 ve %0,051 olarak

hesaplanmıştır. Ayrıca hamsi balığının özellikle fosfor ve selenyum (Se) açısından da zengin olduğu tespit edilmiştir.

Sağlık açısından çok önemli olan minerallerin vücut için birçok faydaları bulunmaktadır. Fosfor ve magnezyumun vücudun enerji üretiminde kullanıldığı, kalsiyumun, kemik ve dişlerin gelişmesinden sorumlu olduğu ayrıca sinir sistemi ve kalp ritmi için gerekli olduğu ve kanın pıhtılaşmasında önemli rol oynadığı potasyumun ise vücuttaki sıvı ve elektrolit dengesini sağladığı bilinmektedir. Sodyumun vücut sıvılarındaki ozmotik basınç ve asit-baz dengesini sağladığı belirtilmektedir (Varlık ve ark., 2004; Çaklı, 2010; Karataş ve Kocaman, 2011; Başaran, 2015). Selenyumun, DNA-RNA denetiminde, kreatinlerin bütünlüğünün korunmasında, antikor sentezlerinin stimülasyonunda görevinin bulunduğu, vücutta oluşan yanık ve yaraların iyileşmesinde, hormonların üretilmesinde, hormon miktarının düzenlenmesinde ve kalp sağlığında etkili olmaktadır. Ayrıca temel hayati fonksiyonların gerçekleşmesinde görevi olan fosfor ve selenyumun eksikliği ve fazlalığı, bazı rahatsızlıklara yol açabilmektedir (Anonim, 2019e).

Deniz balıklarının, kalsiyum, magnezyum ve fosfor açısından zengin olduğu vurgulanmış, mineral madde içeriği ise yaş ağırlığının %0,6-1,5'i oranında bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca hamsi gibi küçük balıkların, kılçıkları ile birlikte tüketilmesi ile daha fazla miktarda mineral alınacağı bildirilmiştir (Varlık ve ark., 2007; Çaklı, 2010).

Gökoğlu ve ark. (2004), gökkuşuğu alabalığının mineral madde içeriğini tespit ettiği çalışmada, Na, Ca, K ve Mg değerlerini sırasıyla 455, 632, 3060 ve 409 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Uran (2005), yapmış olduğu çalışmada taze hamsi balığında, Ca:1672, Na: 781,9, K: 883, Mg: 314,6, P değerini ise 171,4 mg/kg olarak belirlemiştir.

Öksüz ve ark. (2008), palamut balığının kırmızı kaslarındaki mineral madde içeriğini incelemiş ve elde ettiği sonuçlara göre, P değerini 853, K değerini 654,9, Ca değerini 241,1 Na değerini 117,4 ve Mg değerini ise 95,3 ppm olarak belirlemiştir.

Levrek balığının mineral madde içeriğinin tespit edildiği çalışmada Na: 77,3, K: 45,97, Ca: 63,6, P: 373,6 ve Mg: 32,6 mg/100g olarak bildirilmiştir (Erkan ve Özden, 2007). Benzer olarak Kocatepe (2010), levrek balığının sodyum, magnezyum, kalsiyum potasyum ve fosfor içeriğini sırasıyla 36,60, 38,05, 110,2, 628,75 ve 344,39 mg/100g olarak belirtmiştir.

Karataş ve Kocaman (2011), Karadeniz’de avlanan istavrit balığının P, K, Ca, Na, Mg içeriğini sırasıyla 2927,7, 4234,0, 41,6, 375,1 ve 45,5 mg/kg, mezgit balığının ise sırasıyla 3556,7, 5928,2, 283,6, 674,3 ve 174,7 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Gençbay ve Turhan (2016), Kasım-Ocak ayları arasında Karadeniz’de avlanan hamsi balığının mineral madde içeriğini tespit etmişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre taze hamside (fileto, kuru ağırlık olarak) P: 9,55, K: 10,70, Ca: 4,15 Mg: 1,12 ve Na değerini ise 3,25 g/kg olarak belirlemişlerdir.

Balık etinin mineral madde içeriği, balığın türüne, beslenme durumuna, mevsime, avlandığı bölgenin özelliğine (sıcaklık, pH, tuzluluk, kirlilik, vs.), bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Aynı bölgede bulunan balıklar arasında bile mineral madde açısından farklılığın oluşabileceği de belirtilmektedir (Karataş ve Kocaman, 2011).

### **5.3. Besin Kompozisyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışma**

Bu bölümde; ham materyale (Taze), paketlenme öncesine, deneme başına (1. gün) ve deneme sonuna ait besin kompozisyonu ile ilgili veriler yer almaktadır.

#### **5.3.1. Sade Hamsi Marinat Grubunun (A, B) Besin Kompozisyonu**

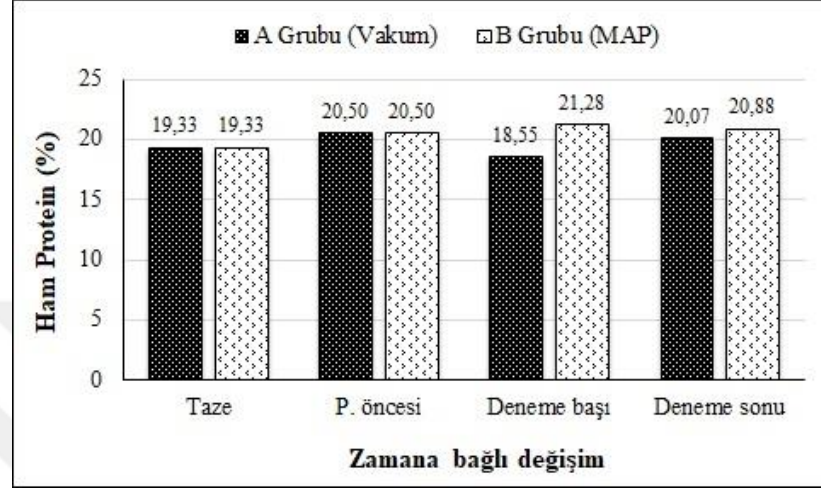
Sade marinat grubunun besin kompozisyonuna ait bulguları Çizelge 5.5’te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.5.** Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları.

Analizler	% Ham Protein		% Ham Yağ		% Ham Kül		% Nem	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>Taze</b>	19,33±0,01 <sup>cA</sup>	19,33±0,01 <sup>dA</sup>	11,80±0,01 <sup>dA</sup>	11,80±0,01 <sup>cA</sup>	1,46±0,01 <sup>cA</sup>	1,46±0,01 <sup>dA</sup>	67,07±0,01 <sup>aA</sup>	67,07±0,01 <sup>aA</sup>
<b>P. Öncesi</b>	20,50±0,01 <sup>aA</sup>	20,50±0,01 <sup>bA</sup>	12,07±0,01 <sup>cA</sup>	12,07±0,01 <sup>bA</sup>	3,11±0,01 <sup>aA</sup>	3,11±0,01 <sup>bA</sup>	62,41±0,01 <sup>bA</sup>	62,41±0,01 <sup>bA</sup>
<b>Deneme başı</b>	18,55±0,00 <sup>dA</sup>	21,28±0,00 <sup>aB</sup>	17,89±0,01 <sup>aA</sup>	14,68±0,02 <sup>aB</sup>	2,87±0,02 <sup>bA</sup>	3,02±0,01 <sup>cB</sup>	58,13±0,02 <sup>dA</sup>	59,85±0,02 <sup>dB</sup>
<b>D. Sonu</b>	20,07±0,01 <sup>bA</sup>	20,88±0,01 <sup>cB</sup>	12,96±0,00 <sup>bA</sup>	12,62±0,01 <sup>dB</sup>	3,05±0,00 <sup>aA</sup>	3,30±0,01 <sup>aB</sup>	61,63±0,01 <sup>cA</sup>	60,65±0,01 <sup>cB</sup>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). **Deneme Sonu** A grubu için **9. ay**, B grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.

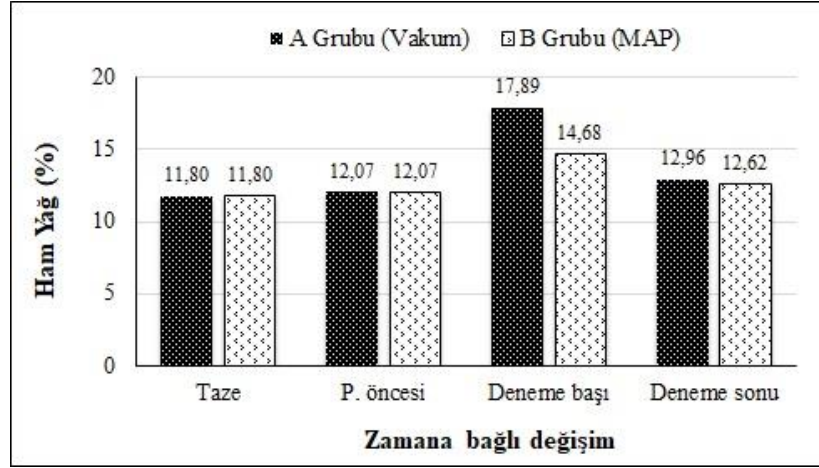
Çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde taze balıkta, ham protein oranı  $19,33 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiş ve bu değer marinasyon sonrasında (paketleme öncesi) artarak  $20,50 \pm 0,01$  değerini almıştır ( $p < 0,05$ ). Çalışmanın sonunda A (Vakum) ve B (MAP) grubunda ham protein oranı sırasıyla;  $20,07 \pm 0,01$  ve  $20,88 \pm 0,01$  olarak belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.5 ve Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



**Şekil 5.3.** Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait ham protein sonuçları.

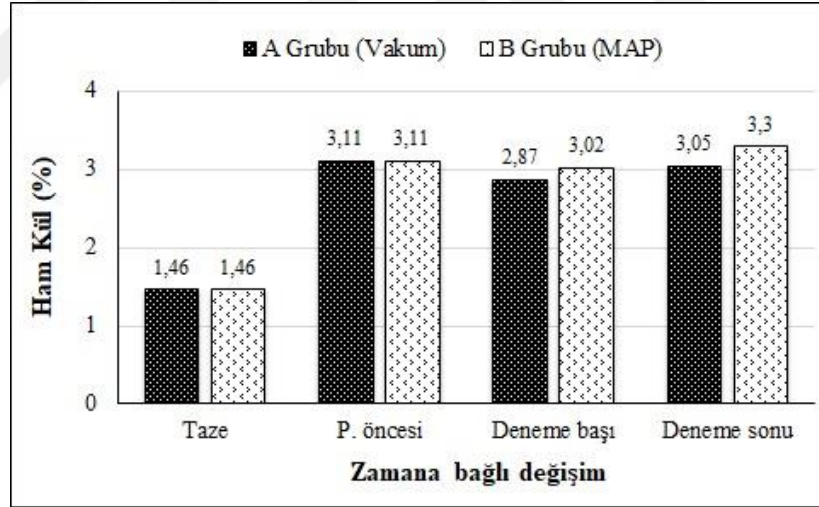
Taze hamside ham yağ oranı  $11,80 \pm 0,01$ , paketleme öncesinde ise  $12,07 \pm 0,01$  olarak bulunmuştur. Gruplar kendi aralarında incelendiğinde denemenin başında, paketler içerisinde farklı oranda yağ olmasından kaynaklı, ham yağ değerlerinde farklılıklar görülmektedir. Buna göre A grubunun ham yağ oranı deneme başında  $17,89 \pm 0,01$ , B grubunun ise  $14,68 \pm 0,02$  olarak belirlenmiş ve her iki grupta da deneme sonu ham yağ miktarında azalmaların olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.5 ve Şekil 5.4'te gösterilmiştir.





**Şekil 5.4.** Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait ham yağ sonuçları.

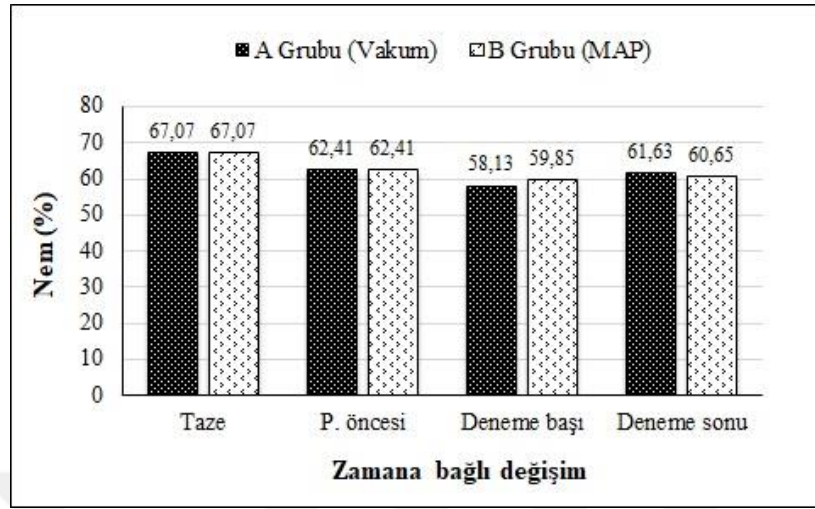
Taze balığın ham kül miktarı  $1,46 \pm 0,01$  iken, marinasyon sonrası inorganik madde miktarına bağlı olarak artmış ve  $3,11 \pm 0,01$  değerini almıştır ( $p < 0,05$ ). Deneme sonunda ham kül miktarı A (Vakum) ve B (MAP) grubunda sırasıyla  $3,05 \pm 0,00$   $3,30 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.5 ve Şekil 5.5'te gösterilmiştir.



**Şekil 5.5.** Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait ham kül sonuçları.

Nem verileri incelendiğinde, taze örnekte  $67,07 \pm 0,01$  çıkan değer, marinasyon sonrasında (paketleme öncesi) azalmış ve  $62,41 \pm 0,01$  değerini almıştır. A grubunun nem miktarında, deneme başında ve sonunda istatistiki açıdan farklılıkların olmadığı ( $p > 0,05$ ) belirlenmiş, B grubunda da benzer sonuçlar bulunmuş, istatistiki farklılıkların ise gruplar arasında olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Deneme sonunda A (Vakum) ve B (MAP) grubunun nem miktarı

sırasıyla %61,63±0,01 ve %60,65±0,01 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.5 ve Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Sade hamsi marinat grubuna (A,B) ait nem değeri sonuçları.

Çalışmada kullanılan hamside ve elde edilen ürünlerde karbonhidrat ve enerji değeri hesaplanmış, sonuçlar Çizelge 5.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP’lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait Karbonhidrat ve Enerji değeri sonuçları

Analizler	% Karbonhidrat		Enerji (kcal/100g)	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>Taze</b>	0,35±0,00 <sup>dA</sup>	0,35±0,00 <sup>dA</sup>	184,90±0,10 <sup>dA</sup>	184,90±0,10 <sup>dA</sup>
<b>Paket. Öncesi</b>	1,92±0,01 <sup>cA</sup>	1,92±0,01 <sup>bA</sup>	198,25±0,05 <sup>cA</sup>	198,25±0,05 <sup>cA</sup>
<b>Deneme Başı</b>	2,57±0,00 <sup>aA</sup>	1,18±0,04 <sup>cB</sup>	245,45±0,05 <sup>aA</sup>	221,95±0,05 <sup>aB</sup>
<b>Deneme Sonu</b>	2,30±0,02 <sup>bA</sup>	2,57±0,00 <sup>aB</sup>	206,10±0,00 <sup>bA</sup>	207,30±0,20 <sup>bB</sup>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Deneme Sonu A grubu için 9. ay, B grubu için 8. ay olarak ifade edilmektedir.

Çizelge 5.6’ya göre, ham materyalde %0,35±0,00 olan karbonhidrat değeri A ve B grubunda, denemenin başında artmış (p<0.05), denemenin sonunda sırasıyla %2,30±0,02 ve %2,57±0,00 değerini almıştır (p<0.05). Balık etinin enerji değeri, taze örnekte 184,90 kcal/100g, denemenin sonunda ise enerji değerinde azalmanın olduğu belirlenmiş (p<0.05) ve A, B grubunda sırasıyla 206,10 ve 207,30 kcal/100g olarak tespit edilmiştir.

Kocatepe ve ark. (2011), Karadeniz Bölgesinde avlanan hamsinin; ham protein, ham yağ, ham kül, nem, karbonhidrat ve enerji değerini sırasıyla %22,71, %10,64, %1,48, %62,86, %2,31 ve 195,88 kcal olarak hesaplamışlardır.

Kadak ve Çelik (2015), yapmış oldukları çalışmalarında Mart ayında avlanan hamsinin ham protein, ham yağ, ham kül ve nem içeriğini sırasıyla %16,70, %3,64, %1,03 ve %80,12 olarak tespit etmişlerdir.

Çağlak ve ark. (2016), hamsi balığının ham protein, ham yağ, ham kül ve kuru madde miktarını sırasıyla %17,26, %8,36, %1,87 ve %27,58 olarak belirtmiştir. İzci ve ark. (2016), ise bu değerleri sırasıyla %17,68, %12,80, %1,27, %67,91 (nem), olarak belirtmişlerdir.

Bazı sonuçlar çalışma verileri ile uyum göstermektedir. Farklılıklar ise avlanma bölgesine, avlandığı sezondan veya avlanma sonrası yapılan saklama yönteminden kaynaklanabilir. Çalışmada kullanılan hamsinin, Aralık ayında avlandığı, dondurulduğu ve 5 ay süre ile -18°C’de muhafaza edilip, soğuk su altında çözdürüldüğü düşünüldüğünde, bu farklılıkların nedenini açıklayabilir.

Marinasyon işleminde, balık etini olgunlaştırmak için kullanılan salamuranın içeriği, balığın türü ve büyüklüğü, bekleme süresi, ortam sıcaklığı, balık/salamura oranı gibi etmenler balık etinin besin içeriğini önemli derecede etkilemektedir. Yapılan çalışmada, balık etinin protein, yağ ve kül miktarının marinasyon sonrasında oransal olarak arttığı, nem miktarının ise azaldığı görülmektedir. Bu değişimde marinasyon yönteminin etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Cabrer ve ark (2002), marinasyon esnasında biyokimyasal yapıda meydana gelen değişimlerin ilk 24 saat içerisinde, Keskin ve ark., (2018) ise özellikle ilk 6 saatte olduğunu belirtmişlerdir.

Kılınç ve Çaklı (2004), marine edilmiş ürünlerde, protein miktarındaki artışın olgunlaştırma salamurasındaki bekleme süresine bağlamaktadır. Materyalin nem kaybetmesine bağlı olarak, protein miktarının arttığı bildirilmiştir. Benzer olarak birçok araştırmacı, marinasyon işleminden sonra balık etindeki protein ve yağların yıkımının gerçekleştiğini, buna bağlı olarak inorganik madde miktarının arttığını bildirmişlerdir (Özden, 2005; Olgunoğlu, 2007; Kurt Kaya ve Baştürk, 2014; Kadak ve Çelik, 2015).

Depolama süresi boyunca A ve B gruplarının kendi içerisinde, besin içeriğindeki değerlerde oransal olarak artma ve azalmaların olduğu belirlenmiş, bunun nedeninin ise ürünlerin zaman içerisinde nem kaybetmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Erkan ve ark. (2000), çalışmalarında paneli alabalık marinatı yapmış ve ürünlere modifiye atmosfer paketlenme tekniğini uygulamıştır. Çalışmada, depolama süresi boyunca ürünlerin nem miktarında düşüşün olduğunu bildirmişlerdir.

Kurt Kaya (2009), farklı balık türlerinden yapmış olduğu marinatlarda, ürünlerin besin içeriğinde zamana bağlı olarak artma ve azalmaların olduğunu belirtmiştir.

Yapılan araştırmalar, çalışma verileri ile uyum içerisindedir. Oluşabilecek farklılıklar ise balığın türüne, büyüklüğüne, sıcaklığa, salamura içeriğine ve süreye bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

### **5.3.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubunun (C,D) Besin Kompozisyonu**

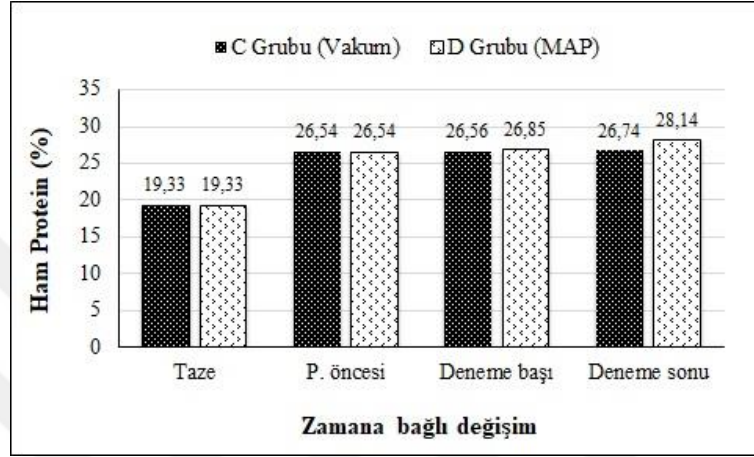
Sıcak dumanlanmış marinat grubuna (C,D) ait besin kompozisyonu sonuçları Çizelge 5.7’de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.7.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları.

Analizler	% Ham Protein		% Ham Yağ		% Ham Kül		% Nem	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>Taze</b>	19,33±0,01 <sup>cA</sup>	19,33±0,01 <sup>dA</sup>	11,80±0,01 <sup>cA</sup>	11,80±0,01 <sup>bA</sup>	1,46±0,01 <sup>cA</sup>	1,46±0,01 <sup>cA</sup>	67,07±0,01 <sup>aA</sup>	67,07±0,01 <sup>aA</sup>
<b>P. Öncesi</b>	26,54±0,00 <sup>bA</sup>	26,54±0,00 <sup>cA</sup>	18,20±0,02 <sup>bA</sup>	18,20±0,02 <sup>aA</sup>	5,86±0,02 <sup>aA</sup>	5,86±0,02 <sup>bA</sup>	48,26±0,04 <sup>cA</sup>	48,26±0,04 <sup>cA</sup>
<b>D. Başı</b>	26,56±0,01 <sup>bA</sup>	26,85±0,01 <sup>bB</sup>	19,07±0,01 <sup>aA</sup>	18,26±0,02 <sup>aB</sup>	5,87±0,01 <sup>aA</sup>	5,95±0,01 <sup>aB</sup>	46,24±0,01 <sup>dA</sup>	47,45±0,03 <sup>dB</sup>
<b>D. Sonu</b>	26,74±0,02 <sup>aA</sup>	28,14±0,02 <sup>aB</sup>	11,11±0,01 <sup>dA</sup>	10,40±0,01 <sup>cB</sup>	5,35±0,02 <sup>bA</sup>	5,79±0,01 <sup>bB</sup>	54,58±0,04 <sup>bA</sup>	53,08±0,01 <sup>bB</sup>

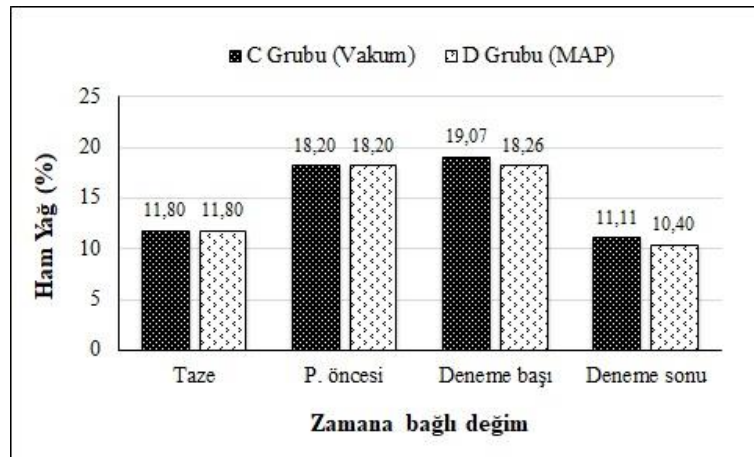
Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** C grubu için **10. ay**, D grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.

Elde edilen veriler incelendiğinde, taze hamside ham protein miktarı  $19,33 \pm 0,01$  iken bu değer marinasyon esnasında balık etinin nem kaybetmesine bağlı olarak paketleme öncesi  $26,54 \pm 0,00$  değerine yükselmiştir ( $p < 0,05$ ). Gruplar arasında ise deneme başında ve sonunda farklılık gözlemlenmiştir ( $p < 0,05$ ), C (Vakum) ve D (MAP) grubunda deneme sonunda ham protein miktarı sırasıyla  $26,74 \pm 0,02$  ve  $28,14 \pm 0,02$  olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.7 ve Şekil 5.7’de gösterilmiştir.



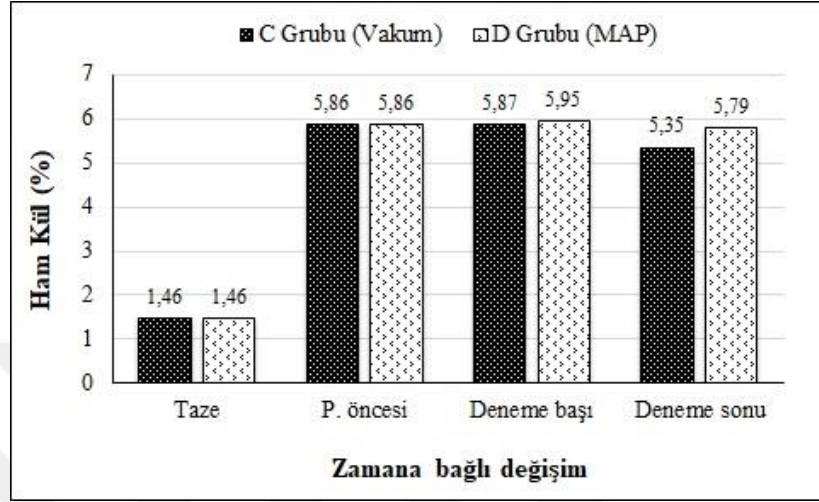
**Şekil 5.7.** Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait ham protein sonuçları

Ham yağ analiz sonuçlarına bakıldığında, taze örnekte  $11,80 \pm 0,01$  olan değer, paketleme öncesinde  $18,20 \pm 0,02$ 'ye ulaşmıştır. Deneme başında, C ve D grubunda ham yağ miktarı sırasıyla  $19,07 \pm 0,01$  ve  $18,26 \pm 0,02$  olarak hesaplanmış ( $p < 0,05$ ), deneme sonunda ise her iki grupta da değerlerin azaldığı belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ), sonuçlar Çizelge 5.7 ve Şekil 5.8’de gösterilmiştir..



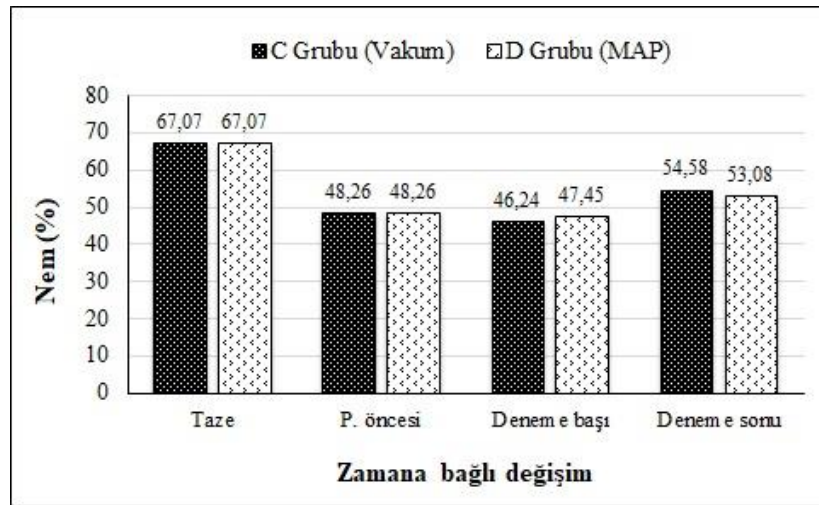
**Şekil 5.8.** Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait ham yağ sonuçları.

Taze balığın ham kül değeri  $1,46 \pm 0,01$  iken, paketlenme öncesinde  $5,86 \pm 0,02$ 'ye ulaşmış, deneme başında C grubunda  $5,87 \pm 0,01$ , D grubunda  $5,95 \pm 0,01$  olarak bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Deneme başında ve sonunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.7 ve Şekil 5.9'da gösterilmiştir..



Şekil 5.9. Sıcak dumanlanmış marinat grubuna (C,D) ait ham kül sonuçları.

Dumanlama işleminde, balık etindeki nem miktarı kurumaya bağlı olarak azalmaktadır. Çalışmada taze örneğin nem içeriği  $67,07 \pm 0,01$  iken paketlenme öncesinde bu değer  $48,26 \pm 0,06$  olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Deneme başında ve sonunda ise her iki grupta da bu değerlerde azalmaların olduğu gözlemlenmiş ve aralarındaki farkın da önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.7 ve Şekil 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.10. Sıcak dumanlanmış marinat grubuna (C, D) ait nem sonuçları.

Sıcak dumanlanmış hamsi marinatinın Karbonhidrat ve Enerji değerlerine ait sonuçlar Çizelge 5.8’de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.8.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait Karbonhidrat ve Enerji değeri sonuçları.

Analizler	% Karbonhidrat		Enerji (kcal/100g)	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>Taze</b>	0,35±0,00 <sup>cA</sup>	0,35±0,00 <sup>dA</sup>	184,90±0,10 <sup>dA</sup>	184,90±0,10 <sup>dA</sup>
<b>Paket. Öncesi</b>	1,21±0,02 <sup>bA</sup>	1,21±0,02 <sup>cA</sup>	274,25±0,45 <sup>bA</sup>	274,25±0,45 <sup>bA</sup>
<b>Deneme Başı</b>	2,28±0,00 <sup>aA</sup>	1,50±0,03 <sup>bB</sup>	286,90±0,10 <sup>aA</sup>	277,70±0,00 <sup>aB</sup>
<b>Deneme Sonu</b>	2,24±0,01 <sup>aA</sup>	2,60±0,01 <sup>aB</sup>	215,85±0,15 <sup>cA</sup>	216,50±0,10 <sup>cA</sup>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** C grubu için 10. ay, D grubu için 8. ay olarak ifade edilmektedir.

Elde edilen verilere göre, ham materyalin (taze), karbonhidrat değeri %0,35±0,00, enerji değeri ise 184,90±0,10 kcal/100g olarak tespit edilmiştir. Yapılan işlemlere bağlı olarak karbonhidrat değeri paketleme öncesinde %1,21±0,02, enerji ise 274,25±0,45 kcal/100g değerine ulaşmıştır (p<0.05). Gruplar arasında, deneme başında ve sonunda, karbonhidrat ve enerji değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05).

Sıcak dumanlanmış marinat grubunda (C,D), marinasyon işleminden ziyade dumanlama işlemi daha ön planda tutulmuştur. Marinasyon işlemi, balık etine, çok kısa bir süre ve farklı bir tat, koku, aroma vermesi amaçlı uygulanmıştır. Uzun süreli marinasyon salamurasında muamele edilmiş, dumanlanmış ürünlerin renginde değişiklik olabileceği için tüketici talebi etkilenmektedir. Sıcak dumanlanmış marinat grubu (C, D), marine ürün yerine, daha çok dumanlanmış ürün olarak değerlendirilmiştir.

Günlü (2007), yapmış olduğu çalışmada dumanlanmış ürünün, ham materyale göre protein, yağ ve kül miktarının arttığını nem içeriğinin ise azaldığını belirtmiştir.

Balıkçı (2009), yapmış olduğu çalışmada uskumru balığını önce dumanlanmış sonra marine etmiş, ürünü vakum paketlemiştir. Elde ettiği üründe; protein, yağ, nem ve kül değerini sırasıyla %26,92, %26,74, %40,55 ve %4,49 olarak belirlemiştir.



Özoğul ve ark. (2010), sıcak dumanlanmış ve marine edilmiş hamsinin protein, yağ, nem ve kül miktarını sırasıyla %25,19, %2,40, %65,32, %5,09 olarak hesaplamış bu değerlerin ham materyale göre arttığını, kurumaya bağlı olarak da nem miktarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Benzer olarak birçok araştırmacı tütüleme işleminin balık etinin besin bileşimi üzerinde etkisinin olduğunu bildirmiştir (Ünlüsayın ve ark., 2001; İzci ve Ertan, 2004; Oğuzhan ve ark., 2006; Koral ve ark., 2010).

### **5.3.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubunun (E,F) Besin Kompozisyonu**

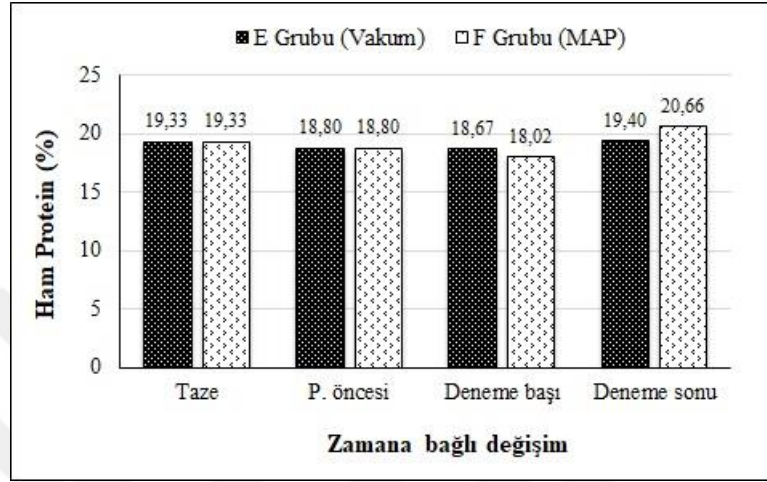
Soğuk dumanlanmış marinat grubuna (E, F) ait besin kompozisyonu sonuçları izelge 5.9'da gösterilmiştir.

**Çizelge 5.9.** Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları.

Analizler	% Ham Protein		% Ham Yağ		% Ham Kül		% Nem	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>Taze</b>	19,33±0,01 <sup>aA</sup>	19,33±0,01 <sup>bA</sup>	11,80±0,01 <sup>bA</sup>	11,80±0,01 <sup>cA</sup>	1,46±0,01 <sup>dA</sup>	1,46±0,01 <sup>cA</sup>	67,07±0,01 <sup>aA</sup>	67,07±0,01 <sup>aA</sup>
<b>P. Öncesi</b>	18,80±0,00 <sup>bA</sup>	18,80±0,0 <sup>cA</sup>	11,90±0,01 <sup>bA</sup>	11,90±0,01 <sup>bA</sup>	3,70±0,01 <sup>bA</sup>	3,70±0,01 <sup>abA</sup>	62,42±0,04 <sup>cA</sup>	62,42±0,04 <sup>cA</sup>
<b>D. Başı</b>	18,67±0,01 <sup>cA</sup>	18,02±0,01 <sup>dB</sup>	11,84±0,02 <sup>bA</sup>	11,97±0,01 <sup>aB</sup>	3,49±0,01 <sup>cA</sup>	3,64±0,02 <sup>bB</sup>	63,93±0,03 <sup>bA</sup>	63,92±0,02 <sup>bB</sup>
<b>D. Sonu</b>	19,40±0,03 <sup>aA</sup>	20,66±0,02 <sup>aB</sup>	12,35±0,04 <sup>aA</sup>	11,13±0,01 <sup>dB</sup>	3,91±0,01 <sup>aA</sup>	3,76±0,02 <sup>aB</sup>	61,87±0,02 <sup>dA</sup>	62,33±0,02 <sup>cB</sup>

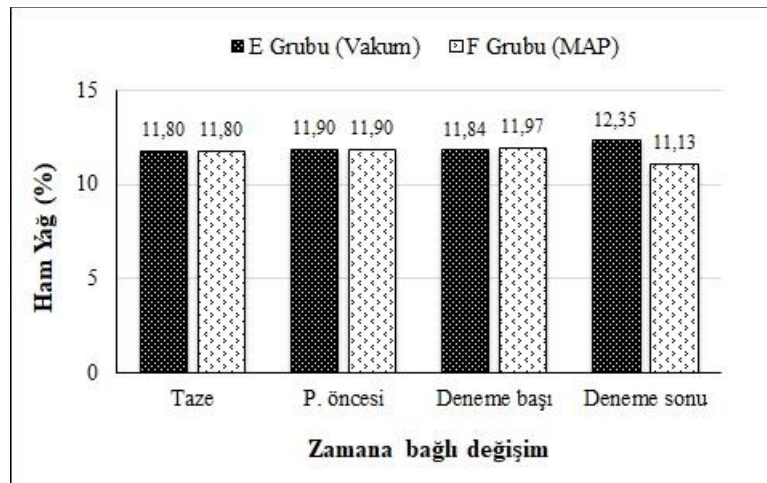
Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** E grubu için **6. ay**, F grubu için **5. ay** olarak ifade edilmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, ham protein, ham materyalde  $19,33 \pm 0,01$ , paketlenme öncesinde ise  $18,80 \pm 0,00$  olarak bulunmuştur. Gruplar arasında, denemenin başında ve sonunda istatistiki farklılıkların olduğu ( $p < 0,05$ ) belirlenmiş, ayrıca, her iki grupta da zaman içerisinde ham protein değerinde dalgalanmaların olduğu saptanmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.9 ve Şekil 5.11’de gösterilmiştir.



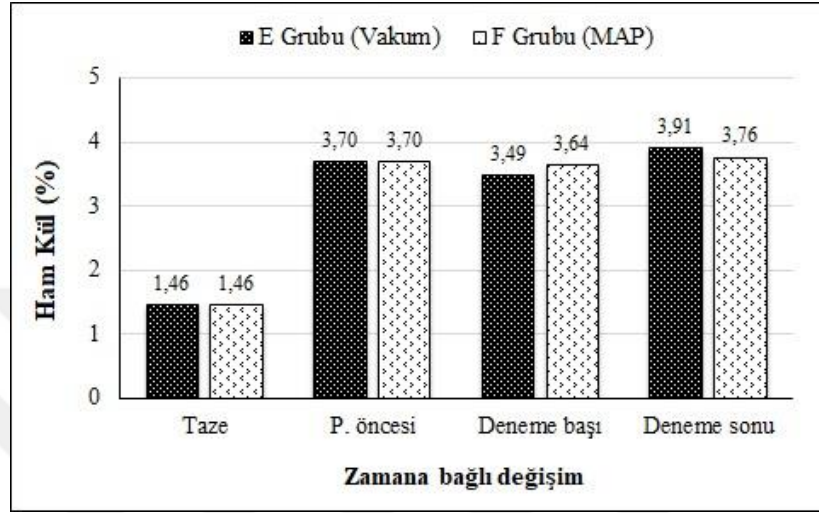
**Şekil 5.11.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait ham protein sonuçları.

Taze örnekte, ham yağ miktarı  $11,80$  iken, paketlenme öncesinde bu değer artarak  $11,90$  olarak belirlenmiştir. Deneme başında E (Vakum) ve F (MAP) grubunda ham yağ değerleri sırasıyla  $11,84 \pm 0,02$  ve  $11,97 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiş ( $p < 0,05$ ), deneme sonunda grupların kendi içerisinde ham yağ değerinde artma ve azalmaların olduğu, gruplar arasındaki farkın ise istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.9 ve Şekil 5.12’de gösterilmiştir.



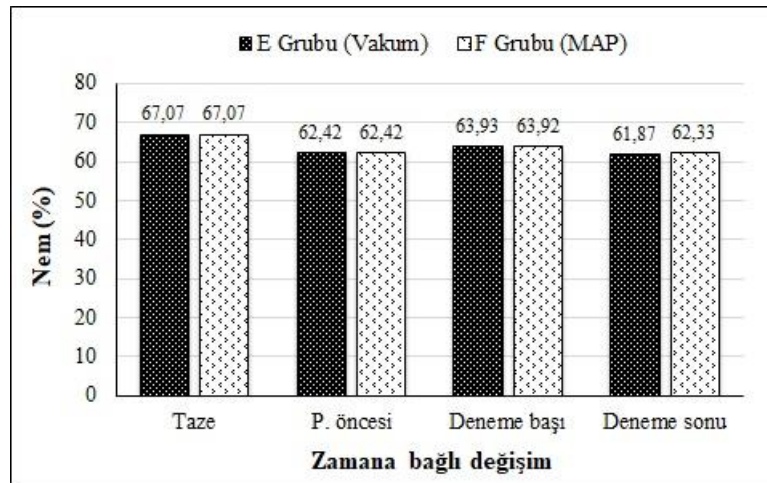
**Şekil 5.12.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait ham yağ sonuçları.

Çalışmada elde edilen ham kül değerleri taze örnekte  $1,46 \pm 0,01$  iken, olgunlaşma işlemi sırasında açığa çıkan inorganik madde miktarının artışına bağlı olarak paketlenme öncesinde artmış ve  $3,70 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Gruplar arasındaki fark deneme başında ve sonunda önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.9 ve Şekil 5.13'te gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait ham kül sonuçları.

Ham materyalde tespit edilen nem miktarı  $67,07 \pm 0,01$  iken, paketlenme öncesinde azalarak  $62,42 \pm 0,04$  değerini almıştır ( $p < 0,05$ ). Nem miktarı soğuk dumanlama işlemine bağlı olarak azalmış ve deneme sonunda, her iki grupta da gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.9 ve Şekil 5.14'te gösterilmiştir.



Şekil 5.14. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait nem sonuçları.

Soğuk dumanlanmış marinat grubuna ait karbonhidrat ve enerji değeri çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

**Çizelge 5.10.** Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait Karbonhidrat ve Enerji değeri sonuçları.

Analizler	% Karbonhidrat		Enerji (kcal/100g)	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>Taze</b>	0,35±0,00 <sup>dA</sup>	0,35±0,00 <sup>dA</sup>	184,9±0,10 <sup>dA</sup>	184,9±0,10 <sup>cA</sup>
<b>Paket. Öncesi</b>	3,20±0,06 <sup>aA</sup>	3,20±0,06 <sup>aA</sup>	195±0,20 <sup>bA</sup>	195±0,20 <sup>aA</sup>
<b>Deneme Başı</b>	2,09±0,01 <sup>cA</sup>	2,46±0,00 <sup>bB</sup>	189,55±0,15 <sup>cA</sup>	189,60±0,00 <sup>dB</sup>
<b>Deneme Sonu</b>	2,49±0,00 <sup>bA</sup>	2,13±0,02 <sup>cB</sup>	198,60±0,30 <sup>aA</sup>	191,30±0,10 <sup>bB</sup>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** E grubu için 6. ay, F grubu için 5. ay olarak ifade edilmektedir.

Ürünlerin karbonhidrat ve enerji içeriğine bakıldığında, ham materyalde sırasıyla %0,35±0,00 ve 184,9±0,10 kcal/100g olan değerler, paketlenme öncesinde %3,20±0,06 ve 195±0,20 kcal/100g olarak tespit edilmiştir. Karbonhidrat miktarında deneme başında ve deneme sonunda gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). Enerji değerlerinde ise hem grup içerisinde hem de gruplar arasındaki değerlerde dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Angiş ve ark. (2006) soğuk dumanlanmış alabalıkların ham protein, ham yağ, ham kül ve nem içeriğini sırasıyla %22,61, %4,70, %1,34 ve %64,95 olarak tespit etmişlerdir. Bilgin ve ark. (2008), çipura balığında bu değerleri sırasıyla %22,88, %3,85, %4,60 ve %64,53 olarak belirlemişlerdir.

Günlü (2007), levrek balığının soğuk dumanlama sonrasında protein, yağ ve kül miktarının oransal olarak arttığını nem miktarının ise kurumaya bağlı olarak azaldığını, depolama sonunda ise besin değerlerinde artma ve azalmaların olduğunu bildirmiştir. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Dondero ve ark., 2004; Cardinal ve ark., 2004; Gökoğlu ve ark., 2004).

Çalışmada düşük sıcaklıkta ve uzun sürede soğuk dumanlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Diğer çalışmalardan farklı olarak dumanlama işleminin uzun sürmesi, ilave olarak balık etinin marine edilmesinin, farklılıklara neden olduğu söylenebilir.

#### **5.4. Yağ Asidi Kompozisyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışma**

Bu bölümde; ham materyale (taze), paketlenme öncesine, deneme başına ve deneme sonu yağ asidi kompozisyonuna ait değerlendirmeler yer almaktadır.

##### **5.4.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait Yağ Asidi Kompozisyonu**

Sade marinat grubunun (A, B) doymuş yağ asitlerine (SFA) ait bulgular Çizelge 5.11’de gösterilmiştir.

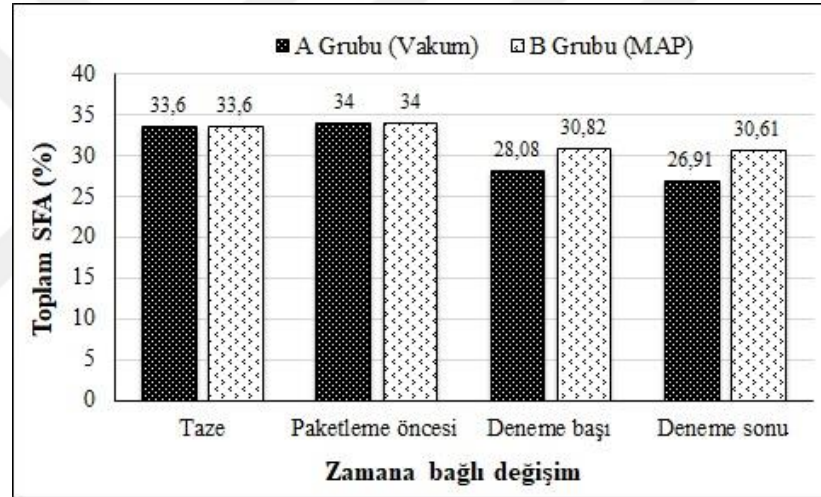
**Çizelge 5.11.** Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) sonuçları.

Yağ asidi %	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C14:0 (Miristik asit)	<b>Vakum</b>	7,14±0,02 <sup>aA</sup>	6,91±0,05 <sup>aB</sup>	5,80±0,03 <sup>aC</sup>	4,91±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	7,14±0,02 <sup>aA</sup>	6,91±0,05 <sup>aAB</sup>	6,78±0,06 <sup>bB</sup>	6,77±0,03 <sup>bB</sup>
C15:0 (Pentadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	1,18±0,00 <sup>aA</sup>	1,17±0,01 <sup>aA</sup>	1,00±0,09 <sup>aAB</sup>	0,83±0,02 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	1,18±0,00 <sup>aA</sup>	1,17±0,01 <sup>aA</sup>	1,06±0,01 <sup>aB</sup>	1,05±0,00 <sup>bB</sup>
C16:0 (Palmitik asit)	<b>Vakum</b>	19,61±0,02 <sup>aB</sup>	20,07±0,06 <sup>aA</sup>	16,15±0,04 <sup>aC</sup>	16,28±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	19,61±0,02 <sup>aB</sup>	20,07±0,06 <sup>aA</sup>	18,04±0,01 <sup>bC</sup>	17,97±0,09 <sup>bC</sup>
C17:0 (Heptadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,47±0,00 <sup>aB</sup>	0,49±0,00 <sup>aA</sup>	0,46±0,00 <sup>aB</sup>	0,39±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,47±0,00 <sup>aB</sup>	0,49±0,00 <sup>aA</sup>	0,46±0,00 <sup>aBC</sup>	0,45±0,00 <sup>bC</sup>
C18:0 (Stearik asit)	<b>Vakum</b>	4,95±0,00 <sup>aB</sup>	5,09±0,00 <sup>aA</sup>	4,42±0,00 <sup>aC</sup>	4,34±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	4,95±0,00 <sup>aA</sup>	5,09±0,00 <sup>aA</sup>	4,22±0,04 <sup>bB</sup>	3,96±0,06 <sup>bC</sup>
C21:0 (Heneikosanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,14±0,01 <sup>aA</sup>	0,14±0,00 <sup>aA</sup>	0,07±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,14±0,01 <sup>aB</sup>	0,08±0,01 <sup>bB</sup>	0,34±0,03 <sup>bA</sup>
C23:0 (Trikosanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,16±0,01 <sup>aA</sup>	0,15±0,01 <sup>aA</sup>	0,12±0,00 <sup>aAB</sup>	0,10±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,16±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,01 <sup>aAB</sup>	0,10±0,01 <sup>bBC</sup>	0,09±0,02 <sup>aC</sup>
$\Sigma$ SFA	<b>Vakum</b>	<b>33,60±0,02<sup>aB</sup></b>	<b>34,00±0,03<sup>aA</sup></b>	<b>28,08±0,06<sup>aC</sup></b>	<b>26,91±0,03<sup>aD</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>33,60±0,02<sup>aB</sup></b>	<b>34,00±0,03<sup>aA</sup></b>	<b>30,82±0,04<sup>bC</sup></b>	<b>30,61±0,09<sup>bC</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). **Deneme Sonu** A grubu için **9. ay**, B grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.

Yapılan yağ asidi analizi sonuçlarına göre, toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA), ham materyalde %33,60±0,02, paketleme öncesinde ise %34,00±0,03 olarak hesaplanmıştır. Deneme başında A (Vakum) ve B (MAP) grubunda,  $\Sigma$ SFA miktarı azalmış ve sırasıyla %28,08±0,06 ve %30,82±0,04 değerlerini almıştır ( $p<0.05$ ). Deneme sonunda gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli iken ( $p<0.05$ ), B grubunda, deneme sonundaki fark, önemsiz olarak tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).

Doymuş yağ asidi grubu içerisinde en fazla miktarda C16:0 (Palmitik asit), ham materyalde ve paketleme öncesinde sırasıyla %19,61±0,02 ve %20,07±0,06 olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Deneme başında ve sonunda her iki grupta da gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). A ve B grubuna ait  $\Sigma$ SFA sonuçları Çizelge 5.11 ve Şekil 5.15'te gösterilmiştir.



**Şekil 5.15.** Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait  $\Sigma$ SFA sonuçları.

Taze hamsinin yağ asidi kompozisyonuna ait verileri, tüm gruplarda aynı olduğu için bu bölümde incelenmiş, yapılan bazı çalışmalar ise aşağıda verilmiştir.

Özden (2005), yapmış olduğu çalışmasında taze hamsinin toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) miktarını %31,2 olarak belirlemiştir.

Öksüz ve Özyılmaz (2010), Karadeniz'de avlanan hamsinin sezon boyunca yağ asidi değişimini incelemişlerdir. Aralık ayında avlanan hamsinin,  $\Sigma$ SFA değerini %36,62 olarak hesaplamışlar ve bu grup içerisinde de %19,21 ile palmitik asidin (C16:0), en yüksek miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir.



İzci ve ark. (2016), hamsi balığının  $\Sigma$ SFA miktarını %31,40, palmitik asit (C16:0) miktarını %18,27, Gençbay ve Turhan (2016), ise bu değerleri sırasıyla %36,57 ve %20,17 olarak tespit etmişlerdir.

Ormancı (2006), farklı balık türlerinden yapmış olduğu marinatlarda ham örneğe göre  $\Sigma$ SFA miktarında artışın olduğunu belirtmiştir.

Hamsi balığının marinasyon sonrasındaki  $\Sigma$ SFA ve olan palmitik asit (C16:0) değerini sırasıyla Özden (2005), %30,44 ve %16,37, Olgunoğlu (2007), %32,36 ve %18,72 olarak tespit etmiştir.

Çetinkaya (2008), gümüş balığı ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında taze balığının  $\Sigma$ SFA değerini %35,89 olarak tespit etmiştir. Yapılan marinasyon sonrasında ise miristik asit ve pentadekanoik asidin azaldığını, palmitik asit miktarının ise arttığını belirtmiştir.

Sade marinat grubuna ait tekli doymamış yağ asitlerine (MUFA) ait sonuçlar Çizelge 5.12'de gösterilmiştir.

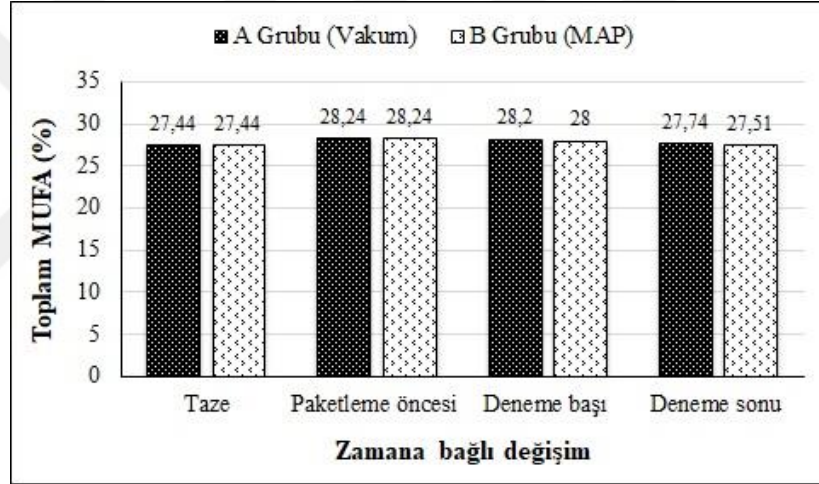
**Çizelge 5.12.** Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) sonuçları.

Yağ asidi %	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C16:1 (Palmitoleik asit)	<b>Vakum</b>	7,74±0,02 <sup>aA</sup>	7,83±0,02 <sup>aA</sup>	6,74±0,01 <sup>aB</sup>	5,92±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	7,74±0,02 <sup>aA</sup>	7,83±0,02 <sup>aA</sup>	7,30±0,02 <sup>bB</sup>	7,24±0,03 <sup>bB</sup>
C17:1 (Heptadesenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,50±0,00 <sup>aA</sup>	0,49±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,58±0,00 <sup>aB</sup>	0,57±0,00 <sup>bC</sup>
C18:1 n <sub>9c</sub> (Oleik asit)	<b>Vakum</b>	13,85±0,04 <sup>aD</sup>	14,39±0,05 <sup>aC</sup>	16,81±0,04 <sup>aB</sup>	17,60±0,02 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	13,85±0,04 <sup>aC</sup>	14,39±0,05 <sup>aB</sup>	15,51±0,02 <sup>bA</sup>	13,55±0,11 <sup>bC</sup>
C24:1 (Nervonik asit)	<b>Vakum</b>	0,02±0,00 <sup>aA</sup>	0,03±0,00 <sup>aA</sup>	0,02±0,01 <sup>aA</sup>	0,04±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,02±0,00 <sup>aA</sup>	0,03±0,00 <sup>aA</sup>	0,02±0,01 <sup>aA</sup>	0,03±0,00 <sup>aA</sup>
C14:1 (Miristoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,64±0,01 <sup>aA</sup>	0,65±0,01 <sup>aA</sup>	0,47±0,07 <sup>aA</sup>	0,45±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,64±0,01 <sup>aAB</sup>	0,65±0,01 <sup>aA</sup>	0,62±0,01 <sup>aB</sup>	0,62±0,01 <sup>bB</sup>
C15:1 (Pentadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,17±0,01 <sup>aA</sup>	0,13±0,00 <sup>aB</sup>	0,12±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,17±0,01 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>bB</sup>	0,15±0,00 <sup>bB</sup>
C20:1 n <sub>11</sub> (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	2,00±0,01 <sup>aA</sup>	2,18±0,01 <sup>aB</sup>	1,86±0,01 <sup>aC</sup>	1,74±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	2,00±0,01 <sup>aB</sup>	2,18±0,01 <sup>aA</sup>	1,86±0,01 <sup>aC</sup>	1,83±0,01 <sup>bC</sup>
C20:1 n <sub>9</sub> (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,60±0,01 <sup>aA</sup>	0,59±0,01 <sup>aA</sup>	0,32±0,01 <sup>aB</sup>	0,30±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,60±0,01 <sup>aA</sup>	0,59±0,01 <sup>aA</sup>	0,44±0,01 <sup>bB</sup>	0,45±0,00 <sup>bB</sup>
C22:1 n <sub>11</sub> (Erusik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,30±0,00 <sup>aB</sup>	0,04±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,42±0,01 <sup>bA</sup>	0,40±0,00 <sup>bA</sup>
C18:1 n <sub>7</sub> (Oleik asit)	<b>Vakum</b>	0,13±0,00 <sup>aA</sup>	0,12±0,01 <sup>aB</sup>	0,03±0,00 <sup>aC</sup>	0,00±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,13±0,00 <sup>aA</sup>	0,12±0,01 <sup>aA</sup>	0,14±0,01 <sup>bA</sup>	1,73±0,03 <sup>bB</sup>
C18:4 n <sub>1</sub> (Stearidonik asit)	<b>Vakum</b>	0,88±0,03 <sup>aA</sup>	0,88±0,01 <sup>aA</sup>	0,70±0,01 <sup>aB</sup>	0,75±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,88±0,03 <sup>aA</sup>	0,88±0,01 <sup>aA</sup>	0,71±0,02 <sup>aB</sup>	0,68±0,01 <sup>bB</sup>
C20:1 n <sub>7</sub> (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,34±0,01 <sup>aB</sup>	0,30±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,38±0,00 <sup>aA</sup>	0,28±0,01 <sup>bB</sup>	0,32±0,01 <sup>aC</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>Vakum</b>	<b>27,44±0,03<sup>aC</sup></b>	<b>28,24±0,05<sup>aA</sup></b>	<b>28,20±0,03<sup>aA</sup></b>	<b>27,74±0,02<sup>aB</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>27,44±0,03<sup>aB</sup></b>	<b>28,24±0,05<sup>aA</sup></b>	<b>28,00±0,05<sup>aA</sup></b>	<b>27,51±0,03<sup>bB</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu A** grubu için **9. ay**, B grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.

Toplam tekli doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ MUFA) incelendiğinde, taze hamside %27,44±0,03 olan değer, denemenin başında A (Vakum) ve B (MAP) grubunda sırasıyla %28,20±0,03 ve %28,00±0,05 olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Denemenin başında gruplar arasındaki fark önemsizken, denemenin sonunda ise iki grup arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içerisinde ise en fazla bulunan C18:1 n9c (Oleik asit) sonrasında C16:1 (Palmitoleik asit) yağ asidi olmuştur. Ham materyalde %13,85±0,04 olan C18:1 n9c (Oleik asit), zamanla artmış, A grubunda deneme başında %16,81±0,04, deneme sonunda ise %17,60±0,02 olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Gruplar arasındaki fark ise hem deneme başında hem de deneme sonunda önemli bulunmuştur (p<0.05). Sonuçlar Çizelge 5.12 ve Şekil 5.16'da gösterilmiştir.



**Şekil 5.16.** Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait  $\Sigma$ MUFA sonuçları.

Hamsi ile yapılan çalışmalara bakıldığında, taze balığın toplam tekli doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ MUFA) miktarını; Özden (2005), %20,98, Öksüz ve Özyılmaz (2010), %29,39 olarak tespit etmiş ve bu grup içerisinde de en yüksek miktarı, %16,34 ile oleik asidin (C18:1 n9c) aldığını belirtmişlerdir.

İzci ve ark. (2016), hamsi balığının  $\Sigma$ MUFA miktarını %20,16, oleik asit (C18:1 n9c) miktarını %11,35, Gençbay ve Turhan (2016), ise bu değerleri sırasıyla %23,79 ve %15,20 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada, marine ürünlerde tespit edilen  $\Sigma$ MUFA miktarının, ham materyale göre çok az artış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca bu grup içerisinde de C18:1 n9c (Oleik asit) miktarının en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Özden (2005), marine hamside,  $\Sigma$ MUFA miktarını %20,67, oleik asit miktarını ise %11,17 olarak tespit etmiş ve bu değerlerin depolama süresi boyunca (120 gün) bir miktar arttığını bildirmiştir.

Ormancı (2006), yapmış olduğu sardalye marinatında, oleik asit miktarını, tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda tespit ettiğini belirtmiştir.

Olgunoğlu (2007), hamsi marinatındaki  $\Sigma$ MUFA miktarını %20,51, oleik asit miktarını ise %13,04 olarak belirtmiştir.

Kaşıkçı (2013), alabalık marinatının  $\Sigma$ MUFA miktarını kontrol grubunda %30,3 olarak tespit etmiş ve depolamaya bağlı olarak azalmaların meydana geldiğini bildirmiştir.

Balık yağlarında en fazla miktarda doymamış yağ asitleri bulunmaktadır. Bu yağ asitleri içerisinde ise çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), özelliklede Omega-3, insan sağlığı açısından önem arz etmektedir.

Mevcut çalışmada, sade marinat grubuna ait PUFA (n-3, n-6) sonuçları tespit edilmiş, sonuçlar ise Çizelge 5.13'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.13.** Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sonuçları.

Yağ asidi %	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C18:3 n3 (Linolenik asit) (ALA)	<b>Vakum</b>	0,18±0,01 <sup>aB</sup>	0,19±0,01 <sup>aB</sup>	0,25±0,00 <sup>aA</sup>	0,28±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,18±0,01 <sup>aC</sup>	0,19±0,01 <sup>aC</sup>	0,26±0,01 <sup>aB</sup>	0,36±0,01 <sup>bA</sup>
C18:4 n3 (Stearidonik asit)	<b>Vakum</b>	1,34±0,02 <sup>aB</sup>	1,43±0,00 <sup>aA</sup>	1,13±0,00 <sup>aC</sup>	1,11±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,34±0,02 <sup>aAB</sup>	1,43±0,00 <sup>aA</sup>	1,28±0,03 <sup>bBC</sup>	1,24±0,01 <sup>bC</sup>
C20:3 n3 (Eikosatrienoik asit)	<b>Vakum</b>	1,08±0,00 <sup>aA</sup>	0,99±0,00 <sup>aB</sup>	0,82±0,00 <sup>aC</sup>	0,82±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,08±0,00 <sup>aA</sup>	0,99±0,00 <sup>aB</sup>	0,94±0,00 <sup>bC</sup>	0,07±0,00 <sup>bD</sup>
C20:4 n3 (Eikosatetraenoik asit) (ETA)	<b>Vakum</b>	0,41±0,00 <sup>aA</sup>	0,31±0,00 <sup>aA</sup>	0,68±0,01 <sup>aB</sup>	0,44±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,41±0,00 <sup>aA</sup>	0,31±0,03 <sup>aA</sup>	0,31±0,00 <sup>bA</sup>	0,59±0,02 <sup>bB</sup>
C20:5 n3 (Eikosapentaenoik asit) (EPA)	<b>Vakum</b>	10,19±0,04 <sup>aA</sup>	10,02±0,01 <sup>aB</sup>	8,79±0,02 <sup>aC</sup>	8,88±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	10,19±0,04 <sup>aAB</sup>	10,02±0,01 <sup>aAB</sup>	9,94±0,03 <sup>bB</sup>	10,41±0,14 <sup>bA</sup>
C22:5 n3 ( Dokosapentaenoik asit) (DPA)	<b>Vakum</b>	1,47±0,01 <sup>aA</sup>	1,31±0,05 <sup>aB</sup>	0,99±0,00 <sup>aC</sup>	1,52±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	1,47±0,01 <sup>aA</sup>	1,31±0,05 <sup>aB</sup>	1,16±0,01 <sup>bC</sup>	1,17±0,01 <sup>bBC</sup>
C22:6 n3 (Dokosaheksaenoik asit) (DHA)	<b>Vakum</b>	17,78±0,03 <sup>aA</sup>	17,22±0,03 <sup>aB</sup>	13,80±0,02 <sup>aC</sup>	12,85±0,03 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	17,78±0,03 <sup>aA</sup>	17,22±0,03 <sup>aB</sup>	16,13±0,08 <sup>bC</sup>	16,01±0,00 <sup>bC</sup>
C16:3 n3 (Hekzadekatrienoik asit)	<b>Vakum</b>	0,22±0,01 <sup>aA</sup>	0,23±0,01 <sup>aA</sup>	0,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,14±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,22±0,01 <sup>aA</sup>	0,23±0,01 <sup>aA</sup>	0,18±0,00 <sup>aB</sup>	0,18±0,00 <sup>bB</sup>
C16:4 n3 (Hekzadekatetraenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,42±0,01 <sup>aB</sup>	0,45±0,01 <sup>aC</sup>	0,31±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,42±0,01 <sup>aA</sup>	0,41±0,00 <sup>bC</sup>	0,41±0,00 <sup>bA</sup>
C21:5 n3 (Heneikosapentaenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,13±0,00 <sup>aB</sup>	0,11±0,01 <sup>aC</sup>	0,10±0,00 <sup>aC</sup>	0,19±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,13±0,00 <sup>aA</sup>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,10±0,00 <sup>aB</sup>	0,12±0,01 <sup>bAB</sup>
<b>∑ Omega-3</b>	<b>Vakum</b>	<b>33,15±0,06<sup>aA</sup></b>	<b>32,21±0,04<sup>aB</sup></b>	<b>27,17±0,05<sup>aC</sup></b>	<b>26,53±0,03<sup>aD</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>33,15±0,06<sup>aA</sup></b>	<b>32,21±0,04<sup>aB</sup></b>	<b>30,45±0,03<sup>bC</sup></b>	<b>30,55±0,15<sup>abC</sup></b>

Devam ediyor...

Yağ asidi %	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C18:2 n6 (Linoleik asit)	Vakum	2,29±0,01 <sup>aC</sup>	2,07±0,02 <sup>aD</sup>	13,84±0,02 <sup>aB</sup>	16,26±0,01 <sup>aA</sup>
	MAP	2,29±0,01 <sup>aC</sup>	2,07±0,02 <sup>aD</sup>	7,47±0,02 <sup>bB</sup>	7,59±0,03 <sup>bA</sup>
C18:3 n6 (Linolenik asit)	Vakum	0,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,16±0,00 <sup>aC</sup>	0,15±0,00 <sup>aD</sup>	0,21±0,00 <sup>aA</sup>
	MAP	0,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,16±0,00 <sup>aB</sup>	0,16±0,00 <sup>bB</sup>	0,25±0,01 <sup>bA</sup>
C20:2 n6 (Eikosadienoik asit)	Vakum	0,24±0,00 <sup>aB</sup>	0,21±0,00 <sup>aC</sup>	0,15±0,00 <sup>aD</sup>	0,27±0,00 <sup>aA</sup>
	MAP	0,24±0,00 <sup>aB</sup>	0,21±0,00 <sup>aC</sup>	0,23±0,00 <sup>bB</sup>	0,28±0,01 <sup>aA</sup>
C20:4 n6 (Eikosatetraenoik asit)	Vakum	0,28±0,00 <sup>aA</sup>	0,23±0,00 <sup>aC</sup>	0,17±0,01 <sup>aD</sup>	0,26±0,00 <sup>aA</sup>
	MAP	0,28±0,00 <sup>aB</sup>	0,23±0,00 <sup>aC</sup>	0,28±0,00 <sup>bB</sup>	0,92±0,01 <sup>bA</sup>
C16:2 n6 (Hekzadekadienoik asit)	Vakum	1,80±0,01 <sup>aB</sup>	1,88±0,00 <sup>aA</sup>	1,45±0,01 <sup>aC</sup>	1,32±0,00 <sup>aD</sup>
	MAP	1,80±0,01 <sup>aB</sup>	1,88±0,00 <sup>aA</sup>	1,51±0,01 <sup>bC</sup>	1,49±0,01 <sup>bC</sup>
C20:3 n6 (Eikosatrienoik asit)	Vakum	0,37±0,00 <sup>aA</sup>	0,34±0,00 <sup>aB</sup>	0,27±0,00 <sup>aD</sup>	0,27±0,00 <sup>aC</sup>
	MAP	0,37±0,00 <sup>aA</sup>	0,34±0,00 <sup>aB</sup>	0,28±0,00 <sup>bC</sup>	0,28±0,01 <sup>aC</sup>
C22:4 n6 (Dokosatetraenoik asit)	Vakum	0,68±0,01 <sup>aA</sup>	0,67±0,00 <sup>aA</sup>	0,55±0,01 <sup>aB</sup>	0,24±0,00 <sup>aC</sup>
	MAP	0,68±0,01 <sup>aA</sup>	0,67±0,00 <sup>aA</sup>	0,58±0,00 <sup>bB</sup>	0,55±0,03 <sup>bB</sup>
Σ Omega-6	Vakum	5,82±0,01 <sup>aC</sup>	5,55±0,02 <sup>aD</sup>	16,56±0,01 <sup>aB</sup>	18,83±0,01 <sup>aA</sup>
	MAP	5,82±0,01 <sup>aC</sup>	5,55±0,02 <sup>aD</sup>	10,50±0,02 <sup>bB</sup>	11,34±0,09 <sup>bA</sup>
n-3/n-6	Vakum	5,70±0,02 <sup>aB</sup>	5,80±0,03 <sup>aA</sup>	1,64±0,00 <sup>aC</sup>	1,41±0,00 <sup>aD</sup>
	MAP	5,70±0,02 <sup>aA</sup>	5,80±0,03 <sup>aA</sup>	2,90±0,01 <sup>bB</sup>	2,69±0,03 <sup>bC</sup>
EPA+DHA	Vakum	27,96±0,01 <sup>aA</sup>	27,24±0,04 <sup>aB</sup>	22,59±0,04 <sup>aC</sup>	21,73±0,02 <sup>aD</sup>
	MAP	27,96±0,01 <sup>aA</sup>	27,24±0,04 <sup>aB</sup>	26,07±0,05 <sup>bC</sup>	26,42±0,14 <sup>bC</sup>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Deneme Sonu A grubu için 9. ay, B grubu için 8. ay olarak ifade edilmektedir.

Çalışmada, toplam omega-3 ( $\Sigma n-3$ ) miktarı taze balıkta  $\%33,15 \pm 0,06$ , paketlenme öncesinde ise  $\%32,21 \pm 0,04$  olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Denemenin başında, A (Vakum) ve B (MAP) grubunda  $\Sigma n-3$  miktarı sırasıyla  $\%27,17 \pm 0,05$  ve  $\%30,45 \pm 0,03$  olarak hesaplanmıştır. Denemenin başında ve sonunda gruplar arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

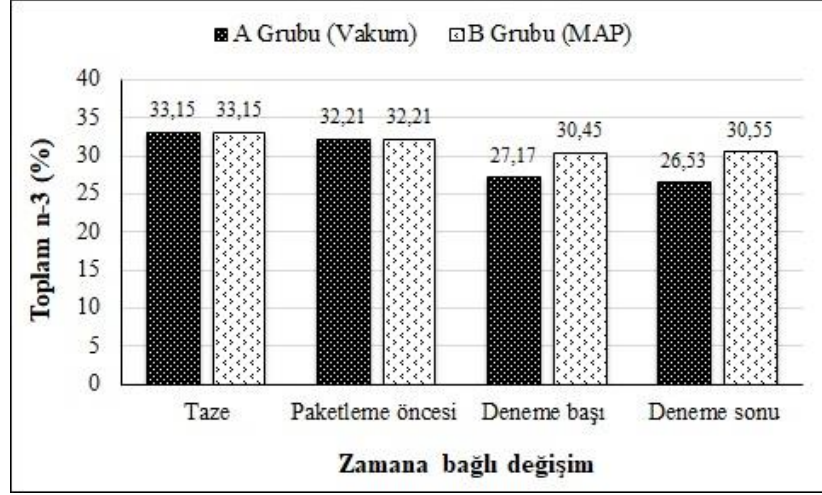
Mevcut çalışmada, omega-3 yağ asitleri grubunda, özellikle göz, beyin, sinir sistemi ve zeka gelişimi için çok önemli olduğu ifade edilen DHA yağ asidi ile kalp-damar rahatsızlıkları için faydalı olduğu belirtilen EPA'nın, baskın olduğu belirlenmiştir.

DHA yağ asidi, ham materyalde  $\%17,78 \pm 0,03$ , marinyasyon sonrasında ise  $\%17,22 \pm 0,03$  olarak tespit edilmiştir. Denemenin başında A ve B grubu için bu yağ asidi değeri sırasıyla  $\%13,80 \pm 0,02$  ve  $\%16,13 \pm 0,08$  olarak belirlenmiştir. Denemenin başında ve sonunda gruplar arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

EPA miktarı ham materyalde  $\%10,19 \pm 0,04$ , marinyasyon sonrasında ise  $10,02 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir. Denemenin başında A ve B grubunda EPA değeri sırasıyla  $\%8,79 \pm 0,02$  ve  $\%9,94 \pm 0,03$  olarak belirlenmiş, aralarındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

EPA+DHA miktarı, ham materyalde  $\%27,96 \pm 0,01$  iken, denemenin başında A ve B grubunda sırasıyla  $\%22,59 \pm 0,04$  ve  $\%26,07 \pm 0,05$  olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

Kullanılan yağ miktarına bağlı olarak A (Vakum) ve B (MAP) grubunda farklılık oluşmuş, denemenin sonunda da benzer durumlarla karşılaşmıştır. Gruplar arasındaki fark hem deneme başında hem de deneme sonunda istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.13 ve Şekil 5.17'de gösterilmiştir.



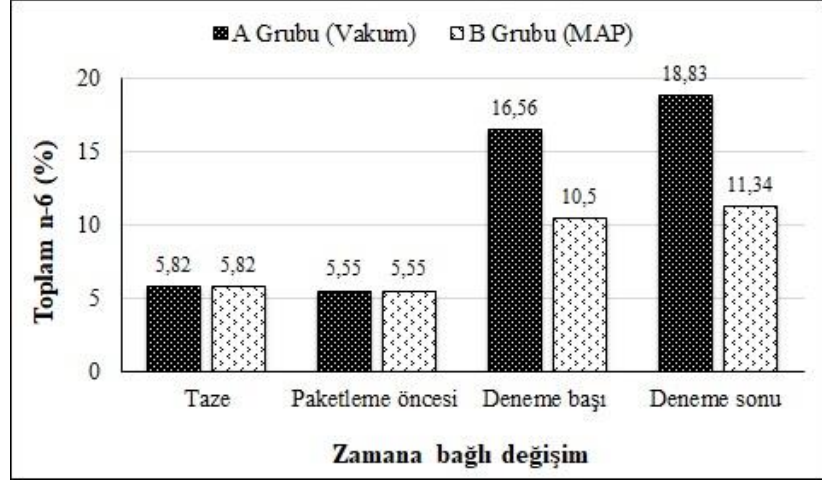
**Şekil 5.17.** Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait  $\sum n-3$  sonuçları.

PUFA grubu arasında n-6 serisi incelendiğinde,  $\sum n-6$ , ham materyalde  $\%5,82 \pm 0,01$  iken paketleme öncesinde  $\%5,55 \pm 0,02$  olarak tespit edilmiştir. Denemenin başında A (Vakum) ve B (MAP) grubunda tespit edilen omega-6 miktarı sırasıyla  $\%16,56 \pm 0,01$  ve  $\%10,50 \pm 0,02$  olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Omega-6 yağ asitleri arasında en fazla oranla C18:2 n6 (Linoleik asit) tespit edilmiştir. Taze örnekte  $\%2,29 \pm 0,01$  olan değer, kullanılan yağ miktarına bağlı olarak gruplar arasında önemli miktarda yüksek bulunmuştur. Nitekim omega-6, özellikle ayçiçek yağında görülen yağ asidi grubunu temsil etmektedir. A grubunda bulunan ayçiçek yağının miktarı, B grubuna kıyasla daha fazladır.

Deneme başında A ve B grubunda sırasıyla  $\%13,84 \pm 0,02$  ve  $\%7,47 \pm 0,02$  olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark ise hem deneme başında hem de deneme sonunda istatistik açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.13 ve Şekil 5.18’de gösterilmiştir.





**Şekil 5.18.** Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait  $\sum$  n-6 sonuçları.

Çalışmada, omega-3/omega-6 oranı ham materyalde  $5,70 \pm 0,02$  iken paketleme öncesinde bu oran  $5,80 \pm 0,03$  olarak tespit edilmiştir. Balık etinin ayçiçek yağı ile teması sonucu, tespit edilen omega-6 miktarının artmış olması, bu oranın azalmasına neden olmuştur. Deneme başında hesaplanan n-3/n-6 oranı A ve B grubunda sırasıyla  $1,64 \pm 0,00$  ve  $2,90 \pm 0,01$  olarak belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Sağlıklı beslenme açısından tüketilen yağlar önem arz etmektedir. Günümüzde omega-3 kaynaklı besinlerin tüketimi azalmış, daha çok omega-6 yönünden zengin gıdaların tüketimi artmıştır. Sağlıklı bir beslenme için n-3/n-6 hesabı yapılmaktadır. Bu oranın 1 veya 1,5 olması istenmekte, kısacası n-3 ağırlıklı beslenmenin önemi vurgulamaktadır. Beslenmedeki n-3/n-6 oranındaki dengesizliğin diyabet, kalp-damar hastalıkları, beyin rahatsızlıkları, tansiyon, erken yaşlanma ve hatta bazı kanser vakalarını kaynağı olarak da görülebileceği ifade edilmiştir (Uysal ve ark., 2005). Bu oran günümüzde, 1/20-30 arasında olduğu bildirilmekte, bunun nedeni olarak da özellikle, endüstriyel gelişime bağlı olarak, beslenme rejimindeki değişiklikler gösterilmektedir (Osman ve ark., 2001; Gómez Candela ve ark., 2011; Turan ve ark., 2013).

Yağ asidi ile ilgili olarak hamsi balığı ve marine ürünlerle yapılan bazı araştırmalar aşağıda belirtilmiştir.

Hamsinin toplam çoklu doymamış yağ asitleri ( $\sum$ PUFA) miktarını taze örnekte, %36,23 olarak tespit edilmiş ve bu grup içerisinde baskın olan EPA ve DHA miktarı sırasıyla %9,97 ve %18,52 olarak belirtmiştir (Özden, 2005). Omega-6 serisi içerisinde en fazla bulunan yağ asidinin ise %2,09 ile linoleik asidin oluşturduğunu bildirilmiştir.

Öksüz ve Özyılmaz (2010), hamsi ile yapmış olduğu çalışmalarında,  $\Sigma n-3$  ve  $\Sigma n-6$  miktarını, sırasıyla %29,42 ve %3,99, bu grup içerisinde de EPA miktarını %10,12, DHA miktarını ise %14,49 olarak belirtmişlerdir. Aynı araştırmada n-3/n-6 oranını 7,38 olarak bildirilmiştir.

İzci ve ark. (2016), hamsinin  $\Sigma$ PUFA miktarını %36,68 olarak tespit etmişler, EPA ve DHA miktarını ise sırasıyla %10,67 ve %20 olarak belirtmişlerdir.

Gençbay ve Turhan (2016), hamsi balığının (tüm balıkta)  $\Sigma$ PUFA miktarını %38,01 olarak belirlemişler, bu grubun %31,99 kısmını ise toplam omega-3 yağ asitlerinin oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Omega-6 grubu içerisinde de linoleik asidin, %2,24 ile en fazla bulunan grubu oluşturduğunu belirtilmiştir. Aynı zamanda çalışmada EPA+DHA miktarını %30,29 olarak, n-6/n-3 oranını ise 0,20 olarak bildirmişlerdir.

Çalışmada marine edilen balıkların yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde, toplam n-3 miktarının azalıp, buna karşın toplam n-6 miktarının ise arttığı tespit edilmiştir. Yapılan marinasyon işlemi, n-3 yağ asitleri miktarında çok az bir azalmaya neden olduğu, fakat tespit edilen miktarın bile yüksek değer aldığı belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılık paket içerisindeki ayçiçek yağı miktarından kaynaklanmıştır.

Özden (2005), marine edilmiş hamsinin EPA ve DHA miktarında, ham örneğe göre az da olsa azalmaların olduğunu tespit etmiştir.

Ormancı (2006), sardalye marinatının EPA ve DHA miktarını sırasıyla %8,87 ve %12,60 olarak tespit etmiş ve ham örneğe göre bu miktarın azaldığını belirtmiştir.

Olgunoğlu (2007), marine edilmiş hamsinin  $\Sigma$ PUFA değerini %34,94, EPA ve DHA miktarını ise sırasıyla %10,54 ve %17,68 olarak bildirmiştir.

Çetinkaya (2008), gümüş balığının depolama süresi boyunca yağ asitleri değişimlerini incelemiştir. Elde ettiği verilere göre ham örnekteki EPA ve DHA miktarının marinasyon sonrasında azalarak sırasıyla %3,96 ve %12,14 değerlerini aldığını belirtmiştir.

Kaşıkcı (2013), alabalıktan biberiye ekstartlı marinat yapmış ve ürünleri vakum paketlemiştir. Çalışmasında balığın, marinasyon öncesinde  $\Sigma$ PUFA miktarının, %27,3 olarak tespit etmiş, bu değerlerin marinasyon sonrasında azalarak, depolamanın başlangıcında

%23,42 olarak belirlemiştir. Ayrıca depolama süresi boyunca  $\Sigma$ PUFA miktarında artmaların ve azalmaların olduğunu bildirmiştir.

Yapılan tüm çalışmalar, araştırma verileri ile çoğunlukla benzemektedir. Marine ürünlerin yağ asidi kompozisyonu, olgunlaştırma salamurasının içeriği, saklama koşulları, bekletme süresi gibi etmenler sonucu, ürünün nem kaybetmesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

#### **5.4.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait Yağ Asidi Kompozisyonu**

Sıcak dumanlanmış marinat grubuna ait doymuş yağ asidi (SFA) sonuçları Çizelge 5.14'te gösterilmiştir.

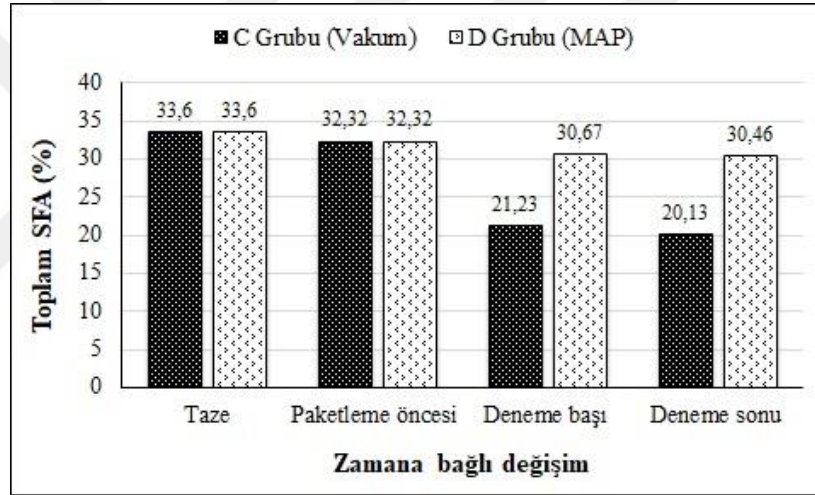
**Çizelge 5.14.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) sonuçları.

Yağ asidi %	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C14:0 (Miristik asit)	<b>Vakum</b>	7,14±0,02 <sup>aA</sup>	7,12±0,02 <sup>aA</sup>	3,70±0,03 <sup>aB</sup>	2,75±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	7,14±0,02 <sup>aA</sup>	7,12±0,02 <sup>aA</sup>	6,48±0,06 <sup>bB</sup>	6,53±0,01 <sup>bB</sup>
C15:0 (Pentadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	1,18±0,00 <sup>aA</sup>	1,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,58±0,01 <sup>aC</sup>	0,44±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,18±0,00 <sup>aA</sup>	1,11±0,01 <sup>aB</sup>	1,05±0,01 <sup>bC</sup>	1,04±0,00 <sup>bC</sup>
C16:0 (Palmitik asit)	<b>Vakum</b>	19,61±0,02 <sup>aA</sup>	18,96±0,09 <sup>aA</sup>	12,89±0,08 <sup>aB</sup>	12,54±0,37 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	19,61±0,02 <sup>aA</sup>	18,96±0,09 <sup>aB</sup>	18,17±0,07 <sup>bC</sup>	18,19±0,00 <sup>bC</sup>
C17:0 (Heptadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,47±0,00 <sup>aB</sup>	0,49±0,00 <sup>aA</sup>	0,20±0,01 <sup>aC</sup>	0,18±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,47±0,00 <sup>aB</sup>	0,49±0,00 <sup>aA</sup>	0,37±0,01 <sup>bC</sup>	0,37±0,00 <sup>bC</sup>
C18:0 (Stearik asit)	<b>Vakum</b>	4,95±0,00 <sup>aA</sup>	4,52±0,00 <sup>aB</sup>	3,71±0,01 <sup>aD</sup>	3,94±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	4,95±0,00 <sup>aA</sup>	4,52±0,00 <sup>aB</sup>	4,48±0,02 <sup>bB</sup>	4,17±0,07 <sup>aC</sup>
C21:0 (Heneikosanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,11±0,01 <sup>aAB</sup>	0,13±0,03 <sup>aA</sup>	0,04±0,00 <sup>aB</sup>	0,04±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,11±0,01 <sup>aA</sup>	0,13±0,03 <sup>aA</sup>	0,06±0,00 <sup>bA</sup>	0,10±0,00 <sup>bA</sup>
C23:0 (Trikosanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,16±0,01 <sup>aB</sup>	0,10±0,00 <sup>aC</sup>	0,13±0,01 <sup>aBC</sup>	0,25±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,16±0,01 <sup>aA</sup>	0,10±0,00 <sup>aB</sup>	0,08±0,01 <sup>bB</sup>	0,07±0,00 <sup>bB</sup>
ΣSFA	<b>Vakum</b>	<b>33,60±0,02<sup>aA</sup></b>	<b>32,32±0,09<sup>aB</sup></b>	<b>21,23±0,11<sup>aC</sup></b>	<b>20,13±0,35<sup>aD</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>33,60±0,02<sup>aA</sup></b>	<b>32,32±0,09<sup>aB</sup></b>	<b>30,67±0,13<sup>bC</sup></b>	<b>30,46±0,04<sup>bC</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** C grubu için **10. ay**, D grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.

Sıcak dumanlanmış marinat grubunun doymuş yağ asitleri incelediğinde, Palmitik asidin (C16:0), SFA grubu içerisinde en fazla bulunan yağ asidi olduğu belirlenmiştir. Ham materyalde %19,61±0,02 değerinde olan bu yağ asidi, marinasyon ve dumanlama işleminden sonra %18,96±0,09, denemenin başında ise C (Vakum) ve D (MAP) grubunda sırasıyla %12,89±0,08 ve %18,17±0,07 olarak tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Deneme başı ve sonunda her iki grupta da gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

$\Sigma$ SFA miktarı ham materyalde %33,60±0,02 iken deneme başında her iki grupta da bu değerde azalmaların olduğu belirlenmiştir. C ve D grubunda  $\Sigma$ SFA miktarı deneme başında sırasıyla %21,23±0,11 ve %30,67±0,13 olarak tespit edilmiş, gruplar arasındaki fark hem deneme başında hem de deneme sonunda önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.14 Şekil 5.19'da gösterilmiştir.



**Şekil 5.19.** Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait  $\Sigma$ SFA sonuçları.

Çalışmada sıcak dumanlanmış ürünlerin  $\Sigma$ SFA miktarı incelendiğinde, ham materyale göre özellikle C grubunda azalmanın olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın başlangıcı ve sonunda ise  $\Sigma$ SFA miktarında belirgin bir azalma görülmektedir. Bu grupta baskın olarak bulunan palmitik asit, miristik asit ve stearik asit içinde benzer durumlar oluşmuştur.

Ormancı (2006), dumanlanmış alabalığın yağ asidi kompozisyonunu incelemiş, elde ettiği sonuçlara göre,  $\Sigma$ SFA miktarını %21,27 olarak belirlemiş ve bu miktarının, ham materyale göre azaldığını tespit etmiştir. Ayrıca, bu grup içerisindeki palmitik asit, miristik asit ve stearik asidin baskın olduğunu ve dumanlama sonrası bu yağ asitlerinde azalmaların meydana geldiğini bildirmiştir.

Benzer olarak, Balıkçı (2009), çalışmasında uskumru balığından, sıcak dumanlanmış dereotlu marinatta  $\Sigma$ SFA miktarını %27,86 olarak tespit etmiş ve bu değerin depolama süresi boyunca azaldığını belirlemiştir. Ayrıca bu grup içerisinde de palmitik asit, miristik asit ve stearik asidin baskın olduğunu bildirmiştir.

Özoğul ve ark. (2010), hamsi balığını sıcak dumanlamış ve yağ asidi içeriğini incelemiştir. Çalışmalarında ürünün  $\Sigma$ SFA miktarını 30,21 g/100g olarak belirlemişler ve depolama süresince bu miktarın azaldığını bildirmişlerdir. Bu grup içerisinde de palmitik asit, miristik asit ve stearik asidin baskın olduğunu ve dumanlama sonrası bu miktarların azaldığını tespit etmişlerdir. Bilgin ve ark. (2007), ise bu durumdan farklı olarak dumanlanmış ürünlerin doymuş yağ asitlerinde artışın olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumun uygulanan yöntemden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Zira dumanlama işlemindeki sıcaklık, uygulanan süre, balık türü gibi etmenler ürünün yağ asidi içeriğini etkilemektedir. Diğer yandan yapılan çalışmalar araştırma verileri ile benzerlik göstermiştir.

Sıcak dumanlanmış marinat grubunun tekli doymamış (MUFA) yağ asidi sonuçları Çizelge 5.15'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.15.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) sonuçları.

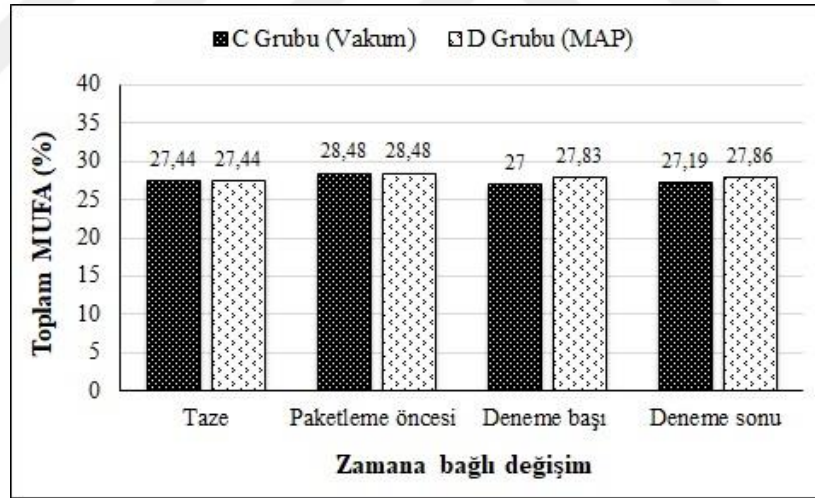
Yağ asidi %	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C16:1 (Palmitoleik asit)	<b>Vakum</b>	7,74±0,02 <sup>aA</sup>	7,78±0,02 <sup>aA</sup>	3,61±0,02 <sup>aB</sup>	2,81±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	7,74±0,02 <sup>aA</sup>	7,78±0,02 <sup>aA</sup>	6,64±0,04 <sup>bB</sup>	6,65±0,01 <sup>bB</sup>
C17:1 (Heptadesenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,63±0,01 <sup>aB</sup>	0,29±0,00 <sup>aC</sup>	0,25±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,63±0,01 <sup>aB</sup>	0,56±0,00 <sup>bC</sup>	0,55±0,00 <sup>bC</sup>
C18:1 n9c (Oleik asit)	<b>Vakum</b>	13,85±0,04 <sup>aD</sup>	14,89±0,00 <sup>aC</sup>	20,60±0,02 <sup>aB</sup>	21,96±0,06 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	13,85±0,04 <sup>aD</sup>	14,89±0,00 <sup>aB</sup>	16,29±0,07 <sup>bA</sup>	14,26±0,00 <sup>bC</sup>
C24:1 (Nervonik asit)	<b>Vakum</b>	0,02±0,00 <sup>aB</sup>	0,02±0,00 <sup>aB</sup>	0,02±0,01 <sup>aB</sup>	0,05±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,02±0,00 <sup>aAB</sup>	0,02±0,00 <sup>aAB</sup>	0,00±0,00 <sup>aB</sup>	0,06±0,02 <sup>aA</sup>
C14:1 (Miristoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,64±0,01 <sup>aA</sup>	0,62±0,00 <sup>aA</sup>	0,32±0,01 <sup>aC</sup>	0,22±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,64±0,01 <sup>aAB</sup>	0,62±0,00 <sup>aC</sup>	0,57±0,00 <sup>bD</sup>	0,57±0,00 <sup>bA</sup>
C15:1 (Pentadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>aB</sup>	0,07±0,00 <sup>aC</sup>	0,06±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>aB</sup>	0,14±0,01 <sup>bC</sup>	0,14±0,00 <sup>bBC</sup>
C20:1 n11 (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	2,00±0,01 <sup>aA</sup>	1,94±0,01 <sup>aB</sup>	0,91±0,01 <sup>aC</sup>	0,70±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	2,00±0,01 <sup>aA</sup>	1,94±0,01 <sup>aB</sup>	1,50±0,01 <sup>bD</sup>	1,68±0,00 <sup>bC</sup>
C20:1 n9 (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,60±0,01 <sup>aA</sup>	0,59±0,01 <sup>aA</sup>	0,28±0,00 <sup>aB</sup>	0,23±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,60±0,01 <sup>aA</sup>	0,59±0,01 <sup>aA</sup>	0,57±0,00 <sup>bA</sup>	0,42±0,00 <sup>bB</sup>
C22:1 n11 (Erusik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,47±0,00 <sup>aA</sup>	0,24±0,00 <sup>aC</sup>	0,02±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aC</sup>	0,47±0,00 <sup>aA</sup>	0,44±0,01 <sup>bB</sup>	0,43±0,01 <sup>bB</sup>
C18:1 n7 (Oleik asit)	<b>Vakum</b>	0,13±0,00 <sup>aB</sup>	0,19±0,01 <sup>aA</sup>	0,02±0,00 <sup>aC</sup>	0,00±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,13±0,00 <sup>aD</sup>	0,19±0,01 <sup>aB</sup>	0,15±0,00 <sup>bC</sup>	1,60±0,00 <sup>bA</sup>
C18:4 n1 (Stearidonik asit)	<b>Vakum</b>	0,88±0,03 <sup>aA</sup>	0,90±0,00 <sup>aA</sup>	0,50±0,00 <sup>aB</sup>	0,54±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,88±0,03 <sup>aA</sup>	0,90±0,00 <sup>aA</sup>	0,73±0,01 <sup>bB</sup>	0,72±0,01 <sup>bB</sup>
C20:1 n7 (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,33±0,02 <sup>aB</sup>	0,17±0,00 <sup>aC</sup>	0,15±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,33±0,02 <sup>aB</sup>	0,27±0,01 <sup>bC</sup>	0,32±0,00 <sup>bB</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>Vakum</b>	<b>27,44±0,03<sup>aB</sup></b>	<b>28,48±0,04<sup>aA</sup></b>	<b>27,00±0,01<sup>aC</sup></b>	<b>27,19±0,05<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>27,44±0,03<sup>aC</sup></b>	<b>28,48±0,04<sup>aA</sup></b>	<b>27,83±0,03<sup>bB</sup></b>	<b>27,86±0,04<sup>bB</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** C grubu için **10. ay**, D grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.

Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) incelendiğinde, Oleik asidin (C18:1 n9c) bu grupta en fazla oranda bulunduğu görülmektedir. Ham materyalde %13,85±0,04 olan bu yağ asidi, deneme başında C ve D grubunda sırasıyla %20,60±0,02 ve %16,29±0,07 olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Gruplar arasındaki istatistiksel fark deneme başında ve deneme sonunda önemli bulunmuştur (p<0.05).

MUFA içerisinde fazla miktarda olan diğer bir yağ asidi ise Palmitoleik asittir (C16:1). Ham materyalde %7,74±0,02 olan değer, yapılan analiz sonucunda paketlenme öncesi, %7,78±0,02, deneme başında ise C ve D grubunda sırasıyla %3,61±0,02 ve %6,64±0,04 olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında hem deneme başında hem de deneme sonunda fark ise istatistiki açıdan önemli olmuştur (p<0.05).

$\Sigma$ MUFA içeriği ham materyalde %27,44±0,03, deneme başında C (Vakum) ve D (MAP) grubunda sırasıyla %27,00±0,01 ve %27,83±0,03 olarak tespit edilmiştir. Deneme sonuna kıyasla her iki grupta da grup içerisindeki fark önemsizken (p>0.05), gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). Sonuçlar Çizelge 5.15 ve Şekil 5.20’de gösterilmiştir.



**Şekil 5.20.** Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait  $\Sigma$ MUFA sonuçları.

MUFA içerisinde, ürünlerin hepsinde oleik asit miktarının daha fazla olduğu,  $\Sigma$ MUFA miktarının ise ham materyale göre önce arttığı sonra da azaldığı belirlenmiştir. Bu artış ve azalışların az miktarda olduğu ve  $\Sigma$ MUFA miktarının belirli bir aralıkta sabit kaldığı görülmektedir. Bu durum, ürünlerin ısıl işlem sonucu nem kaybetmesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir, ayrıca gruplar arasında oluşan farklılığın paket içerisindeki yağ miktarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Ormancı (2006), dumanlanmış sardalye ve alabalık örneklerinde  $\Sigma$ MUFA miktarında ham örneğe göre artışın olduğunu belirtmiş ve bu grup içerisinde oleik asit miktarının fazla olduğunu tespit etmiştir.

Balıkçı (2009), yapmış olduğu dumanlanmış uskumru marinatı örneklerinde,  $\Sigma$ MUFA miktarını %18,70 olarak belirtmiş, başlangıçta bu değerde ham materyale göre artışın olduğunu, depolama süresi boyunca da bu miktarda, artma ve azalmaların görüldüğünü tespit etmiştir.

Özoğul ve ark. (2010), sıcak dumanlanmış hamsi marinatının  $\Sigma$ MUFA miktarını depolamanın ilk ayında 22,76 g/100 g, 7. ayında ise 17,40 g/100 g olarak hesaplamışlar, ayrıca depolama süresi boyunca da bu değerlerde artma ve azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir. Oleik asit (C18:1 n9c) miktarının ise bu grup içerisinde en fazla miktarda olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan araştırmalar, çalışma verileri ile genelde benzerlik göstermektedir. Oluşan farklılıkların, balık türü, büyüklüğü, avlandığı bölge ve mevsime göre değişebileceği gibi balık etine uygulanan yöntemlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sıcak marinat grubuna ait çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sonuçları Çizelge 5.16'da gösterilmiştir.

**Çizelge 5.16.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sonuçları.

Yağ asidi	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C18:3 n3 (Linolenik asit) (ALA)	<b>Vakum</b>	0,18±0,01 <sup>aA</sup>	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,16±0,01 <sup>aA</sup>	0,21±0,02 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,18±0,01 <sup>aB</sup>	0,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,21±0,02 <sup>aB</sup>	0,34±0,01 <sup>bA</sup>
C18:4 n3 (Stearidonik asit)	<b>Vakum</b>	1,34±0,02 <sup>aA</sup>	1,40±0,01 <sup>aA</sup>	0,67±0,01 <sup>aB</sup>	0,51±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,34±0,02 <sup>aA</sup>	1,40±0,01 <sup>aA</sup>	1,21±0,01 <sup>bB</sup>	1,18±0,00 <sup>bB</sup>
C20:3 n3 (Eikosatrienoik asit)	<b>Vakum</b>	1,08±0,00 <sup>aA</sup>	1,01±0,00 <sup>aB</sup>	0,52±0,00 <sup>aC</sup>	0,42±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,08±0,00 <sup>aA</sup>	1,01±0,00 <sup>aB</sup>	0,91±0,01 <sup>bC</sup>	0,91±0,00 <sup>bC</sup>
C20:4 n3 (Eikosatetraenoik asit) (ETA)	<b>Vakum</b>	0,41±0,00 <sup>aD</sup>	0,64±0,01 <sup>aA</sup>	0,59±0,00 <sup>aB</sup>	0,47±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,41±0,00 <sup>aB</sup>	0,64±0,01 <sup>aA</sup>	0,63±0,01 <sup>bA</sup>	0,62±0,02 <sup>bA</sup>
C20:5 n3 (Eikosapentaenoik asit) (EPA)	<b>Vakum</b>	10,19±0,04 <sup>aB</sup>	10,44±0,02 <sup>aA</sup>	5,22±0,00 <sup>aC</sup>	4,28±0,02 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	10,19±0,04 <sup>aB</sup>	10,44±0,02 <sup>aA</sup>	9,34±0,06 <sup>bD</sup>	9,80±0,02 <sup>bC</sup>
C22:5 n3 (Dokosapentaenoik asit) (DPA)	<b>Vakum</b>	1,47±0,01 <sup>aA</sup>	1,32±0,01 <sup>aB</sup>	0,68±0,00 <sup>aC</sup>	0,51±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,47±0,01 <sup>aA</sup>	1,32±0,01 <sup>aB</sup>	1,16±0,02 <sup>bC</sup>	1,17±0,00 <sup>bC</sup>
C22:6 n3 (Dokosaheksaenoik asit) (DHA)	<b>Vakum</b>	17,78±0,03 <sup>aA</sup>	17,92±0,02 <sup>aA</sup>	9,47±0,07 <sup>aB</sup>	6,48±0,06 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	17,78±0,03 <sup>aA</sup>	17,92±0,02 <sup>aA</sup>	16,26±0,05 <sup>bB</sup>	16,10±0,02 <sup>bB</sup>
C16:3 n3 (Hekzadekatrienoik asit)	<b>Vakum</b>	0,22±0,01 <sup>aA</sup>	0,20±0,01 <sup>aA</sup>	0,09±0,01 <sup>aB</sup>	0,06±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,22±0,01 <sup>aA</sup>	0,20±0,01 <sup>aAB</sup>	0,17±0,00 <sup>bC</sup>	0,18±0,00 <sup>bBC</sup>
C16:4 n3 (Hekzadekatetraenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,42±0,01 <sup>aA</sup>	0,17±0,01 <sup>aD</sup>	0,12±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,42±0,01 <sup>aA</sup>	0,30±0,00 <sup>bD</sup>	0,30±0,01 <sup>bC</sup>
C21:5 n3 (Heneikosapentaenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,13±0,00 <sup>aB</sup>	0,12±0,01 <sup>aC</sup>	0,06±0,00 <sup>aD</sup>	0,18±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,13±0,00 <sup>aA</sup>	0,12±0,01 <sup>aA</sup>	0,10±0,01 <sup>aA</sup>	0,12±0,01 <sup>bA</sup>
<b>∑ Omega-3</b>	<b>Vakum</b>	<b>33,15±0,06<sup>aA</sup></b>	<b>33,62±0,05<sup>aA</sup></b>	<b>17,53±0,12<sup>aB</sup></b>	<b>13,18±0,08<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>33,15±0,06<sup>aB</sup></b>	<b>33,62±0,05<sup>aA</sup></b>	<b>30,14±0,12<sup>bD</sup></b>	<b>30,76±0,00<sup>bC</sup></b>

Devam ediyor...

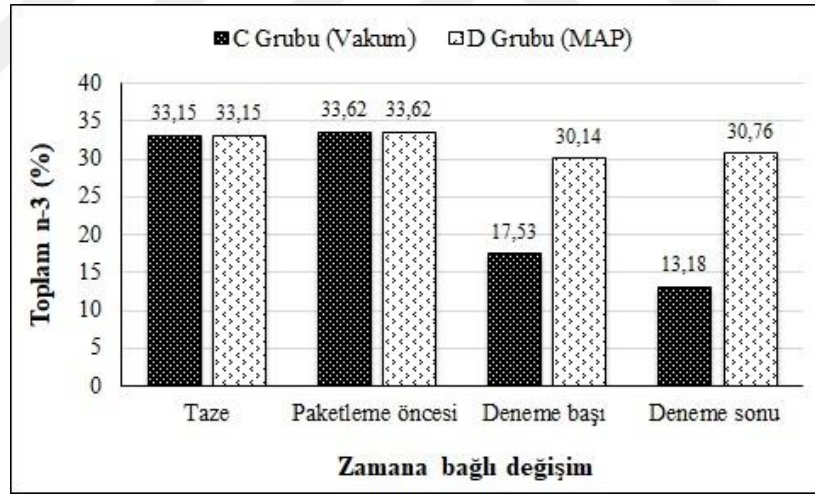
Yağ asidi	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C18:2 n6 (Linoleik asit)	Vakum	2,29±0,01 <sup>aC</sup>	2,15±0,00 <sup>aC</sup>	32,44±0,03 <sup>aB</sup>	38,83±0,09 <sup>aA</sup>
	MAP	2,29±0,01 <sup>aC</sup>	2,15±0,00 <sup>aD</sup>	8,25±0,03 <sup>bB</sup>	8,45±0,00 <sup>bA</sup>
C18:3 n6 (Linolenik asit)	Vakum	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,18±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,01 <sup>aA</sup>	0,16±0,02 <sup>aA</sup>
	MAP	0,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,18±0,00 <sup>aA</sup>	0,14±0,00 <sup>aC</sup>	0,11±0,00 <sup>aD</sup>
C20:2 n6 (Eikosadienoik asit)	Vakum	0,24±0,00 <sup>aB</sup>	0,27±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>aC</sup>	0,09±0,00 <sup>aD</sup>
	MAP	0,24±0,00 <sup>aB</sup>	0,27±0,00 <sup>aA</sup>	0,23±0,01 <sup>aD</sup>	0,23±0,01 <sup>bC</sup>
C20:4 n6 (Eikosatetraenoik asit)	Vakum	0,28±0,00 <sup>aB</sup>	0,23±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>aC</sup>	0,12±0,00 <sup>aD</sup>
	MAP	0,28±0,00 <sup>aA</sup>	0,23±0,00 <sup>aA</sup>	0,26±0,01 <sup>bB</sup>	0,26±0,00 <sup>bB</sup>
C16:2 n6 (Hekzadekadienoik asit)	Vakum	1,80±0,01 <sup>aA</sup>	1,68±0,01 <sup>aB</sup>	0,77±0,00 <sup>aC</sup>	0,66±0,01 <sup>aD</sup>
	MAP	1,80±0,01 <sup>aA</sup>	1,68±0,01 <sup>aB</sup>	1,49±0,01 <sup>bC</sup>	1,49±0,01 <sup>bC</sup>
C20:3 n6 (Eikosatrienoik asit)	Vakum	0,37±0,00 <sup>aA</sup>	0,34±0,00 <sup>aB</sup>	0,17±0,00 <sup>aC</sup>	0,15±0,00 <sup>aD</sup>
	MAP	0,37±0,00 <sup>aA</sup>	0,34±0,00 <sup>aB</sup>	0,29±0,00 <sup>bC</sup>	0,28±0,00 <sup>bC</sup>
C22:4 n6 (Dokosatetraenoik asit)	Vakum	0,68±0,01 <sup>aB</sup>	0,69±0,00 <sup>aA</sup>	0,34±0,00 <sup>aC</sup>	0,05±0,00 <sup>aD</sup>
	MAP	0,68±0,01 <sup>aA</sup>	0,69±0,00 <sup>aA</sup>	0,61±0,01 <sup>bB</sup>	0,60±0,01 <sup>bB</sup>
$\Sigma$ Omega-6	Vakum	5,82±0,01 <sup>aC</sup>	5,60±0,00 <sup>aD</sup>	37,17±0,02 <sup>aB</sup>	40,06±0,11 <sup>aA</sup>
	MAP	5,82±0,01 <sup>aC</sup>	5,60±0,00 <sup>aD</sup>	11,17±0,01 <sup>bB</sup>	11,41±0,00 <sup>bA</sup>
n-3/n-6	Vakum	5,70±0,02 <sup>aB</sup>	6,01±0,00 <sup>aA</sup>	0,51±0,00 <sup>aC</sup>	0,33±0,00 <sup>aD</sup>
	MAP	5,70±0,02 <sup>aB</sup>	6,01±0,00 <sup>aA</sup>	2,70±0,00 <sup>bC</sup>	2,70±0,00 <sup>bC</sup>
EPA+DHA	Vakum	27,96±0,01 <sup>aB</sup>	28,36±0,00 <sup>aA</sup>	14,69±0,09 <sup>aC</sup>	10,75±0,08 <sup>aD</sup>
	MAP	27,96±0,01 <sup>aB</sup>	28,36±0,00 <sup>aA</sup>	25,60±0,10 <sup>bC</sup>	25,89±0,03 <sup>bC</sup>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Deneme Sonu C grubu için 10. ay, D grubu için 8. ay olarak ifade edilmektedir.

Yapılan marinasyon ve sıcak dumanlama işlemi (paketleme öncesi), toplam n-3 değerinde önemli bir değişikliğe neden olmamış ( $p>0.05$ ), farklılık ise ürünlerin ayçiçek yağına konulması ve muhafazası sırasında oluşmuştur. Paketleme öncesinde  $33,62\pm 0,05$  olan  $\sum n-3$  değeri deneme başında C (Vakum) ve D (MAP) grubunda sırasıyla  $17,53\pm 0,12$  ve  $30,14\pm 0,12$  olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark ise hem deneme başında hem de deneme sonunda istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

EPA ve DHA, n-3 serisi içerisinde şüphesiz en önemli yağ asididir. EPA, ham materyalde  $10,19\pm 0,04$  iken paketleme öncesi, ürünün nem kaybetmesine bağlı olarak  $10,44\pm 0,02$  olarak tespit edilmiştir. Deneme başında C (Vakum) ve D (MAP) grubunda sırasıyla  $5,22\pm 0,00$  ve  $9,34\pm 0,06$  olarak bulunmuş, gruplar arasındaki farkın hem deneme başında hem de deneme sonunda önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

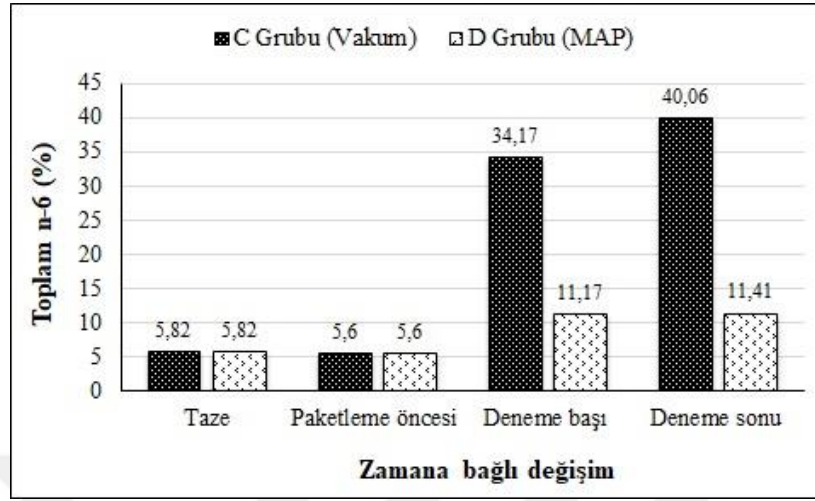
DHA miktarı ham materyalde  $17,78\pm 0,03$  iken deneme başında C ve D grubunda sırasıyla  $9,47\pm 0,07$  ve  $16,26\pm 0,05$  olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.16 ve Şekil 5.21’de gösterilmiştir.



**Şekil 5.21.** Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait  $\sum n-3$  sonuçları.

Mevcut çalışmada, n-6 yağ asitleri incelendiğinde  $\sum n-6$ , ham materyalde  $5,82\pm 0,01$  iken deneme başında C (Vakum) grubunda, yağ miktarına bağlı olarak önemli derecede artmış ve  $37,17\pm 0,0$  değerini almıştır ( $p<0.05$ ). Daha az yağ kullanımına bağlı olarak D (MAP) grubunda ise deneme başında  $\sum n-6$  miktarı  $11,17\pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir. Deneme sonuna kıyasla grup içindeki fark ise önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Yağ miktarının artışı, Linoleik asidin (C18:2 n6) miktarını doğal olarak arttırmış ve n-6 serisi içerisinde en fazla yağ asidi grubunu oluşturmuştur. Ham materyalde  $2,29\pm 0,01$  olan değer, deneme başında

C ve D grubunda sırasıyla %32,44±0,03 ve %8,25±0,03 olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Sonuçlar Çizelge 5.16 ve Şekil 5.22’de gösterilmiştir.



Şekil 5.22. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait  $\Sigma$ n-6 sonuçları.

Mevcut çalışmada n-3/n-6 oranı, paketleme öncesinde  $6,01\pm 0,00$  iken C (Vacuum) grubunda bu oran deneme başında 1’in altına düşmüş ve  $0,51\pm 0,00$  olarak hesaplanmış (p<0.05), D (MAP) grubunda ise  $2,70\pm 0,00$  olarak belirlenmiştir (p<0.05). Gruplar arasındaki fark hem deneme başında hem de deneme sonunda istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

Sıcak dumanlanmış marinat grubunun (C, D),  $\Sigma$ PUFA miktarı ham materyalin nem kaybetmesine bağlı olarak artmış, gruplar arasındaki oluşan farklılık ise paket içerisindeki ayçiçek yağı miktarından kaynaklanmıştır. Depolama süresine bağlı olarak da bu değerlerde azalmaların olduğu belirlenmiştir.

Ormancı (2006), taze sardalye balığındaki EPA ve DHA miktarının, yapılan dumanlama işleminden miktarının azaldığını ve sırasıyla %9,84 ve %14,49 değerini aldığı belirtmiştir. Aynı durumu, dumanlanmış alabalıkta da gözlemlemiş ve EPA ve DHA değerini sırasıyla %4,62 ve %10,72 olarak tespit etmiştir.

Balıkçı (2009), tütsülenmiş uskumru marinatında, başlangıçta  $\Sigma$ PUFA miktarında artışın, depolama süresince ise bu değerde artma ve azalmaların olduğunu bildirmiştir.  $\Sigma$ n-6 miktarını depolama süresi boyunca en yüksek %36,03 ile 8. ayda tespit etmiş,  $\Sigma$ n-3 miktarında ham örneğe göre azaldığını belirten Balıkçı (2009), n-6/n-3 oranını ise 0,91 olarak hesaplamıştır.

Özoğul ve ark. (2010), yapmış oldukları çalışmada, sıcak dumanlanmış hamsi marinatinın depolamanın ilk ayındaki,  $\Sigma n-3$  miktarını %24,31,  $\Sigma n-6$  miktarını ise %15,71 olarak belirlemişlerdir. Depolama süresince n-6 miktarında artışın, n-3 miktarında ise artma ve azalmaların olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada n-6/n-3 oranı 0,64 iken, depolama sonunda bu oran 1,61 değerine ulaştığını tespit etmişlerdir. Omega-3 yağ asitleri içerisinde EPA ve DHA miktarını sırasıyla %7,37 ve %16,19, n-6 yağ asitleri içerisinde de Linoleik asidi (C18:2 n6) %14,79 olarak belirlemişlerdir.

Mevcut çalışmada, kullanılan salamuranın içeriği, dumanlamanın süresi ve sıcaklığı, muhafaza ve depolama şartları, yapılan diğer araştırma yöntemleri açısından farklıdır. Dolayısıyla, ürünlerin yağ asidi kompozisyonu sonuçları, literatür ile benzerlik gösterebileceği gibi farklılıklar da oluşturabilir. Ayrıca balığın türü, yapısı, avlandığı mevsimi gibi sebeplerde sıcaklık dumanlanmış marinatlarda yağ asidi kompozisyonunu etkileyebilir.

#### **5.4.3. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait Yağ Asidi Kompozisyonu**

Soğuk dumanlanmış marinat (E, F) grubunun SFA içeriği Çizelge 5.17'de gösterilmiştir.

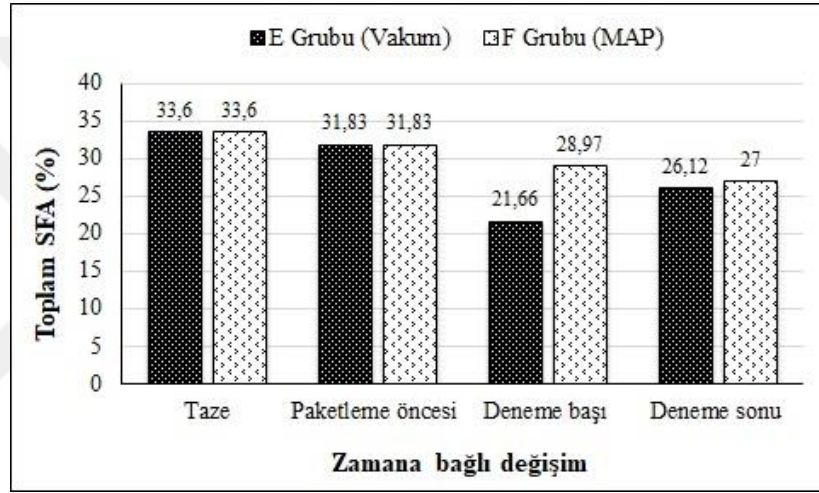
**Çizelge 5.17.** Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait doymuş yağ asitleri (SFA) sonuçları.

Yağ asidi %	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C14:0 (Miristik asit)	<b>Vakum</b>	7,14±0,02 <sup>aA</sup>	7,23±0,04 <sup>aA</sup>	3,82±0,01 <sup>aC</sup>	4,86±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	7,14±0,02 <sup>aA</sup>	7,23±0,04 <sup>aA</sup>	6,24±0,00 <sup>bB</sup>	5,46±0,00 <sup>bC</sup>
C15:0 (Pentadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	1,18±0,00 <sup>aA</sup>	1,04±0,01 <sup>aB</sup>	0,56±0,00 <sup>aD</sup>	0,82±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,18±0,00 <sup>aA</sup>	1,04±0,01 <sup>aB</sup>	0,97±0,01 <sup>bC</sup>	0,90±0,00 <sup>bD</sup>
C16:0 (Palmitik asit)	<b>Vakum</b>	19,61±0,02 <sup>aA</sup>	18,23±0,19 <sup>aB</sup>	13,05±0,01 <sup>aD</sup>	15,56±0,04 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	19,61±0,02 <sup>aA</sup>	18,23±0,19 <sup>aB</sup>	16,81±0,03 <sup>bC</sup>	15,71±0,01 <sup>aD</sup>
C17:0 (Heptadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,47±0,00 <sup>aB</sup>	0,57±0,00 <sup>aA</sup>	0,27±0,00 <sup>aD</sup>	0,34±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,47±0,00 <sup>aB</sup>	0,57±0,00 <sup>aA</sup>	0,40±0,01 <sup>bC</sup>	0,37±0,00 <sup>bD</sup>
C18:0 (Stearik asit)	<b>Vakum</b>	4,95±0,00 <sup>aA</sup>	4,57±0,00 <sup>aB</sup>	3,82±0,00 <sup>aD</sup>	4,18±0,04 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	4,95±0,00 <sup>aA</sup>	4,57±0,00 <sup>aB</sup>	4,47±0,00 <sup>bC</sup>	4,39±0,00 <sup>bD</sup>
C21:0 (Heneikosanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,10±0,01 <sup>aB</sup>	0,04±0,00 <sup>aC</sup>	0,21±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,10±0,01 <sup>aBC</sup>	0,08±0,00 <sup>aC</sup>	0,16±0,00 <sup>bA</sup>
C23:0 (Trikosanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,16±0,01 <sup>aA</sup>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,17±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,16±0,01 <sup>aA</sup>	0,11±0,01 <sup>aB</sup>	0,02±0,01 <sup>bC</sup>	0,02±0,0 <sup>bC</sup>
$\Sigma$ SFA	<b>Vakum</b>	<b>33,60±0,02<sup>aA</sup></b>	<b>31,83±0,15<sup>aB</sup></b>	<b>21,66±0,03<sup>aD</sup></b>	<b>26,12±0,01<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>33,60±0,02<sup>aA</sup></b>	<b>31,83±0,15<sup>aB</sup></b>	<b>28,97±0,04<sup>bC</sup></b>	<b>27,00±0,02<sup>bD</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). **Deneme Sonu** E grubu için **6. ay**, F grubu için **5. ay** olarak ifade edilmektedir.

Soğuk dumanlanmış marinatlarda toplam doymuş yağ asitleri ( $\Sigma$ SFA), ham materyalde %33,60±0,02 iken paketlenme öncesinde %31,83±0,15'e, deneme başında E ve F grubunda sırasıyla %21,66±0,03 ve %28,97±0,04 değerine düşmüştür (p<0.05). Gruplar arasındaki fark ise hem deneme başında hem de deneme sonunda önemli bulunmuştur (p<0.05).

Palmitik asit (C16:0), SFA grubu içerisinde en fazla miktarda bulunan yağ asidi olmuştur. Ham materyalde %19,61±0,02, deneme başında E (Vakum), F (MAP) grubunda sırasıyla %13,05±0,01 ve %16,81±0,03 olarak tespit edilmiştir. Deneme başında gruplar arasındaki fark istatistik açıdan önemli iken (p<0.05), deneme sonundaki önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Sonuçlar Çizelge 5.17 ve Şekil 5.23'te gösterilmiştir.



**Şekil 5.23.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E,F) ait  $\Sigma$ SFA sonuçları.

Çalışmada SFA grubu arasında palmitik asidin baskın olduğu, zaman içerisinde de hem palmitik asit miktarında hem de  $\Sigma$ SFA miktarında azalmanın olduğu görülmektedir.

Rora ve ark. (2005), Atlantik somonunu, soğuk dumanlayarak kalitesini incelemişler ve elde ettiği ürünün  $\Sigma$ SFA miktarının balık filetolarında, %17,3 ile %28,7 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Anvari ve ark., (2015), soğuk dumanlanmış *Rutilus Frisii Kutum* balıklarının yağ asidi profilini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre toplam SFA miktarını dumanlanmış üründe %20,33 olarak bulmuşlar, depolama süresi boyunca da bu miktarda artma ve azalmaların olduğunu belirlemişlerdir. SFA içerisinde baskın olan palmitik asit miktarını taze balıkta %16,24, soğuk dumanlama sonrası ise %15,60 olarak tespit etmişlerdir.

Soğuk dumanlanmış marinat grubunun (E, F), MUFA içeriği Çizelge 5.18'de verilmiştir.



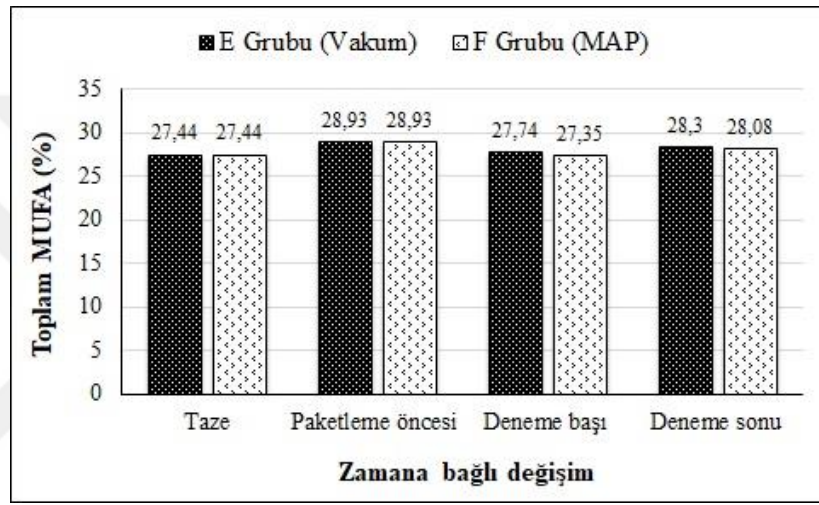
**Çizelge 5.18.** Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) sonuçları.

Yağ asidi	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C16:1 (Palmitoleik asit)	<b>Vakum</b>	7,74±0,02 <sup>aB</sup>	8,49±0,01 <sup>aA</sup>	4,19±0,00 <sup>aD</sup>	5,43±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	7,74±0,02 <sup>aB</sup>	8,49±0,01 <sup>aA</sup>	6,65±0,01 <sup>bC</sup>	6,00±0,00 <sup>bD</sup>
C17:1 (Heptadesenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,62±0,00 <sup>aB</sup>	0,29±0,00 <sup>aD</sup>	0,47±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,68±0,00 <sup>aA</sup>	0,62±0,00 <sup>aB</sup>	0,52±0,01 <sup>bC</sup>	0,52±0,01 <sup>bC</sup>
C18:1 n9c (Oleik asit)	<b>Vakum</b>	13,85±0,04 <sup>aD</sup>	14,75±0,09 <sup>aC</sup>	20,57±0,00 <sup>aA</sup>	18,80±0,06 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	13,85±0,04 <sup>aD</sup>	14,75±0,09 <sup>aC</sup>	15,86±0,03 <sup>bB</sup>	17,67±0,00 <sup>bA</sup>
C24:1 (Nervonik asit)	<b>Vakum</b>	0,02±0,00 <sup>aD</sup>	0,02±0,00 <sup>aC</sup>	0,02±0,00 <sup>aB</sup>	0,03±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,02±0,00 <sup>aA</sup>	0,02±0,00 <sup>aA</sup>	0,02±0,01 <sup>aA</sup>	0,02±0,00 <sup>bA</sup>
C14:1 (Miristoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,64±0,01 <sup>aB</sup>	0,63±0,01 <sup>aB</sup>	0,33±0,00 <sup>aC</sup>	0,43±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,64±0,01 <sup>aB</sup>	0,63±0,01 <sup>aB</sup>	0,55±0,00 <sup>bC</sup>	0,50±0,01 <sup>bA</sup>
C15:1 (Pentadekanoik asit)	<b>Vakum</b>	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>aB</sup>	0,08±0,00 <sup>aD</sup>	0,13±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>aA</sup>	0,13±0,00 <sup>bA</sup>	0,14±0,02 <sup>aA</sup>
C20:1 n11 (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	2,00±0,01 <sup>aA</sup>	1,87±0,00 <sup>aA</sup>	0,98±0,06 <sup>aB</sup>	0,43±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	2,00±0,01 <sup>aA</sup>	1,87±0,00 <sup>aB</sup>	1,47±0,00 <sup>bC</sup>	0,52±0,01 <sup>bD</sup>
C20:1 n9 (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,60±0,01 <sup>aA</sup>	0,54±0,01 <sup>aA</sup>	0,33±0,05 <sup>aB</sup>	0,26±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,60±0,01 <sup>aB</sup>	0,54±0,01 <sup>aC</sup>	0,66±0,00 <sup>bA</sup>	0,31±0,00 <sup>bD</sup>
C22:1 n11 (Erusik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,40±0,01 <sup>aA</sup>	0,25±0,00 <sup>aC</sup>	0,35±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,40±0,01 <sup>aA</sup>	0,39±0,01 <sup>bA</sup>	0,24±0,00 <sup>bB</sup>
C18:1 n7 (Oleik asit)	<b>Vakum</b>	0,13±0,00 <sup>aB</sup>	0,18±0,00 <sup>aA</sup>	0,22±0,00 <sup>aD</sup>	0,10±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,13±0,00 <sup>aB</sup>	0,18±0,00 <sup>aA</sup>	0,07±0,01 <sup>bC</sup>	0,10±0,00 <sup>aD</sup>
C18:4 n1 (Stearidonik asit)	<b>Vakum</b>	0,88±0,03 <sup>aC</sup>	0,98±0,01 <sup>aB</sup>	0,50±0,00 <sup>aD</sup>	1,41±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,88±0,03 <sup>aC</sup>	0,98±0,01 <sup>aB</sup>	0,78±0,01 <sup>bD</sup>	1,54±0,00 <sup>bA</sup>
C20:1 n7 (Gadoleik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,32±0,01 <sup>aB</sup>	0,19±0,01 <sup>aC</sup>	0,09±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,32±0,01 <sup>aB</sup>	0,28±0,01 <sup>bC</sup>	0,13±0,00 <sup>bD</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>Vakum</b>	<b>27,44±0,03<sup>aD</sup></b>	<b>28,93±0,06<sup>aA</sup></b>	<b>27,74±0,01<sup>aC</sup></b>	<b>28,30±0,04<sup>aB</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>27,44±0,03<sup>aC</sup></b>	<b>28,93±0,06<sup>aA</sup></b>	<b>27,35±0,02<sup>bC</sup></b>	<b>28,08±0,01<sup>bB</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** E grubu için **6. ay**, F grubu için **5. ay** olarak ifade edilmektedir.

Oleik asit (C18:1 n9c), MUFA grubu arasında tüm gruplar arasında en fazla olan yağ asididir. Ham materyalde %13,85±0,04 olan Oleik asit, paketlenme öncesinde %14,75±0,09 deneme başında E (Vakum) ve F (MAP) grubunda sırasıyla %20,57±0,00 ve %15,86±0,03 olarak tespit edilmiştir (p<0.05).

Toplam tekli doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ MUFA) sonuçlarına bakıldığında ham materyalde %27,44±0,03, deneme başında E (Vakum) ve F (MAP) grubunda sırasıyla %27,74±0,01 ve %27,35±0,02 olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Sonuçlar Çizelge 5.18 ve Şekil 5.24'te gösterilmiştir.



**Şekil 5.24.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait  $\Sigma$  MUFA sonuçları.

Çalışmada  $\Sigma$ MUFA değerinde ve baskın olan oleik asit miktarında, hem artışın hem de azalışın olduğu görülmektedir. Benzer olarak Anvari ve ark. (2015), *Rutilus frisii kutum* balıklarında yapmış oldukları çalışmalarında, hem  $\Sigma$ MUFA miktarında hem de oleik asit miktarında zamana bağlı olarak dalgalanmaların olduğunu belirtmişlerdir. Rora ve ark. (2005) ise soğuk dumanlanmış Atlantik Somonlarında  $\Sigma$ MUFA değerini %24,8 ile %30,6 arasında tespit etmişlerdir.

Soğuk dumanlanmış marinat (E, F) grubuna ait PUFA sonuçları Çizelge 5.19'da gösterilmiştir.

**Çizelge 5.19.** Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sonuçları.

Yağ asidi	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C18:3 n3 (Linolenik asit) (ALA)	<b>Vakum</b>	0,18±0,01 <sup>aB</sup>	0,16±0,00 <sup>aB</sup>	0,19±0,00 <sup>aB</sup>	0,23±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,18±0,01 <sup>aBC</sup>	0,16±0,00 <sup>aC</sup>	0,21±0,00 <sup>aAB</sup>	0,23±0,00 <sup>aA</sup>
C18:4 n3 (Stearidonik asit)	<b>Vakum</b>	1,34±0,02 <sup>aA</sup>	1,37±0,01 <sup>aA</sup>	0,75±0,01 <sup>aB</sup>	0,77±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	1,34±0,02 <sup>aA</sup>	1,37±0,01 <sup>aA</sup>	1,17±0,01 <sup>bB</sup>	0,82±0,01 <sup>bC</sup>
C20:3 n3 (Eikosatrienoik asit)	<b>Vakum</b>	1,08±0,00 <sup>aA</sup>	0,98±0,00 <sup>aB</sup>	0,51±0,00 <sup>aC</sup>	0,09±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,08±0,00 <sup>aA</sup>	0,98±0,00 <sup>aB</sup>	0,90±0,01 <sup>bC</sup>	0,02±0,00 <sup>bD</sup>
C20:4 n3 (Eikosatetraenoik asit) (ETA)	<b>Vakum</b>	0,41±0,00 <sup>aC</sup>	0,70±0,01 <sup>aA</sup>	0,63±0,01 <sup>aB</sup>	0,67±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,41±0,00 <sup>aC</sup>	0,70±0,01 <sup>aB</sup>	0,69±0,00 <sup>bB</sup>	0,75±0,01 <sup>bA</sup>
C20:5 n3 (Eikosapentaenoik asit) (EPA)	<b>Vakum</b>	10,19±0,04 <sup>aB</sup>	10,43±0,04 <sup>aA</sup>	5,57±0,01 <sup>aD</sup>	7,77±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	10,19±0,04 <sup>aB</sup>	10,43±0,04 <sup>aA</sup>	9,42±0,05 <sup>bC</sup>	9,01±0,00 <sup>bD</sup>
C22:5 n3 (Dokosapentaenoik asit) (DPA)	<b>Vakum</b>	1,47±0,01 <sup>aAB</sup>	1,63±0,20 <sup>aA</sup>	0,64±0,01 <sup>aC</sup>	1,03±0,01 <sup>aBC</sup>
	<b>MAP</b>	1,47±0,01 <sup>aA</sup>	1,63±0,20 <sup>aA</sup>	1,30±0,03 <sup>bA</sup>	0,68±0,01 <sup>bB</sup>
C22:6 n3 (Dokosaheksaenoik asit) (DHA)	<b>Vakum</b>	17,78±0,03 <sup>aA</sup>	17,91±0,12 <sup>aA</sup>	9,24±0,01 <sup>aC</sup>	12,80±0,02 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	17,78±0,03 <sup>aA</sup>	17,91±0,12 <sup>aA</sup>	16,13±0,05 <sup>bB</sup>	15,05±0,00 <sup>bC</sup>
C16:3 n3 (Hekzadekatrienoik asit)	<b>Vakum</b>	0,22±0,01 <sup>aA</sup>	0,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,09±0,01 <sup>aD</sup>	0,13±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,22±0,01 <sup>aA</sup>	0,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,16±0,01 <sup>bB</sup>	0,15±0,00 <sup>bB</sup>
C16:4 n3 (Hekzadekatetraenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,49±0,00 <sup>aA</sup>	0,24±0,00 <sup>aD</sup>	0,24±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,01 <sup>aB</sup>	0,49±0,00 <sup>aA</sup>	0,37±0,01 <sup>bD</sup>	0,28±0,00 <sup>bC</sup>
C21:5 n3 (Heneikosapentaenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,13±0,00 <sup>aA</sup>	0,12±0,01 <sup>aB</sup>	0,06±0,00 <sup>aD</sup>	0,10±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,13±0,00 <sup>aA</sup>	0,12±0,01 <sup>aA</sup>	0,12±0,01 <sup>bA</sup>	0,12±0,00 <sup>bA</sup>
<b>Σ Omega-3</b>	<b>Vakum</b>	<b>33,15±0,06<sup>aB</sup></b>	<b>33,95±0,12<sup>aA</sup></b>	<b>17,75±0,02<sup>aD</sup></b>	<b>23,81±0,01<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>33,15±0,06<sup>aB</sup></b>	<b>33,95±0,12<sup>aA</sup></b>	<b>30,24±0,09<sup>bC</sup></b>	<b>27,10±0,01<sup>bD</sup></b>

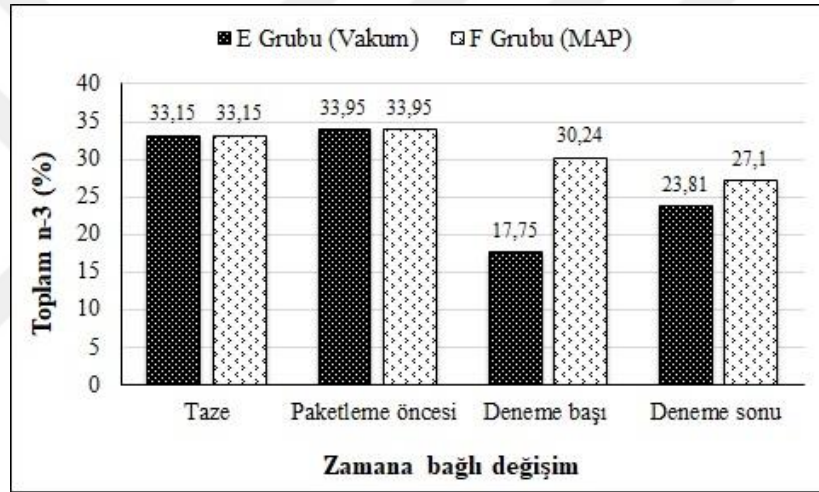
Devam Ediyor...

Yağ asidi	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
C18:2 n6 (Linoleik asit)	<b>Vakum</b>	2,29±0,01 <sup>aC</sup>	2,02±0,01 <sup>aD</sup>	31,01±0,03 <sup>aA</sup>	18,04±0,04 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	2,29±0,01 <sup>aC</sup>	2,02±0,01 <sup>aD</sup>	10,27±0,04 <sup>bB</sup>	13,70±0,00 <sup>bA</sup>
C18:3 n6 (Linolenik asit)	<b>Vakum</b>	0,17±0,00 <sup>aC</sup>	0,19±0,00 <sup>aB</sup>	0,14±0,00 <sup>aD</sup>	1,13±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,17±0,00 <sup>aBC</sup>	0,19±0,00 <sup>aB</sup>	0,17±0,01 <sup>bC</sup>	1,27±0,01 <sup>bA</sup>
C20:2 n6 (Eikosadienoik asit)	<b>Vakum</b>	0,24±0,00 <sup>aB</sup>	0,22±0,01 <sup>aC</sup>	0,11±0,00 <sup>aBC</sup>	0,27±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,24±0,00 <sup>aB</sup>	0,22±0,01 <sup>aC</sup>	0,19±0,01 <sup>aBC</sup>	0,31±0,01 <sup>bA</sup>
C20:4 n6 (Eikosatetraenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,28±0,00 <sup>aB</sup>	0,22±0,01 <sup>aC</sup>	0,13±0,00 <sup>aD</sup>	0,76±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,28±0,00 <sup>aB</sup>	0,22±0,01 <sup>aC</sup>	0,27±0,00 <sup>bB</sup>	0,87±0,00 <sup>bA</sup>
C16:2 n6 (Hekzadekadienoik asit)	<b>Vakum</b>	1,80±0,01 <sup>aA</sup>	1,62±0,01 <sup>aB</sup>	0,83±0,00 <sup>aD</sup>	1,22±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,80±0,01 <sup>aA</sup>	1,62±0,01 <sup>aB</sup>	1,47±0,01 <sup>bC</sup>	1,36±0,00 <sup>bD</sup>
C20:3 n6 (Eikosatrienoik asit)	<b>Vakum</b>	0,37±0,00 <sup>aA</sup>	0,33±0,00 <sup>aB</sup>	0,17±0,01 <sup>aD</sup>	0,22±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,37±0,00 <sup>aA</sup>	0,33±0,00 <sup>aB</sup>	0,29±0,00 <sup>bC</sup>	0,15±0,00 <sup>bD</sup>
C22:4 n6 (Dokosatetraenoik asit)	<b>Vakum</b>	0,68±0,01 <sup>aA</sup>	0,71±0,01 <sup>aA</sup>	0,32±0,01 <sup>aC</sup>	0,54±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,68±0,01 <sup>aA</sup>	0,71±0,01 <sup>aA</sup>	0,59±0,01 <sup>bB</sup>	0,59±0,01 <sup>bB</sup>
<b>∑ Omega-6</b>	<b>Vakum</b>	<b>5,82±0,01<sup>aC</sup></b>	<b>5,30±0,02<sup>aD</sup></b>	<b>32,82±0,02<sup>aA</sup></b>	<b>22,17±0,02<sup>aB</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>5,82±0,01<sup>aC</sup></b>	<b>5,30±0,02<sup>aD</sup></b>	<b>13,27±0,04<sup>bB</sup></b>	<b>18,23±0,02<sup>bA</sup></b>
<b>n-3/n-6</b>	<b>Vakum</b>	<b>5,70±0,02<sup>aB</sup></b>	<b>6,41±0,05<sup>aA</sup></b>	<b>0,54±0,00<sup>aD</sup></b>	<b>1,07±0,00<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>5,70±0,02<sup>aB</sup></b>	<b>6,41±0,05<sup>aA</sup></b>	<b>2,28±0,01<sup>bC</sup></b>	<b>1,49±0,00<sup>bD</sup></b>
<b>EPA+DHA</b>	<b>Vakum</b>	<b>27,96±0,01<sup>aB</sup></b>	<b>28,34±0,08<sup>aA</sup></b>	<b>14,81±0,00<sup>aD</sup></b>	<b>20,57±0,01<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>27,96±0,01<sup>aB</sup></b>	<b>28,34±0,08<sup>aA</sup></b>	<b>25,55±0,10<sup>bC</sup></b>	<b>24,06±0,00<sup>bA</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** E grubu için **6. ay**, F grubu için **5. ay** olarak ifade edilmektedir.

Soğuk dumanlanmış marine ürünlerde, n-3 yağ asitleri içerisinde önemli olan EPA ve DHA, çalışmada yüksek oranda tespit edilmiştir. Ham materyalde sırasıyla %10,19±0,04 ve %17,78±0,03 olan değerler, paketlenme öncesinde %10,43±0,04 ve %17,91±0,12 olarak belirlenmiştir (p<0.05). E grubunun deneme başındaki EPA ve DHA'sı %5,57±0,01 ve %9,24±0,01 iken F grubunda bu değer sırasıyla %9,42±0,05 ve %16,13±0,05 olarak tespit edilmiştir. Deneme sonunda gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çalışmada,  $\Sigma$ n-3 içeriği, taze hamside %33,15±0,06 iken, paketlenme öncesi %33,95±0,12 olarak değiştiği belirlenmiştir (p<0.05). Deneme başında  $\Sigma$  n-3 miktarı E (Vakum) ve F (MAP) grubunda sırasıyla %17,75±0,02 ve %30,24±0,09 olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Sonuçlar Çizelge 5.19 ve Şekil 5.25'te gösterilmiştir.

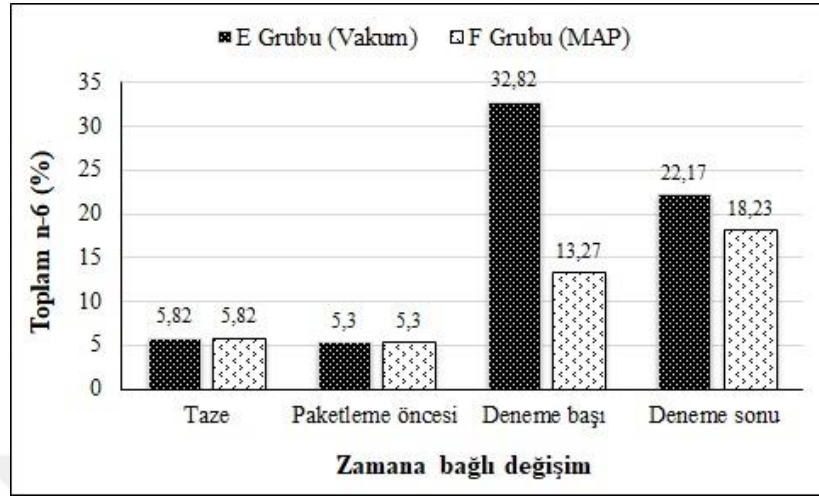


**Şekil 5.25.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait  $\Sigma$ n-3 sonuçları.

Tüm gruplarda olduğu gibi E (Vakum) ve F (MAP) grubunda da, Linoleik asit (C18:2 n6), n-6 yağ asitleri içerisinde en fazla bulunan yağ asidi olmuş, ham materyalde %2,29±0,01, paketlenme öncesinde ise %2,02±0,01 olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Denemenin başında, ayçiçek yağının fazla olduğu E grubunda Linoleik asit, %31,01±0,03 olarak belirlenmiş, denemenin sonunda ise azalarak %18,04±0,04 değerini almıştır (p<0.05). F grubunda ise farklı olarak denemenin başında %10,27±0,04 olan değer, denemenin sonunda artarak %13,70±0,00 değerini almıştır. Her iki grup içinde, gruplar arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

Omega-6 yağ asitlerinin toplamına bakıldığında ise ham materyalde,  $\Sigma$ n-6 %5,82±0,01 iken denemenin başında E ve F grubunda sırasıyla %32,82±0,02 ve %13,27±0,04 olarak tespit

edilmiştir (Şekil 5.26). Her iki grup içinde, gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).



**Şekil 5.26.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait  $\sum n-6$  sonuçları.

Yapılan çalışmada, ham materyalin  $n-3/n-6$  oranı,  $5,70\pm 0,02$  iken, paketleme öncesinde bu değer  $6,41\pm 0,05$ 'e yükselmiştir ( $p<0.05$ ). Deneme başında  $n-3/n-6$  oranı, E (Vakum) ve F (MAP) grubunda sırasıyla  $0,54\pm 0,00$  ve  $2,28\pm 0,01$ , deneme sonunda ise sırasıyla  $1,07\pm 0,00$  ve  $1,49\pm 0,00$  olarak belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Çalışmada, soğuk dumanlanmış marinat grubunda,  $\sum n-3$  miktarı marinasyon ve dumanlama sonrası çok az miktarda arttığı,  $\sum n-6$  ise çok az miktarda azaldığı belirlenmiştir.

Bu durumun tersi olarak Anvari ve ark. (2015), soğuk dumanlanmış örneklerin ham materyale göre EPA, DHA ve Linoleik asidin az miktarda azaldığını belirtmiştir.

Rora ve ark. (2005), çalışmamıza benzer olarak, soğuk dumanlanmış Atlantik somon filetolarının  $\sum n-3$  miktarını %32  $\sum n-6$  miktarını ise %4,6 olarak belirtmişlerdir.

Marinasyon ve dumanlamada yapılan işlemlerin farklılığı yağ asidi kompozisyonunu etkileyebilir. Uzun veya kısa süreli marinasyon işleminde, asit ve tuzun etkisiyle, balık etinin farklı oranlarda nem kaybedebileceği söylenebilir. Dumanlanma işleminde ise balıklar, sıcaklık ve süreye bağlı olarak farklı oranda nem kaybedebilir, bu da ürünlerin yağ asitleri kompozisyonu etkileyebilmektedir.

#### 5.4.4. Deneme Gruplarına Göre Günlük Tüketilmesi Gerekli EPA+DHA Miktarı

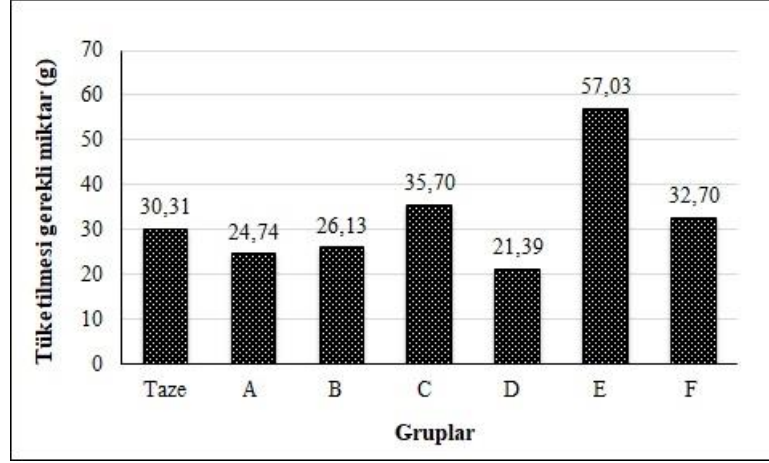
Birçok araştırmacı veya kurum, insan sağlığı için günlük alınması gerekli EPA+DHA miktarı belirtmiştir. Çalışmada günlük alınması gerekli EPA+DHA miktarı 1 g olarak dikkate alınmış ve tüm marinat gruplarında bu miktarın sağlanabilmesi için tüketilmesi gerekli balık miktarı, toplam yağ miktarı üzerinden hesaplanmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.20 ve Şekil 5.27’de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.20.** 1g EPA+DHA alınması için günlük tüketilmesi gerekli hamsi miktarı.

Gruplar	Ham Yağ (%)	EPA+DHA (%)	100 g yenilebilir kısımdaki EPA+DHA miktarı (g)	Tüketilmesi gerekli miktar (g)
Taze	11,8	27,96	3,30	30,31
A	17,89	22,59	4,04	24,74
B	14,68	26,07	3,83	26,13
C	19,07	14,69	2,80	35,70
D	18,26	25,6	4,67	21,39
E	11,84	14,81	1,75	57,03
F	11,97	25,55	3,06	32,70

A (Vakum), B (MAP): Sade marinat grubu. C (Vakum), D (MAP): Sıcak dumanlanmış marinat grubu. E (Vakum), F (MAP): Soğuk dumanlanmış marinat grubu

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, günlük 1g EPA+DHA alınması için tüketilmesi gerekli balık miktarı A, B, C, D, E ve F grubu için sırasıyla 30,31 g, 24,74 g, 26,13 g, 21,39 g, 57,03 g ve 32,70 g olarak belirlenmiştir (Şekil 5.27).



**Şekil 5.27.** Günlük 1 g EPA+DHA alınması için tüketilmesi gerekli hamsi miktarı.

Sağlık için günlük alınması gerekli EPA ve DHA miktarı değişkenlik göstermektedir. Bu miktar yaşa bağlı olarak değişmekle beraber, kişinin biyolojik yapısı, hastalık veya rahatsızlık durumuna göre de farklılıklar oluşturabilmektedir. Genel itibariyle uzmanlar, haftada iki kez balık tüketilmesini tavsiye etmektedir.

Khris-Etherton ve ark. (2002), günlük tüketilmesi gerekli EPA+DHA miktarını 0,5-1,8 g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Uysal ve ark. (2005), yapmış olduğu çalışmalarında günlük alınması gerekli EPA ve DHA miktarını 1 g olarak göstermişler ve bu miktarın karşılanabilmesi için tüketilmesi gerekli balık miktarını hamsi balığı için 29 g olarak belirtmişlerdir.

Dünya sağlık örgütüne göre (WHO), günlük 250-300 mg EPA+DHA alımının faydalı olacağı belirtilirken Amerikan Kalp Birliğine (AHA) göre ise haftada 340 g balık tüketiminin yeterli olacağı belirtilmektedir (Erkan 2013).

Çalışmada elde edilen veriler tavsiye niteliğindedir. Sonuçlar göstermiştir ki; hamsi balığı yapısı itibariyle zengin EPA ve DHA kaynağıdır ve işlendikten sonra bile besleyici değerini korumaktadır. Ayrıca, elde edilen ürünlerin, günlük olarak 24,74 g ile 57,03 g arasındaki tüketimi, gerekli EPA ve DHA miktarını karşılamaktadır.

### **5.5. Amino Asit Kompozisyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışma**

Yapılan bu çalışmada; taze ve marine ürünlerde toplam 16 adet amino asit tespit edilmiştir. Ayrıca bu bölümde; taze örneğe, paketlenme öncesine, deneme başına ve deneme sonuna ait değerlendirmeler almaktadır.



### **5.5.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A,B) Ait Amino Asit Kompozisyonu**

Sade marinat grubunun (A, B), amino asit içeriği izelge 5.21’de ve Şekil 5.28’de gösterilmiştir.



**Çizelge 5.21.** Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait amino asit kompozisyonu sonuçları.

Amino asit (g/100g)	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
Aspartik asit	<b>Vakum</b>	1,68±0,01 <sup>aB</sup>	1,87±0,00 <sup>aA</sup>	1,47±0,01 <sup>aC</sup>	1,43±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,68±0,01 <sup>aC</sup>	1,87±0,00 <sup>aB</sup>	1,59±0,01 <sup>bD</sup>	2,06±0,02 <sup>bA</sup>
Glutamik asit	<b>Vakum</b>	2,16±0,01 <sup>aB</sup>	2,23±0,01 <sup>aA</sup>	1,86±0,01 <sup>aC</sup>	2,24±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	2,16±0,01 <sup>aC</sup>	2,23±0,01 <sup>aB</sup>	2,13±0,00 <sup>bC</sup>	2,45±0,01 <sup>bA</sup>
Serin	<b>Vakum</b>	0,97±0,00 <sup>aA</sup>	0,89±0,00 <sup>aB</sup>	0,80±0,00 <sup>aC</sup>	0,65±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,97±0,00 <sup>aA</sup>	0,89±0,00 <sup>aC</sup>	0,93±0,00 <sup>bB</sup>	0,71±0,00 <sup>bD</sup>
Glisin	<b>Vakum</b>	0,81±0,00 <sup>aB</sup>	0,79±0,00 <sup>aC</sup>	0,71±0,00 <sup>aD</sup>	0,86±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,81±0,00 <sup>aB</sup>	0,79±0,00 <sup>aC</sup>	0,88±0,00 <sup>bA</sup>	0,88±0,00 <sup>bA</sup>
Histidin*	<b>Vakum</b>	1,21±0,01 <sup>aA</sup>	0,84±0,01 <sup>aB</sup>	0,78±0,01 <sup>aC</sup>	0,61±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,21±0,01 <sup>aA</sup>	0,84±0,01 <sup>aC</sup>	0,89±0,01 <sup>bB</sup>	0,61±0,00 <sup>aD</sup>
Arjinin	<b>Vakum</b>	0,59±0,00 <sup>aC</sup>	0,84±0,00 <sup>aB</sup>	0,58±0,00 <sup>aC</sup>	1,03±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,59±0,00 <sup>aB</sup>	0,84±0,00 <sup>aA</sup>	0,60±0,00 <sup>aB</sup>	0,59±0,03 <sup>bB</sup>
Treonin*	<b>Vakum</b>	1,12±0,00 <sup>aA</sup>	1,07±0,00 <sup>aB</sup>	0,95±0,00 <sup>aC</sup>	0,70±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,12±0,00 <sup>aB</sup>	1,07±0,00 <sup>aC</sup>	1,17±0,00 <sup>bA</sup>	0,82±0,00 <sup>bD</sup>
Alanin	<b>Vakum</b>	1,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,99±0,01 <sup>aB</sup>	0,88±0,00 <sup>aD</sup>	0,96±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,17±0,00 <sup>aB</sup>	0,99±0,01 <sup>aD</sup>	1,06±0,00 <sup>bC</sup>	1,30±0,01 <sup>bA</sup>
Prolin	<b>Vakum</b>	0,66±0,00 <sup>aA</sup>	0,61±0,00 <sup>aB</sup>	0,56±0,00 <sup>aC</sup>	0,62±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,66±0,00 <sup>aB</sup>	0,61±0,00 <sup>aC</sup>	0,71±0,00 <sup>bA</sup>	0,68±0,00 <sup>bB</sup>
Tirozin*	<b>Vakum</b>	0,64±0,00 <sup>aA</sup>	0,64±0,00 <sup>aA</sup>	0,54±0,00 <sup>aB</sup>	0,55±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,64±0,00 <sup>aB</sup>	0,64±0,00 <sup>aB</sup>	0,65±0,00 <sup>bB</sup>	0,74±0,01 <sup>bA</sup>
Valin*	<b>Vakum</b>	0,78±0,00 <sup>aC</sup>	0,82±0,00 <sup>aB</sup>	0,65±0,00 <sup>aD</sup>	0,89±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,78±0,00 <sup>aC</sup>	0,82±0,00 <sup>aB</sup>	0,79±0,00 <sup>bBC</sup>	1,14±0,01 <sup>bA</sup>
Metiyonin*	<b>Vakum</b>	0,38±0,00 <sup>aA</sup>	0,30±0,00 <sup>aD</sup>	0,34±0,00 <sup>aB</sup>	0,33±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,00 <sup>aB</sup>	0,30±0,00 <sup>aB</sup>	0,39±0,00 <sup>bB</sup>	0,84±0,15 <sup>bA</sup>

Devam ediyor...

Amino asit (g/100g)	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
İzo-Lösin*	Vakum	0,58±0,00 <sup>aC</sup>	0,64±0,00 <sup>aB</sup>	0,51±0,00 <sup>aD</sup>	0,76±0,00 <sup>aA</sup>
	MAP	0,58±0,00 <sup>aC</sup>	0,64±0,00 <sup>aB</sup>	0,63±0,00 <sup>bB</sup>	0,94±0,01 <sup>bA</sup>
Lösin*	Vakum	1,20±0,00 <sup>aC</sup>	1,22±0,00 <sup>aB</sup>	1,04±0,00 <sup>aD</sup>	1,31±0,00 <sup>aA</sup>
	MAP	1,20±0,00 <sup>aD</sup>	1,22±0,00 <sup>aC</sup>	1,26±0,00 <sup>bB</sup>	1,59±0,00 <sup>bA</sup>
Fenil alanin*	Vakum	0,74±0,00 <sup>aA</sup>	0,74±0,00 <sup>aA</sup>	0,63±0,00 <sup>aC</sup>	0,70±0,01 <sup>aB</sup>
	MAP	0,74±0,00 <sup>aB</sup>	0,74±0,00 <sup>aB</sup>	0,75±0,00 <sup>bB</sup>	0,92±0,01 <sup>bA</sup>
Lizin*	Vakum	3,29±0,01 <sup>aC</sup>	4,15±0,03 <sup>aA</sup>	2,90±0,01 <sup>aD</sup>	3,46±0,03 <sup>ab</sup>
	MAP	3,29±0,01 <sup>aB</sup>	4,15±0,03 <sup>aA</sup>	3,04±0,02 <sup>bC</sup>	2,92±0,02 <sup>bD</sup>
ΣEAA*	Vakum	9,93±0,01 <sup>aB</sup>	10,41±0,06 <sup>aA</sup>	8,36±0,01 <sup>aD</sup>	9,30±0,03 <sup>aC</sup>
	MAP	9,93±0,01 <sup>aB</sup>	10,41±0,06 <sup>aA</sup>	9,58±0,03 <sup>bC</sup>	10,52±0,09 <sup>bA</sup>
ΣNEAA	Vakum	8,04±0,01 <sup>aA</sup>	8,22±0,03 <sup>aB</sup>	6,85±0,01 <sup>aC</sup>	7,80±0,02 <sup>aD</sup>
	MAP	8,04±0,01 <sup>aBC</sup>	8,22±0,03 <sup>aB</sup>	7,89±0,00 <sup>bC</sup>	8,67±0,07 <sup>bA</sup>
ΣEAA/ΣNEAA	Vakum	1,23±0,00 <sup>aB</sup>	1,27±0,00 <sup>aA</sup>	1,22±0,00 <sup>aB</sup>	1,19±0,00 <sup>aC</sup>
	MAP	1,23±0,00 <sup>aA</sup>	1,27±0,00 <sup>aA</sup>	1,21±0,00 <sup>aA</sup>	1,21±0,02 <sup>aA</sup>
ΣAmino asit	Vakum	17,97±0,00 <sup>aB</sup>	18,64±0,08 <sup>aA</sup>	15,21±0,00 <sup>aD</sup>	17,10±0,05 <sup>aC</sup>
	MAP	17,97±0,00 <sup>aC</sup>	18,64±0,08 <sup>aB</sup>	17,47±0,03 <sup>bD</sup>	19,18±0,03 <sup>bA</sup>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** A grubu için **9. ay**, B grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.

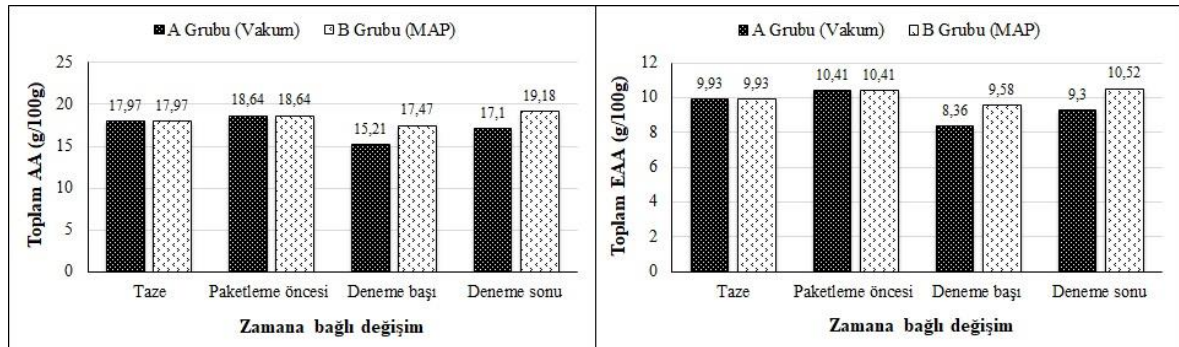
Sade marinat grubunun amino asit içeriği incelendiğinde, toplam amino asit miktarı ( $\Sigma AA$ ) ham materyalde  $17,97 \pm 0,00$  g/100 g, paketlenme öncesinde ise  $18,64 \pm 0,08$  g/100 g olarak bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Denemenin başında ve sonunda A (Vakum) grubunda toplam AA miktarı sırasıyla  $15,21 \pm 0,00$  g/100g ve  $17,10 \pm 0,05$  g/100 g, B (MAP) grubunda ise sırasıyla  $17,47 \pm 0,03$  g/100 g ve  $19,18 \pm 0,03$  g/100 g olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Gruplar arasındaki fark ise hem deneme başında hem de deneme sonunda istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Amino asit içeriğine bakıldığında, en fazla miktarda bulunan amino asidin Lizin olduğu görülmektedir. Bir esansiyel amino asit olan Lizin, ham materyalde  $3,29 \pm 0,01$  g/100 g olarak tespit edilmiş, marinasyon sonrasında (paketlenme öncesi) ise artarak  $4,15 \pm 0,03$  g/100 g değerini almıştır ( $p < 0,05$ ). Gruplar içerisinde, deneme başında ve sonunda, lizin miktarında artma gözlemlenmiş, gruplar arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Vücut için elzem olan ve mutlaka dışarıdan takviye şeklinde alınması gereken esansiyel amino asitler, hamsi balığında zengin miktarda bulunmaktadır. Toplam esansiyel amino asit miktarı ( $\Sigma EAA$ ), ham materyalde  $9,93 \pm 0,01$  g/100 g olarak tespit edilmiş ve toplam amino asit miktarının çoğunluğunu oluşturmuştur.

Yapılan marinasyon işlemi, balık etinin  $\Sigma EAA$  miktarının oransal olarak artışına neden olmuş ve bu değer paketlenme öncesinde A grubunda  $10,41 \pm 0,06$  g/100 g olarak belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Deneme başında ve sonunda, B grubunun  $\Sigma EAA$  miktarı, A grubunun  $\Sigma EAA$  miktarından fazla olduğu belirlenmiş, gruplar arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.21 ve Şekil 5.28’de gösterilmiştir.



Şekil 5.28. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait  $\Sigma AA$  ve  $\Sigma EAA$  değerleri.

Amino asitler, proteinlerin yapı taşı oluşturmakta ve insan sağlığı için önem arz etmektedir. Çalışmada, hamsi balığının amino asit içeriğinin zengin olduğu özellikle esansiyel amino asitleri yapısında bol miktarda bulundurduğu görülmektedir. Birçok amino asidin, özellikle de glutamik asit, aspartik asit, alanin ve glisin, balık etine hoş koku ve lezzetini verdiğini, ayrıca bu durumun marine edilmiş balıklarda da önemli olduğunu, bazı araştırmacılar ise bu amino asitleri bir kalite indeksi olarak kullanıldığını vurgulamıştır (Ruiz-Capillas ve Moral, 2004; zden 2005).

Hamsi ile yapılan çalışmalara bakıldığında taze örneğin toplam amino asit (AA) miktarını zden (2005), 12 264.5 mg /100 g olarak hesaplamış ve bu grup içerisinde de aspartik asit, glutamik asit ve lizin içeriğini en fazla miktarda tespit etmiştir.

Gençbay ve Turhan (2016), Karadeniz’de avlanan hamsi balığı filetolarındaki toplam AA ve EAA miktarını sırasıyla %39,55 ve %60,45 olarak belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmada, en fazla miktarda glutamik asit, aspartik asit, esansiyel amino asitlerden ise lizin amino asidinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bilgin ve ark. (2018), hamsinin toplam AA miktarını 25,09 mg/100 g, EAA miktarını, 14,45 mg/100 g, olarak tespit etmişler, ayrıca esansiyel amino asitleri içerisinde lizin ve lsinin en fazla miktarda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Özden (2005), marine edilmiş hamsinin depolama suresi boyunca amino asit değişimini incelemiş ve toplam AA miktarında artma ve azalmaların olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çalışmasında aspartik asidi, 1245, glutamik asidi 1194,5 ve lizin miktarını ise 1184 mg/100 g olarak tespit etmiştir.

Gencer (2012), sardalye balıklarından marinat yapmış ve ürünlerin amino asit içeriğini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre glutamik asit, aspartik ve lizin amino asit miktarının marinasyon sonrasında arttığını bildirmiştir.

Benzer olarak birçok araştırmacı balık etinde en fazla oranda glutamik asit, aspartik asit ve lizin olduğunu ayrıca amino asit içeriğinin balık türüne, avlandığı mevsimine, bölgesine göre değişkenlik gösterebileceğini rapor etmişlerdir (Erdem ve ark., 2009; Oliveira ve ark., 2009; Erkan ve ark., 2010; Kocatepe, 2010; zden ve Erkan, 2011; Kaya ve ark, 2014).

Yapılan çalışmalar, araştırma verileri ile uyum içesindedir. Buna ek olarak marine ürünlerin amino asit kompozisyonu, marinat salamurasının içeriği, özelliği ve balığın salamurada bekleme süresi gibi çeşitli etmenlere bağlı olarak değişebilir.

### **5.5.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C,D) Ait Amino Asit Kompozisyonu**

Sıcak dumanlanmış marinat (C, D) grubuna ait amino asit miktarına ilişkin bulgular Çizelge 5.22’de gösterilmiştir.



**Çizelge 5.22.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait amino asit kompozisyonu sonuçları.

Amino asit bileşen	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
Aspartik asit	<b>Vakum</b>	1,68±0,01 <sup>aA</sup>	2,18±0,01 <sup>aA</sup>	1,93±0,01 <sup>aB</sup>	2,13±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	1,68±0,01 <sup>aC</sup>	2,18±0,01 <sup>aB</sup>	2,18±0,01 <sup>bB</sup>	2,59±0,01 <sup>bA</sup>
Glutamik asit	<b>Vakum</b>	2,16±0,01 <sup>aD</sup>	2,69±0,00 <sup>aB</sup>	2,61±0,01 <sup>aC</sup>	3,31±0,02 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	2,16±0,01 <sup>aD</sup>	2,69±0,00 <sup>aC</sup>	2,81±0,01 <sup>bB</sup>	3,28±0,01 <sup>aA</sup>
Serin	<b>Vakum</b>	0,97±0,00 <sup>aC</sup>	1,40±0,01 <sup>aA</sup>	1,31±0,00 <sup>aB</sup>	0,95±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,97±0,00 <sup>aB</sup>	1,40±0,01 <sup>aA</sup>	1,41±0,01 <sup>bA</sup>	0,94±0,00 <sup>aB</sup>
Glisin	<b>Vakum</b>	0,81±0,00 <sup>aD</sup>	1,28±0,01 <sup>aA</sup>	1,13±0,00 <sup>aC</sup>	1,22±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,81±0,00 <sup>aB</sup>	1,28±0,01 <sup>aA</sup>	1,27±0,01 <sup>bA</sup>	1,29±0,01 <sup>bA</sup>
Histidin*	<b>Vakum</b>	1,21±0,01 <sup>aB</sup>	1,59±0,03 <sup>aA</sup>	1,50±0,01 <sup>aA</sup>	1,05±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,21±0,01 <sup>aB</sup>	1,59±0,03 <sup>aA</sup>	1,62±0,03 <sup>aA</sup>	1,08±0,00 <sup>bB</sup>
Arjinin	<b>Vakum</b>	0,59±0,00 <sup>aC</sup>	0,52±0,01 <sup>aD</sup>	0,80±0,00 <sup>aB</sup>	0,89±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,59±0,00 <sup>aC</sup>	0,52±0,01 <sup>aD</sup>	0,80±0,00 <sup>aA</sup>	0,64±0,01 <sup>bB</sup>
Treonin*	<b>Vakum</b>	1,12±0,00 <sup>aC</sup>	1,96±0,01 <sup>aA</sup>	1,59±0,00 <sup>aB</sup>	0,99±0,01 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,12±0,00 <sup>aD</sup>	1,96±0,01 <sup>aA</sup>	1,87±0,00 <sup>bB</sup>	1,16±0,00 <sup>bC</sup>
Alanin	<b>Vakum</b>	1,17±0,00 <sup>aD</sup>	1,58±0,00 <sup>aA</sup>	1,32±0,00 <sup>aC</sup>	1,55±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	1,17±0,00 <sup>aD</sup>	1,58±0,00 <sup>aB</sup>	1,50±0,00 <sup>bC</sup>	1,89±0,02 <sup>bA</sup>
Prolin	<b>Vakum</b>	0,66±0,00 <sup>aC</sup>	1,04±0,00 <sup>aA</sup>	0,87±0,00 <sup>B</sup>	0,87±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,66±0,00 <sup>aC</sup>	1,04±0,00 <sup>aA</sup>	1,01±0,01 <sup>bB</sup>	1,03±0,00 <sup>bA</sup>
Tirozin*	<b>Vakum</b>	0,64±0,00 <sup>D</sup>	1,01±0,01 <sup>aA</sup>	0,79±0,00 <sup>aC</sup>	0,85±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,64±0,00 <sup>aC</sup>	1,01±0,01 <sup>aA</sup>	0,96±0,01 <sup>bB</sup>	1,06±0,01 <sup>bA</sup>
Valin*	<b>Vakum</b>	0,78±0,00 <sup>aD</sup>	1,19±0,01 <sup>aB</sup>	0,90±0,01 <sup>aC</sup>	1,38±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,78±0,00 <sup>aC</sup>	1,19±0,01 <sup>aB</sup>	1,19±0,01 <sup>bB</sup>	1,60±0,01 <sup>bA</sup>
Metiyonin*	<b>Vakum</b>	0,38±0,00 <sup>aD</sup>	0,66±0,00 <sup>aA</sup>	0,49±0,00 <sup>aC</sup>	0,56±0,00 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,00 <sup>aD</sup>	0,66±0,00 <sup>aC</sup>	0,75±0,00 <sup>bB</sup>	0,95±0,00 <sup>bA</sup>

Devam ediyor...

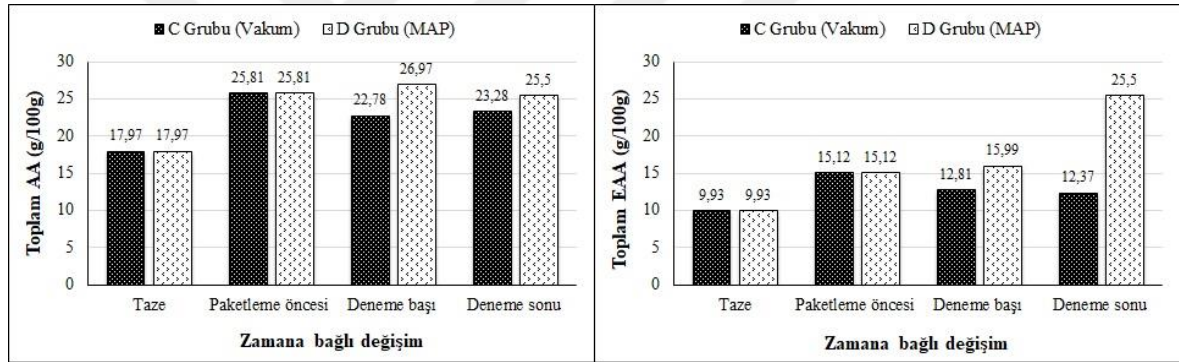
<b>Amino asit bileşen</b>	<b>Grup</b>	<b>Taze</b>	<b>Paketleme öncesi</b>	<b>Deneme başı</b>	<b>Deneme sonu</b>
İzo-Lösin*	<b>Vakum</b>	0,58±0,00 <sup>aD</sup>	0,96±0,01 <sup>aB</sup>	0,71±0,00 <sup>aC</sup>	1,13±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,58±0,00 <sup>aD</sup>	0,96±0,01 <sup>aC</sup>	1,01±0,00 <sup>bB</sup>	1,32±0,01 <sup>bA</sup>
Lösin*	<b>Vakum</b>	1,20±0,00 <sup>aD</sup>	1,93±0,00 <sup>aA</sup>	1,52±0,00 <sup>aC</sup>	1,88±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	1,20±0,00 <sup>aD</sup>	1,93±0,00 <sup>aB</sup>	1,88±0,01 <sup>bC</sup>	2,24±0,00 <sup>bA</sup>
Fenil alanin*	<b>Vakum</b>	0,74±0,00 <sup>aD</sup>	1,16±0,01 <sup>aA</sup>	0,89±0,00 <sup>aC</sup>	1,03±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	0,74±0,00 <sup>aD</sup>	1,16±0,01 <sup>aB</sup>	1,11±0,01 <sup>bC</sup>	1,27±0,01 <sup>bA</sup>
Lizin*	<b>Vakum</b>	3,29±0,01 <sup>aD</sup>	4,67±0,03 <sup>aA</sup>	4,42±0,02 <sup>aB</sup>	3,50±0,03 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	3,29±0,01 <sup>aC</sup>	4,67±0,03 <sup>aB</sup>	5,59±0,05 <sup>bA</sup>	3,15±0,02 <sup>bC</sup>
ΣEAA*	<b>Vakum</b>	<b>9,93±0,01<sup>aD</sup></b>	<b>15,12±0,09<sup>aA</sup></b>	<b>12,81±0,04<sup>aB</sup></b>	<b>12,37±0,10<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>9,93±0,01<sup>aD</sup></b>	<b>15,12±0,09<sup>aB</sup></b>	<b>15,99±0,13<sup>bA</sup></b>	<b>25,50±0,10<sup>bC</sup></b>
ΣNEAA	<b>Vakum</b>	<b>8,04±0,01<sup>aA</sup></b>	<b>10,70±0,03<sup>aB</sup></b>	<b>9,97±0,00<sup>aC</sup></b>	<b>10,91±0,06<sup>aD</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>8,04±0,01<sup>aA</sup></b>	<b>10,70±0,03<sup>aB</sup></b>	<b>10,98±0,05<sup>bC</sup></b>	<b>11,66±0,04<sup>bD</sup></b>
ΣEAA/ΣNEAA	<b>Vakum</b>	<b>1,23±0,00<sup>aA</sup></b>	<b>1,41±0,00<sup>aB</sup></b>	<b>1,29±0,00<sup>aC</sup></b>	<b>1,13±0,00<sup>aD</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>1,23±0,00<sup>aA</sup></b>	<b>1,41±0,00<sup>aB</sup></b>	<b>1,46±0,01<sup>bC</sup></b>	<b>1,19±0,00<sup>aD</sup></b>
ΣAmino asit	<b>Vakum</b>	<b>17,97±0,00<sup>aC</sup></b>	<b>25,81±0,12<sup>aA</sup></b>	<b>22,78±0,04<sup>aB</sup></b>	<b>23,28±0,16<sup>aB</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>17,97±0,00<sup>aC</sup></b>	<b>25,81±0,12<sup>aB</sup></b>	<b>26,97±0,17<sup>bA</sup></b>	<b>25,50±0,10<sup>bB</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** C grubu için **10. ay**, D grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir.



Amino asit kompozisyonu incelendiğinde; çalışmada, tüm gruplarda en fazla miktarda görülen amino asitler sırasıyla, lizin, glutamik asit ve aspartik asittir. Toplam amino asit miktarı ( $\Sigma AA$ ), ham materyalde  $17,97 \pm 0,00$  g/100 g iken paketleme öncesi  $25,81 \pm 0,12$  g/100 g olarak bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). C (Vakum) grubunda, grup içindeki fark istatistiki açıdan önemli değilken ( $p > 0,05$ ), D (MAP) grubunda ise grup içindeki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $p < 0,05$ ).

Toplam esansiyel amino asit ( $\Sigma EAA$ ) miktarı ham materyalde  $9,93 \pm 0,01$ , paketleme öncesinde ise  $15,12 \pm 0,09$  g/100 g olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Deneme başında C ve D grubunda  $\Sigma EAA$  miktarı sırasıyla  $12,81 \pm 0,04$  ve  $15,99 \pm 0,13$  g/100 g, deneme sonunda  $12,37 \pm 0,10$  ve  $25,50 \pm 0,10$  g/100 g olarak bulunmuştur. Gruplar arasındaki farkın hem deneme başında hem de deneme sonunda istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.22 ve Şekil 5.29'da gösterilmiştir.



**Şekil 5.29.** Sıcak dumanlanmış marinat (C, D) grubuna ait  $\Sigma AA$  ve  $\Sigma EAA$  sonuçları.

Sıcak dumanlanmış ürünlerin amino asit kompozisyonuna bakıldığında dumanlama sonrası amino asit miktarında önemli bir artışın olduğu görülmektedir. Bunun, ürünün nem kaybetmesine bağlı olarak gerçekleştiği söylenebilir. Sonuç olarak, yapılan her iki işleme metodunun da balıkların amino asit içeriğinde değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir.

Günlü (2007), levrek balığının sıcak dumanlama sonrası amino asit içeriğini araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre serbest amino asitlerden, arginin, alanin, lizin, valin+isolosin miktarında önemli artışın olduğunu bildirmiştir. Dumanlanmış ürünün taze balığa göre amino asit miktarındaki artışını, dumanlama işlemindeki sıcaklığın artırılması ve balık etinin su kaybetmesine bağlı olarak gerçekleştiğini belirtmiştir. Depolamaya bağlı olarak bazı amino asitlerin miktarında azalmaların olduğunu tespit etmiş, bu durumun ürünlerdeki proteolitik aktivitenin önemli oranda azalmasına bağlıdır.

Olgunoğlu (2012), dikenli yılan balığının sıcak dumanlama sonrası amino asit içeriğini incelemiştir. Taze balığın  $\sum$ EAA değerini 5,04 g/100 g, dumanlama sonrası ise bu değerini 11,17 g/100 g olarak hesaplamıştır. alışmasında; glutamik asit, aspartik asit ve lizin amino asidinin en fazla miktarda tespit edildiğini, ayrıca dumanlama işleminden sonra belirtilen amino asitlerin miktarında artışın olduğunu bildirmiştir.

Gencer (2012), sardalye balığından marinat ve dumanlanmış ürün elde etmiştir. Hem marine ürünün hem de dumanlanmış ürünün taze balığa kıyasla, toplam AA miktarında önemli bir artışın olduğunu (zellikle EAA) bildirmiş, ayrıca çalışmasında, yapılan işleme metodunun, balık etinin amino asit kompozisyonunda etkili olduğunu ifade etmiştir.

Koesoemawardani ve ark, (2017), fermente edilmiş hamsinin amino asit miktarında artışın olduğunu, glutamik ve aspartik asidin baskın olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bazı çalışmalar araştırma verileri ile uyum içerisinde dir. Oluşan farklılıklar ise balık türü, büyüklüğü vs. ve yapılan işleme metodlarının farklılığından kaynaklanabilir.

### **5.5.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (E, F) Ait Amino Asit Kompozisyonu**

Soğuk dumanlanmış marinat (E, F) grubuna ait amino asit kompozisyonu sonuçları izelge 5.23'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.23.** . Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Soğuk Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait besin kompozisyonu sonuçları.

Amino asit g/100g	Grup	Taze	Paketleme öncesi	Deneme başı	Deneme sonu
Aspartik asit	<b>Vakum</b>	1,68±0,01 <sup>aA</sup>	1,44±0,01 <sup>aB</sup>	1,11±0,06 <sup>aC</sup>	1,21±0,01 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,68±0,01 <sup>aA</sup>	1,44±0,01 <sup>aB</sup>	0,97±0,01 <sup>aC</sup>	1,42±0,01 <sup>bB</sup>
Glutamik asit	<b>Vakum</b>	2,16±0,01 <sup>aA</sup>	1,91±0,00 <sup>aB</sup>	1,61±0,03 <sup>aC</sup>	1,87±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	2,16±0,01 <sup>aB</sup>	1,91±0,00 <sup>aC</sup>	1,71±0,01 <sup>aD</sup>	2,31±0,01 <sup>bA</sup>
Serin	<b>Vakum</b>	0,97±0,00 <sup>aA</sup>	0,73±0,00 <sup>aB</sup>	0,75±0,01 <sup>aB</sup>	0,58±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,97±0,00 <sup>aA</sup>	0,73±0,00 <sup>aD</sup>	0,87±0,00 <sup>bB</sup>	0,79±0,00 <sup>bC</sup>
Glisin	<b>Vakum</b>	0,81±0,00 <sup>aA</sup>	0,70±0,00 <sup>aC</sup>	0,71±0,00 <sup>aB</sup>	0,65±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,81±0,00 <sup>aB</sup>	0,70±0,00 <sup>aD</sup>	0,76±0,00 <sup>bC</sup>	0,83±0,00 <sup>bA</sup>
Histidin*	<b>Vakum</b>	1,21±0,01 <sup>aA</sup>	0,93±0,00 <sup>aB</sup>	0,95±0,01 <sup>aB</sup>	0,82±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	1,21±0,01 <sup>aA</sup>	0,93±0,00 <sup>aD</sup>	1,11±0,01 <sup>bB</sup>	1,06±0,00 <sup>bC</sup>
Arjinin	<b>Vakum</b>	0,59±0,00 <sup>aA</sup>	0,55±0,00 <sup>aB</sup>	0,62±0,01 <sup>aA</sup>	0,46±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,59±0,00 <sup>aC</sup>	0,55±0,00 <sup>aD</sup>	0,78±0,01 <sup>bA</sup>	0,71±0,01 <sup>bB</sup>
Treonin*	<b>Vakum</b>	1,12±0,00 <sup>aA</sup>	0,85±0,00 <sup>aC</sup>	0,90±0,00 <sup>aB</sup>	0,68±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	1,12±0,00 <sup>aA</sup>	0,85±0,00 <sup>aB</sup>	1,08±0,03 <sup>bA</sup>	0,87±0,00 <sup>bB</sup>
Alanin	<b>Vakum</b>	1,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,89±0,00 <sup>aB</sup>	0,84±0,02 <sup>aC</sup>	0,89±0,00 <sup>aBC</sup>
	<b>MAP</b>	1,17±0,00 <sup>aA</sup>	0,89±0,00 <sup>aC</sup>	0,92±0,01 <sup>aB</sup>	1,15±0,00 <sup>bA</sup>
Prolin	<b>Vakum</b>	0,66±0,00 <sup>aA</sup>	0,55±0,00 <sup>aB</sup>	0,54±0,00 <sup>aB</sup>	0,47±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,66±0,00 <sup>aB</sup>	0,55±0,00 <sup>aD</sup>	0,60±0,00 <sup>bC</sup>	0,70±0,00 <sup>bA</sup>
Tirozin*	<b>Vakum</b>	0,64±0,00 <sup>aA</sup>	0,54±0,00 <sup>aB</sup>	0,49±0,01 <sup>aC</sup>	0,42±0,00 <sup>aD</sup>
	<b>MAP</b>	0,64±0,00 <sup>aA</sup>	0,54±0,00 <sup>aC</sup>	0,57±0,00 <sup>bBC</sup>	0,59±0,01 <sup>bB</sup>
Valin*	<b>Vakum</b>	0,78±0,00 <sup>aA</sup>	0,62±0,00 <sup>aB</sup>	0,62±0,01 <sup>aB</sup>	0,79±0,01 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,78±0,00 <sup>aB</sup>	0,62±0,00 <sup>aD</sup>	0,69±0,00 <sup>bC</sup>	0,84±0,00 <sup>bA</sup>
Metiyonin*	<b>Vakum</b>	0,38±0,00 <sup>aB</sup>	0,37±0,00 <sup>aB</sup>	0,31±0,00 <sup>aC</sup>	0,42±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,38±0,00 <sup>aC</sup>	0,37±0,00 <sup>aC</sup>	0,46±0,00 <sup>bB</sup>	0,59±0,00 <sup>bA</sup>

Devam ediyor...

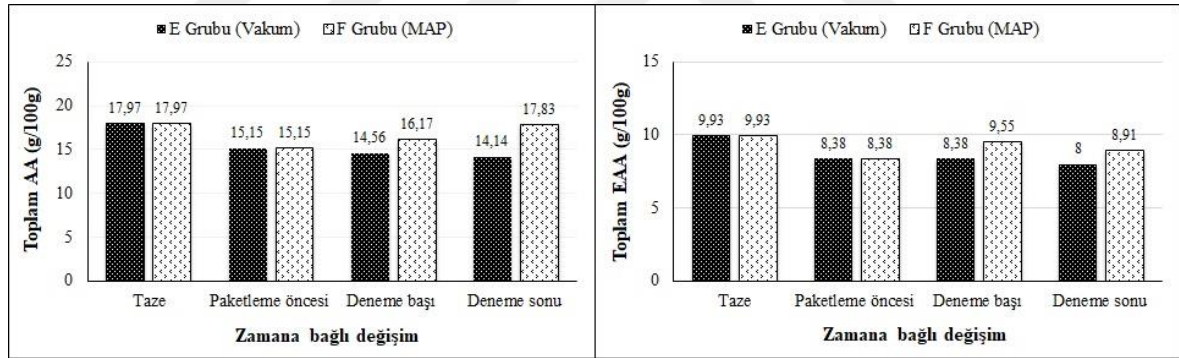
<b>Amino asit bileşen</b>	<b>Grup</b>	<b>Taze</b>	<b>Paketleme öncesi</b>	<b>Deneme başı</b>	<b>Deneme sonu</b>
İzo-Lösin*	<b>Vakum</b>	0,58±0,00 <sup>aB</sup>	0,48±0,00 <sup>aD</sup>	0,51±0,00 <sup>aC</sup>	0,67±0,00 <sup>aA</sup>
	<b>MAP</b>	0,58±0,00 <sup>aB</sup>	0,48±0,00 <sup>aD</sup>	0,53±0,00 <sup>aC</sup>	0,68±0,00 <sup>bA</sup>
Lösin*	<b>Vakum</b>	1,20±0,00 <sup>aA</sup>	1,04±0,00 <sup>aB</sup>	0,99±0,01 <sup>aC</sup>	1,07±0,01 <sup>aB</sup>
	<b>MAP</b>	1,20±0,00 <sup>aB</sup>	1,04±0,00 <sup>aC</sup>	1,01±0,00 <sup>aD</sup>	1,37±0,00 <sup>bA</sup>
Fenil alanin*	<b>Vakum</b>	0,74±0,00 <sup>aA</sup>	0,63±0,01 <sup>aB</sup>	0,59±0,01 <sup>aC</sup>	0,59±0,00 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	0,74±0,00 <sup>aA</sup>	0,63±0,01 <sup>aC</sup>	0,67±0,00 <sup>bB</sup>	0,75±0,00 <sup>bA</sup>
Lizin*	<b>Vakum</b>	3,29±0,01 <sup>aA</sup>	2,90±0,02 <sup>aB</sup>	3,02±0,04 <sup>aB</sup>	2,53±0,02 <sup>aC</sup>
	<b>MAP</b>	3,29±0,01 <sup>aB</sup>	2,90±0,02 <sup>aC</sup>	3,43±0,03 <sup>bA</sup>	3,18±0,00 <sup>bB</sup>
ΣEAA*	<b>Vakum</b>	<b>9,93±0,01<sup>aA</sup></b>	<b>8,38±0,05<sup>aB</sup></b>	<b>8,38±0,09<sup>aB</sup></b>	<b>8,00±0,04<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>9,93±0,01<sup>aA</sup></b>	<b>8,38±0,05<sup>aC</sup></b>	<b>9,55±0,08<sup>bB</sup></b>	<b>9,91±0,02<sup>bA</sup></b>
ΣNEAA	<b>Vakum</b>	<b>8,04±0,01<sup>aA</sup></b>	<b>6,77±0,02<sup>aB</sup></b>	<b>6,18±0,11<sup>aC</sup></b>	<b>6,14±0,02<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>8,04±0,01<sup>aA</sup></b>	<b>6,77±0,02<sup>aB</sup></b>	<b>6,62±0,04<sup>aB</sup></b>	<b>7,92±0,03<sup>bA</sup></b>
ΣEAA/ΣNEAA	<b>Vakum</b>	<b>1,23±0,00<sup>aC</sup></b>	<b>1,24±0,00<sup>aC</sup></b>	<b>1,36±0,01<sup>aA</sup></b>	<b>1,30±0,00<sup>aB</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>1,23±0,00<sup>aB</sup></b>	<b>1,24±0,00<sup>aB</sup></b>	<b>1,44±0,00<sup>bA</sup></b>	<b>1,25±0,00<sup>bB</sup></b>
ΣAmino asit	<b>Vakum</b>	<b>17,97±0,00<sup>aA</sup></b>	<b>15,15±0,06<sup>aB</sup></b>	<b>14,56±0,21<sup>aBC</sup></b>	<b>14,14±0,06<sup>aC</sup></b>
	<b>MAP</b>	<b>17,97±0,00<sup>aA</sup></b>	<b>15,15±0,06<sup>aB</sup></b>	<b>16,17±0,12<sup>bC</sup></b>	<b>17,83±0,04<sup>bA</sup></b>

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** E grubu için **6. ay**, F grubu için **5. ay** olarak ifade edilmektedir.

Bu grupta belirlenen toplam amino asit ( $\Sigma AA$ ) miktarı ham materyalde  $17,97 \pm 0,00$  g/100 g, paketlenme öncesinde  $15,15 \pm 0,06$  g/100 g, deneme başında E (Vakum) ve F (MAP) grubunda sırasıyla  $14,56 \pm 0,21$  g/100 g ve  $16,17 \pm 0,12$  g/100 g olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Tüm gruplarda olduğu gibi, soğuk dumanlanmış marinat grubunda da lizin  $3,29 \pm 0,01$  g/100 ve glutamik asit  $2,16 \pm 0,01$  g/100 g en fazla miktarda bulunan amino asit olmuştur. Yapılan marinasyon ve dumanlama işleminden sonra (paketlenme öncesi) bu değerler sırasıyla  $2,90 \pm 0,02$  ve  $1,91 \pm 0,00$  g/100 g olarak tespit edilmiş, aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Toplam amino asit miktarı içerisinde büyük çoğunluğu oluşturan esansiyel amino asit miktarı ( $\Sigma EAA$ ), ham materyalde, toplamda  $9,93 \pm 0,01$  g/100 g, paketlenme öncesinde ise  $8,38 \pm 0,05$  g/100 g olarak tespit edilmiştir. E, F grubunda ise hem deneme başında hem de deneme sonunda, gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.23 ve Şekil 5.30'da gösterilmiştir.



**Şekil 5.30.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat (E,F) grubuna ait  $\Sigma AA$  ve  $\Sigma EAA$  sonuçları.

Günlü (2007), Soğuk dumanlanmış levrek balıkları için, depolamaya bağlı olarak aspartik asit, glutamik asit, alanin ve terosin içeriğinde önemli derecede arttığını, glisin içeriğinin önemli oranda azaldığını, prolin içeriğinin ise önemsiz değişimler gösterdiğini belirtmiştir.

Gencer (2012), soğuk dumanlanmış levrek balıklarının amino asit içeriğini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre, prolin ve alanin içeriğinde önemsiz bir değişimin olduğunu, glisin içeriğinde ise önemli bir azalışın olduğunu belirtmiştir. Ayrıca aspartik asit, glutamik asit, trosin ve arginin içeriğinde önemli derecede artışın, diğer amino asitlerde ise depolamaya bağlı olarak düzensiz artma ve azalmaların olduğunu bildirmiştir. Depolama sonundaki bu

durumun soğuk dumanlama işleminin proteolitik aktiviteyi azaltmasından kaynaklandığını rapor etmiştir.

Çalışmamızda, balık etine uygulanan marinasyon ve dumanlama işleminin ürünün besin kompozisyonunu etkilediği, bunun sonucu olarak da amino asit içeriğinin etkilendiği düşünülmektedir. Ürünün nem içeriğine bağlı olarak protein miktarındaki oransal artış ve azalışların, proteolitik aktiviteyi etkilediği söylenebilir.

Amino asit ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında benzer durum görülmektedir. Balığın türü, büyüklüğü, avlandığı mevsim ve bölgesi, beslenme özelliğine, suyun fiziko-kimyasal yapısı gibi etmenlerin dışında; balık etine uygulanan işleme metodu (marinasyon, dumanlama vs.), kullanılan malzemelerin içeriği, oranları, depolama süresi, sıcaklığı da amino asit içeriğini etkilemektedir (Özden 2005; Olgunoğlu, 2012; Gencer, 2012; Gençbay ve Turhan, 2016).

## **5.6. Kimyasal Analiz Sonuçları ile İlgili Bulgular ve Tartışma**

Bu bölümde, ürünlerin kalitelerini tespit etmek amacıyla; ham materyalde, paketlenme öncesinde, denemenin başında ve depolama süresi boyunca her ayın belirli bir gününde, bazı kimyasal analizler (TBARs, TVB-N, pH) yapılmıştır.

### **5.6.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A,B) Ait Kimyasal Analizler**

Sade marinat grubuna ait, TBARs (Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri), TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) ve pH sonuçları Çizelge 5.24'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.24.** Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait kimyasal analiz sonuçları.

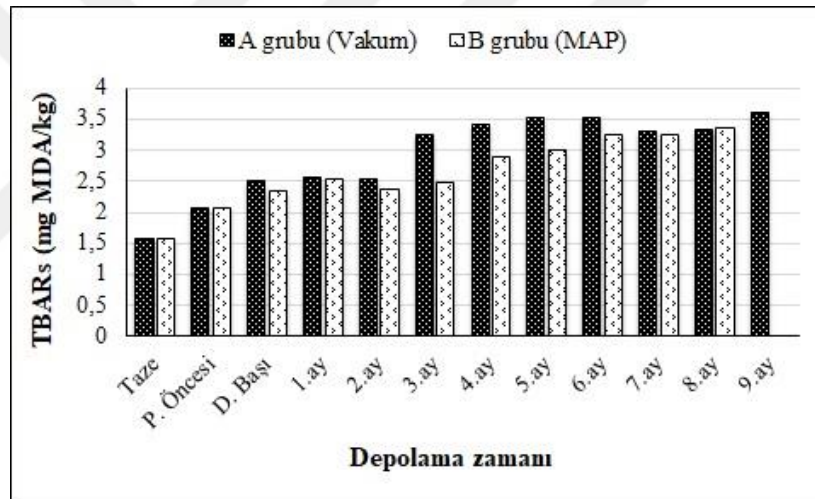
Analizler	TBARs (mgMDA/kg)		TVB-N (mg/100g)		pH	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
Taze	1,57±0,03 <sup>fA</sup>	1,57±0,03 <sup>fA</sup>	17,40±0,33 <sup>aA</sup>	17,40±0,33 <sup>aA</sup>	6,13±0,01 <sup>aA</sup>	6,13±0,01 <sup>aA</sup>
Paketleme Öncesi	2,07±0,03 <sup>eA</sup>	2,07±0,03 <sup>eA</sup>	10,88±0,40 <sup>fA</sup>	10,88±0,4 <sup>efA</sup>	4,07±0,01 <sup>bcA</sup>	4,07±0,01 <sup>cA</sup>
Deneme Başı (1. gün)	2,51±0,05 <sup>dA</sup>	2,35±0,05 <sup>dB</sup>	9,22±0,38 <sup>gA</sup>	9,12±0,19 <sup>gA</sup>	3,94±0,01 <sup>fA</sup>	4,08±0,01 <sup>bcB</sup>
1. ay	2,56±0,03 <sup>dA</sup>	2,55±0,01 <sup>cA</sup>	12,29±0,21 <sup>eA</sup>	10,43±0,25 <sup>efB</sup>	4,09±0,01 <sup>bcA</sup>	4,12±0,01 <sup>bB</sup>
2. ay	2,54±0,02 <sup>dA</sup>	2,38±0,03 <sup>dB</sup>	14,90±0,27 <sup>bcA</sup>	11,3±0,08 <sup>cdeB</sup>	4,06±0,01 <sup>cA</sup>	3,96±0,01 <sup>dB</sup>
3. ay	3,26±0,04 <sup>cA</sup>	2,48±0,02 <sup>cdB</sup>	12,1±0,19 <sup>efA</sup>	10,29±0,14 <sup>fB</sup>	3,92±0,01 <sup>fA</sup>	3,90±0,01 <sup>eA</sup>
4. ay	3,41±0,04 <sup>bcA</sup>	2,89±0,04 <sup>bB</sup>	12,98±0,05 <sup>deA</sup>	10,96±0,04 <sup>d<sup>efB</sup></sup>	4,02±0,01 <sup>dA</sup>	3,92±0,01 <sup>eB</sup>
5. ay	3,52±0,06 <sup>abA</sup>	3,01±0,01 <sup>bB</sup>	14,76±0,14 <sup>bcA</sup>	11,84±0,08 <sup>cdB</sup>	3,99±0,01 <sup>deA</sup>	4,06±0,01 <sup>cB</sup>
6. ay	3,54±0,02 <sup>abA</sup>	3,25±0,05 <sup>aB</sup>	13,89±0,18 <sup>cdA</sup>	10,45±0,14 <sup>efB</sup>	3,95±0,01 <sup>efA</sup>	3,91±0,01 <sup>eB</sup>
7. ay	3,31±0,04 <sup>cA</sup>	3,24±0,02 <sup>aA</sup>	14,41±0,36 <sup>bcA</sup>	11,92±0,06 <sup>cB</sup>	4,11±0,01 <sup>bA</sup>	3,92±0,01 <sup>eB</sup>
8. ay	3,33±0,02 <sup>cA</sup>	3,37±0,02 <sup>aA</sup>	15,26±0,14 <sup>bA</sup>	13,89±0,06 <sup>bB</sup>	3,91±0,01 <sup>fA</sup>	3,75±0,01 <sup>fB</sup>
9. ay	3,62±0,03 <sup>a</sup>	*	15,20±0,11 <sup>b</sup>	*	3,81±0,01 <sup>g</sup>	*

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** A grubu için **9. ay**, B grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir. \*: Analiz yapılmadı.

### 5.6.1.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait TBARs Analizi

TBARs analizi ile balık etinde, yağlarının acılaşmasının zamana bağlı olarak değişimi incelenmiştir. Ham materyalde TBARs değeri,  $1,57 \pm 0,03$  mg MDA/kg olarak hesaplanarak balık etinin çok iyi kalitede olduğu tespit edilmiş, marinasyon sonunda ise TBARs,  $2,07 \pm 0,03$  mg MDA/kg değerini almış ( $p < 0,05$ ), depolama süresi boyunca da bu değerde artışlar gözlemlenmiştir.

Deneme sonunda A (9. ay) ve B (8. ay) grubunda TBARs değeri sırasıyla  $3,62 \pm 0,03$  ve  $3,37 \pm 0,02$  mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. B (MAP) grubu, A (Vakum) grubuna göre daha düşük TBARs değerine sahip olsa da, gruplar arasındaki fark, 1. 7. ve 8. aylarda istatistiki açıdan önemsiz ( $p > 0,05$ ) diğer aylarda ise önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). A ve B grubunun TBARs değerine ait bulgular Çizelge 5.24 ve Şekil 5.31’de gösterilmiştir.



Şekil 5.31. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait TBARs sonuçları.

TBA analizi, et ve et ürünlerdeki doymamış yağların oksitlenmesi sonucu oluşan malonaldehit miktarının tespiti için yapılmakta ve balık etindeki yağların acılaşmasının derecesini göstermektedir. Oldukça yaygın olarak kullanılan TBA analizi, balık yağlarının bozulması ile ilgili fikir vermektedir. Yağların bozulması ile bazı vitamin ve mineraller kaybolmakta, ayrıca lezzet ve kokuda da hoş olmayan değişiklikler olabileceği de ifade edilmektedir (Kietzmann ve ark., 1969; Kutlu,1996; Soyer, 1999; Varlık ve ark., 2004; Sallam, 2007; Çaklı ve ark., 2008).



Schormüller (1969), tarafından belirtilen balık etindeki TBA miktarının çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilir sınır değerinin ise 7 – 8 mg MDA/kg arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993).

Çalışmada ham materyalin dondurulup çözündürülmesine rağmen çok iyi kalitede olduğu, yapılan ürünlerin ise TBARs değerinin zamana bağlı olarak her iki grupta da arttığı, fakat tüketilebilir sınır değerini depolama süresi boyunca aşmadığı tespit edilmiştir.

Kocatepe ve ark. (2014), Karadeniz'den avlanan hamsi balıklarını, farklı gruplar oluşturarak dondurmuş ve -30°C'de 180 gün muhafaza etmiştir. Elde ettikleri bulgulara göre taze hamsinin TBA değerini 2.68 mg MDA/kg olduğunu ve depolama süresi boyunca da yağ oksidasyonuna bağlı olarak TBA değerinde artışın olduğunu bildirmişlerdir.

Çağlak ve ark. (2016), taze hamsinin TBA değerini 2,55 mg MDA/kg olarak belirtmişlerdir.

Turan ve ark. (2017), donmuş ve çözündürülmüş taze hamsinin, TBA değerini 4.23 mg MDA/kg olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada, marine ürünün, taze örneğe göre TBARs değerinde artışın olduğu görülmektedir.

Olgunoğlu (2007), hamsi marinatinın deneme başındaki TBA değerini 1,16 mg MDA/kg olarak hesaplamış ve bu değer depolama süresi boyunca sınır değerini aşmadığını bildirmiştir.

Benzer olarak Çakır (2010), hamsi marinatinın asetik asitli grubunda başlangıç TBA değerini 1,12-1,25 mg MDA/kg arasında olduğunu, depolama süresi boyunca TBA değerinin arttığını fakat tüketilebilir sınır değerini aşmadığını bildirmiştir.

Kadak (2012), hamsi ile yaptığı marinat çalışmasında, taze örneğin TBA değerini 0,78, marinasyon sonrasında ise kontrol grubunda bu değer artarak 1,29 mg MDA/kg olduğunu tespit etmiş ve depolama süresi boyunca TBA değerinin arttığını bildirmiştir.

Yapılan çalışmalarda ayrıca TBA analizi ile duyu analizi arasında bir bağlantının olduğu, yağ oksidasyonunun zamanla artmasının duyu olarak da hissedilebildiği belirtilmiştir. Benzer olarak birçok araştırmacı yapılan marinat çalışmasında TBA değerinin zamana bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir (Cadun ve ark. 2005; Erdem ve ark., 2005; Kılınç ve Çaklı, 2005; Özden ve Erkan 2006; Kılınç ve ark., 2007; Sallam ve ark., 2007).

Çalışmada, A ve B grubu karşılaştırıldığında; B (MAP) grubunun, A (Vakum) grubuna göre nispeten daha iyi bir TBARs değerine sahip olduğu görülmektedir. B grubuna uygulanan MAP tekniğinin, ürünleri nispeten daha iyi koruduğu söylenebilir. Paket içerisindeki CO<sub>2</sub> gazı başlangıçta ürünü korumuş, fakat zaman içerisinde koruyucu etkisi azalmıştır.

Günşen ve ark. (2011), hamsi balığından marinat yapmış ve farklı paketlenme tekniklerinin ürün kalitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında, marine ürünü 3 farklı şekilde paketlenmişler (Vakum, MAP1 :% 70 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>, MAP2: :%50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>), elde ettiği sonuçlara göre taze hamsinin TBA değerini 0,02, marinasyon sonrasında ise 1,04 mg MDA/kg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada, TBA değerinin tüm gruplarda depolama süresi boyunca arttığını fakat tüketilebilir sınır değerini aşmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca MAP'lı grupların vakum paketlenen gruba göre daha iyi bir TBA değerine sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Erkan ve ark. (2006), modifiye atmosfer paketlenen, sardalye balıklarının raf ömrüne etkisini incelemişler ve MAP'lı grupların normal paketlenen (hava atmosferi) gruba göre daha iyi bir TBA değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çağlak (2009), MAP uygulanan sübye, kara midye ve lakerdanın buzdolabı koşullarındaki bazı kalite parametrelerini incelemiştir. Çalışmada, kara midye için, MAP'lı grupların TBA değerlerinde, vakum paketlenen gruplara göre olumlu bir etkisinin olmadığını, fakat polietilen paketlenen gruplara göre olumlu yönde önemli sonuçlar elde ettiğini bildirmiştir. Sübye ürünlerinde ise MAP'lı grupların TBA değerinin vakum paketlenen gruplara göre daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmiştir.

Kocatepe (2010), levrek balıklarını farklı gaz oranlarında MAP, vakum ve normal (hava atmosferi) olarak paketlenmiş ve kalitesini incelemiştir. Elde ettiği verilere göre; MAP'ın yağ oksidasyonunu sınırladığını fakat vakum paketlenen daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmiştir. Deneme başlangıcında, MAP'lı grupların TBA değerinin diğer gruplara göre yüksek çıkmasının nedeni ise, kaslardaki antioksidatif enzimlerin CO<sub>2</sub> etkisi ile inaktif olmasına ve hemoglobinin denatürasyonu sonucu prooksidant olarak görev yapmasına bağlamıştır.

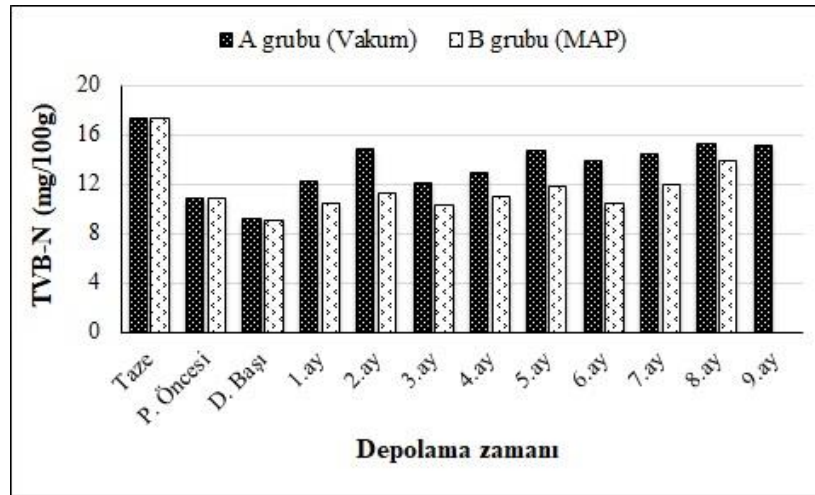
Yapılan bazı çalışmaların araştırma verileri ile uyum içerisinde olduğu görülmekte, çalışmalar arasındaki farklılığın ham maddenin türüne, yapısına, yapılan marinasyon işlemine, depolama sıcaklığına, paketlenme materyalinin farklılığına bağlı olarak da değiştiği

söylenbilir. Buna ek olarak paket içerisine verilen gazın hacmi ile ürünün hacmi arasındaki bağlantının önemli olduğu vurgulanmaktadır. MAP'lı ürünlerde, gaz hacmi/ürün hacmi oranı 2:1 veya 3:1 olması istenmekte, bu oranın fazla olduğu durumlarda ise CO<sub>2</sub>'nin çözünmesine bağlı olarak paketin çökmesine neden olduğu bildirilmektedir (Günşen ve ark., 2011). Bu çalışmada ise gazın hacmi /ürün hacmi 1/1 olarak gerçekleşmiş, fakat daha yüksek orandaki gaz hacminin daha iyi sonuçlar verebileceği söylenebilir.

#### 5.6.1.2. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait TVB-N Analizi

Su ürünlerinin kalitelerini belirlemede önemli bir yeri olan TVB-N analizi, mevcut çalışmada yapılmış ve sonuçlar detaylı olarak verilmiştir. Ham materyalde TVB-N değeri  $17,40 \pm 0,33$  mg/100 g olarak belirlenmiştir. TVB-N açısından iyi kalitede olduğu belirlenen taze balık eti, yapılan marinasyon işleminden sonra (paketlenme öncesi) asidin etkisiyle,  $10,88 \pm 0,40$  mg/100 g değerine düşmüştür ( $p < 0.05$ ). Depolama süresi boyunca, her iki grupta da TVB-N değerinde dalgalanmaların olduğu görülmüştür.

A (Vakum) grubunun deneme sonu (9. ay) TVB-N değeri,  $15,20 \pm 0,11$  mg/100 g, B (MAP) grubunun deneme sonu (8. ay) değeri  $13,89 \pm 0,06$  mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sade marinat grubuna (A, B) ait bulgular Çizelge 5.24 ve Şekil 5.32'de gösterilmiştir.



Şekil 5.32. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait TVB-N sonuçları.

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde önemli bir kriter olan TVB-N analizi, balığın bozulması ile ilgili fikir vermektedir. Balık etinde ölüm sonrası kalite kaybının bir nedeni de

mikrobiyal aktivite sonucu azotlu bileşiklerin oluşmasıdır. Balık etindeki protein olmayan azotlu bileşiklerin yıkılması sonucu bazı kokuşma ürünleri oluşmaktadır. Ortaya çıkan uçucu bazların tespiti için ise TVB-N analizi yapılmakta ve birçok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılmaktadır (Connell, 1995; Gökoğlu, 2002; Yerlikaya ve ark., 2005).

TVB-N analizi; Antonocoppoulus tarafından modifiye edilen, Lücke - Geidel metodu ile yapılmış (Ludorf ve Meyer, 1973) ve aşağıda gösterilen, TVB-N miktarına göre balıkların kalitesi sınıflandırılmıştır (Varlık ve ark. 1993).

Su ürünlerinin kalite sınıflandırılmasında;

<25 mg/100g, TVB-N içeren örneklerin; Çok iyi,

<30 mg /100g, TVB-N içeren örneklerin; iyi,

<35 mg /100g TVB-N içeren örneklerin; pazarlanabilir

35 mg/100g'dan fazla TVB-N içeren örneklerin ise bozulmuş olduğu bildirilmektedir.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 1380 sayılı Su Ürünleri Kanununa dayanılarak hazırlanan "Balıklarda Organoleptik, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kabul Edilebilir Değerler" tebliğinde, taze ve soğutulmuş balıkların TVB-N içeriği;

< 20 mg Azot /100g; Uygun

20-28 mg Azot /100g; Kabul Edilebilir

> 28 mg Azot /100g değeri ise kabul edilemez olarak belirtilmiştir (Anonim, 2008).

Ayrıca, Avrupa Birliği Direktifine göre (EU Directive, 2005 ve 2008.) balıkçılık ürünleri için TVB-N limitleri 25-35 mg /100g olarak bildirilmiştir (Koral ve ark., 2016).

Buna göre çalışmadaki taze hamsinin başlangıç kalitesinin çok iyi olduğu, her iki grupta da TVB-N miktarının zamanla arttığı ayrıca depolama süresi boyunca belirtilen limitleri aşmadığı görülmektedir.

Massa ve ark. (2011), çalışmalarında hamsi balığının duyu ve kimyasal açıdan kalite indeksini araştırmışlar ve elde ettikleri bulgulara göre taze hamsinin TVB-N değerini 18,43

mg /100g olarak belirlemişlerdir. Çağlak ve ark. (2016), ise bu değeri taze hamside 7,70 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Özden ve Baygar (2003), yapmış oldukları çalışmalarında taze hamsinin TVB-N değerini 17,79 mg/100 g, marinasyon sonrasında 4,38 mg /100 g olarak tespit etmişlerdir. Kadak (2012), taze hamsinin TVB-N değerini 16,26 mg/100 g olarak hesaplamıştır. Çalışmada ayrıca TVB-N miktarının, marinasyon sonrasında salamuradaki asidin etkisiyle, 5,43 mg/100g değerine düştüğünü bildirmiştir.

Bilir (2011), çalışmasında sardalye balığından marinat yapmış ve ham materyalin TVB-N değerini 17,36 mg/100g, marinasyon sonrasında (3 gün), üzüm sirkeli grubunda 8,12, elma sirkeli grubunda ise 6,44 mg /100 g olduğunu tespit etmiştir.

Baygar ve ark. (2012), taze levrek balığının TVB-N değerinin 16,89 mg /100 g olduğunu bu değer in marinasyon sonrasında belirgin bir derecede azaldığını belirtmişlerdir.

Mevcut çalışmada, depolama süresi boyunca A (Vakum) ve B (MAP) grubunun TVB-N miktarının arttığı, bazı aylarda ise düzensiz artış ve azalışların olduğu görülmektedir.

Szymczak ve Kolakowski (2016), marinasyon işleminin etteki TVB-N değerini önemli derecede düşürdüğünü ve marine edilmiş etin kalitesini potansiyel olarak arttırdığını bildirmişlerdir

Özden ve Baygar (2003), marine hamsinin TVB-N miktarının depolama süresi boyunca arttığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında ayrıca TVB-N miktarında düzensiz artış ve azalışların olduğunu tespit etmişlerdir.

Erdem ve ark. (2005), yapmış olduğu çalışmasında marine edilmiş istavrit balıklarında TVB-N miktarının depolama süresi boyunca arttığını bildirmiştir.

Olgunoğlu (2007), marine edilmiş hamsinin depolamanın başlangıcında TVB-N değerini 11,90 mg/100 g olarak tespit etmiş, depolamanın sonunda ise bu değer in artarak 16,91 mg/100 grama ulaştığını bildirmiştir. Benzer olarak Kadak (2012) hamsi marinatının depolama süresi boyunca TVB-N değerinde artışın olduğunu tespit etmiştir.

Birçok araştırmacı, marinasyon işleminin balık etinin TVB-N değerini azalttığını belirtmiş (Varlık ve ark., 2000: Kılınç ve ark. 2007: Kurt Kaya ve Baştürk, 2015), yapılan ürünlerin

ise depolama süresi boyunca TVB-N miktarında artışlar olduğunu rapor etmiştir (Aksu ve ark., 1997; Dokuzlu, 2000; Özden ve Erkan; 2006; Gökoğlu ve ark., 2009).

Sade marinat grubunun (A, B), TVB-N değerlerine bakıldığında depolama süresi boyunca her iki grupta da (Vakum, MAP), ürünlerin iyi kalitede olduğu görülmüş, yapılan paketleme tekniklerinin ürünü koruduğu belirlenmiştir.

Günşen ve ark. (2011), farklı paketleme yöntemlerinin (Vakum, MAP) marine edilmiş hamsi balığının kalitesine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında taze balığın TVB-N değerini 9,7, marinyasyon sonrasında ise bu değer azalarak 8,24 mg /100 g olduğunu hesaplamışlar, buna karşın depolama süresi boyunca bu miktarın arttığını bildirmişlerdir. Vakum paketli grubun deneme sonunda (7. ay), TVB-N değerini 15,78 mg /100 g, MAP'lı grupların ise (MAP1: %70 CO<sub>2</sub>+% 30 N<sub>2</sub>, MAP2: %50 CO<sub>2</sub>+% 50 N<sub>2</sub>) deneme sonu (11. ay) değerlerini sırasıyla 22,47-23,01 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Özoğul ve ark. (2004), sardalye balıklarını, normal (hava), vakum ve MAP (%60 CO<sub>2</sub>+ %40 N<sub>2</sub>) ile paketlemişler ve buzdolabı koşullarında depolayarak kalitelerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre TVB-N değerlerinin depolamaya bağlı olarak tüm gruplarda arttığını bildirmişlerdir. Depolama sonunda en yüksek TVB-N değerleri olan grupların sırasıyla hava >vakum>MAP şeklinde olduğunu belirtmişlerdir.

Erkan ve ark. (2006), sardalye balıkları üzerinde yapmış oldukları çalışmada, balıkları, normal hava ve farklı gaz karışımlarının ( % 5 O<sub>2</sub>+% 35 CO<sub>2</sub>+% 60 N<sub>2</sub> ve % 5 O<sub>2</sub>+ % 70 CO<sub>2</sub>+% 25 N<sub>2</sub> ) olduğu modifiye atmosfer ile paketlemişler ve kalitelerini incelemişlerdir. Zaman içerisinde TVB-N miktarının arttığını, buna karşın MAP'lı grupların, ürünlerin raf ömrüne olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir.

Goulas ve Kontominas (2007), çipura balıkları üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında, modifiye atmosfer paketli grupların, normal hava ile paketlenen gruplara göre daha iyi bir TVB-N sonucu verdiğini bildirmişlerdir.

Pantazi ve ark. (2008), kılıçbalığı üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında, farklı paketleme tekniklerinin (hava, vakum, MAP: %40 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>+ %30 O<sub>2</sub>), balık kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre depolama süresi boyunca tüm grupların TVB-N değerinin arttığını ve depolama sonunda en iyi sonuçların sırasıyla MAP >vakum> hava ile paketlenen gruplar olduğunu tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2009), normal hava, vakum ve farklı gaz oranlarındaki MAP ile paketlenen, gökkuşağı alabalığı filetoalarının kimyasal ve mikrobiyolojik kalitelerini incelemiştir. TVB-N sonuçlarının depolama süresi boyunca arttığını ve MAP'lı grupların diğer gruplara göre daha iyi bir TVB-N sonucu verdiğini bildirmişlerdir.

Kocatepe (2010), modifiye atmosfer paketlenmedeki CO<sub>2</sub> gazının levrek balığının TVB-N gelişimini baskıladığını bildirmiştir. Yapılan çalışmalar, araştırma verileri ile benzerlik göstermektedir.

TVB-N, taze ürünlerin kalitesini belirlemede önemli bir analiz olsa da aynı şey, marine edilmiş ürünler için söylenemeyebilir. Çünkü TVB-N analizinde balığın bozulmasına bağlı olarak ortamdaki uçucu bazı azotun miktarı da artmaktadır. Yapılan marinasyon işleminde ise salamurada kullanılan asit, açığa çıkan azot miktarını baskılamakta, dolayısıyla ürünün bozulması ile ilgili olarak sağlıklı bir fikir verememektedir. Her ne kadar TVB-N miktarının artması marine ürünlerin kalitesi hakkında bilgi verse de diğer analizler ile desteklenmesi gerekmektedir.

Benzer olarak birçok araştırmacı TVB-N analizinin, marine ürünün kalitesinin tespitinde tek başına yeterli olmayacağını ayrıca salamuradaki asidin bozulmaya bağlı birçok enzimatik ve mikrobiyal gelişimi durdurduğunu bildirmişlerdir (Özden ve Baygar, 2003; Balıkcı, 2009; Kadak: 2012).

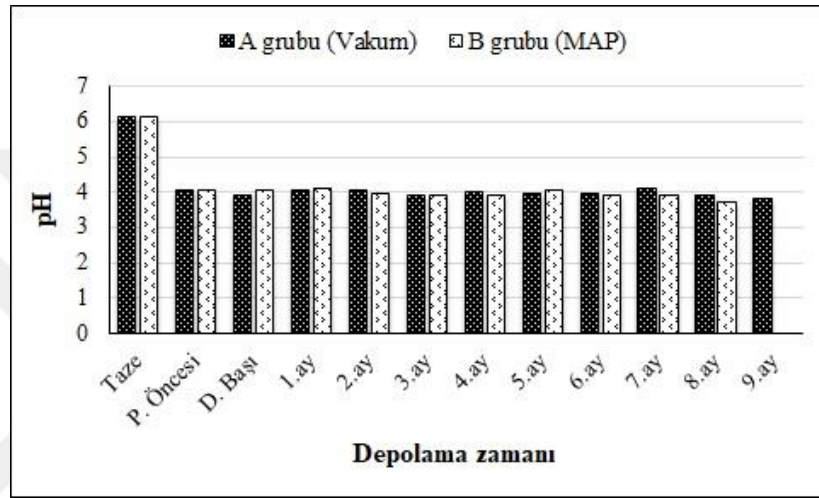
Balık eti kolay bozulabilen bir yapıya sahiptir ve TVB-N analizi sonuçları birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Balığın türü, avlandığı mevsim, marinasyon derecesi, başlangıçtaki kalitesi, bu duruma etki edebileceği gibi, ortamın sıcaklığı, depolama şartları, paketlenme türü veya balığa uygulanan işlemlerin farklılığı da, TVB-N miktarındaki değişikliğe neden olabilir. Çalışmada kullanılan balığın, dondurulmuş ve çözündürülmüş olması, yapılan marinasyon işleminin etkisi, paketlenme yöntemlerindeki farklılıklar kullanılan gazın hacmi ve oranı, yapılan araştırmalardaki farklılığın nedenini açıklayabilir.

### **5.6.1.3. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait pH Analizi**

Marinasyon işlemlerinde, pH analizinin yapılması önem arz etmektedir. Ürünün olgunlaşmasında ve mikrobiyal gelişiminin sınırlandırılmasında belirli bir pH aralığı istenmekte, bu da ürünün kalitesine etki etmektedir. Çalışmada taze balığın pH değeri  $6,13 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir. Marinasyon işlemi sonucunda (Paketleme öncesi) bu

değer  $4,07 \pm 0,01$ 'e düşmüş aralarındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Deneme başında A (Vakum) ve B (MAP) grubunda pH değeri sırasıyla  $3,94 \pm 0,01$  ve  $4,08 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiş ( $p < 0,05$ ), deneme sonunda ise bu değerler,  $3,81 \pm 0,01$  ve  $3,75 \pm 0,01$  olarak bulunmuştur. Depolama süresi boyunca gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan, sadece 3. ayda önemsiz olarak tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ). A ve B grubuna ait pH analizi sonuçları Çizelge 5.24 ve Şekil 5.33'de gösterilmiştir.



Şekil 5.33. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait pH analizi sonuçları.

Gıdalardaki mikrobiyal ve enzimatik olayları önemli derecede etkileyen pH analizi, taze balıklarda 6-6,5 arasında olması gerektiği ve bu değerlerin depolama süresi boyunca arttığı, ayrıca tüketilebilir sınır değerinin 6,8 ile 7,0 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993).

Marinasyon esnasında kullanılan salamuranın içeriği, pH miktarını düşürmektedir. Böylelikle hem balık etinin olgunlaşması sağlanmakta hem de bazı mikrobiyal ve enzimatik olaylar sınırlandırılmaktadır. Ayrıca marinasyon sonrasında protein ve yağların yıkımı gerçekleşmekte bu da lezzet ve koku veren bazı bileşiklerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Marine edilmiş ürünlerde pH analizi sıklıkla yapılmakta ve pH aralığı 4-4,5, ideal olarak ise 3,8-4,3 arasında olması istenmektedir (Varlık ve ark., 1993; Erkan ve ark., 2000; Özden ve Baygar, 2003; Kılınç ve Çaklı, 2004; Özoğul ve ark., 2010).

Cabrer ve ark. (2002), hamsi balığından yapmış olduğu marinat çalışmasında, ham materyalin pH değerini 6,4, marinasyon sonrasında ise bu değeri 4,2 olarak tespit etmişlerdir.



Özden ve Baygar (2003), taze hamsi balığının pH değerini 6,04, marine üründe ise 3,86 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca çalınmalarında pH değerlerinde depolama süresi boyunca düzensiz artış ve azalışların olduğunu belirtmişlerdir.

Olgunoğlu (2007), hamsi balığının pH değerini, taze ve marine edilmiş üründe sırasıyla 6,21 ve 3.94 olarak belirtmiş ve depolama süresi boyunca bu değerlerde artma ve azalmaların olduğunu tespit etmiştir.

Benzer olarak birçok araştırmacı marinasyon işleminin balık etinin pH değerini düşürdüğünü, depolama süresi boyunca ise pH değerinde düzensiz değişimlerin olduğunu bildirmişlerdir (Sen ve Temelli, 2003; Erdem ve ark. 2005; Sallam ve ark., 2007; Çetinkaya, 2008; Kadak ve Çelik, 2015; Baygar ve ark., 2012; Kurt Kaya ve Baştürk, 2018).

Çalışmada B grubunun (MAP), A grubuna (Vakum), göre bazı aylarda nispeten daha düşük bir pH değerine sahip oluğu görülmektedir. Bu durum, karbondioksitin, zaman içerisinde balık etinde çözünmesi bağlı olarak gerçekleştiği ve pH değerini düşürdüğünden kaynaklanabilir.

Benzer olarak Günşen ve ark. (2011), farklı yöntemlerle paketlenmiş (Vakum, MAP) hamsi marinat ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında, taze hamsi balığının pH değerini 6,03 olarak tespit etmişler ve bu değeri marinasyon sonrasında ise 4,18 olarak belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre; MAP'lı grupların vakum paketli gruba göre nispeten daha düşük bir pH değerine sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bu durumu ise CO<sub>2</sub> gazının zaman içerisinde çözünmesine ve ürünü nispeten daha iyi korumasına bağlamışlardır.

Erkan ve ark. (2006), sardalye balıklarını farklı şekillerde paketlenmiş (Normal hava, MAP) ve buzdolabı koşullarındaki kalitesini incelemişlerdir. Çalışmalarında pH değerinin depolama sonunda arttığını ve gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2009), gökkuşacağı alabalığının pH değerleri için; hava ile paketlenen grupların diğer paketlenmiş, (Vakum, MAP) gruplara göre yüksek olduğunu, MAP grubunun, pH değerindeki değişimini ise karbonik asidin oluşumuna bağlamışlardır.

Kocatepe (2010), levrek balığı ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında, MAP'lı grupların hava ile paketlenen gruplara göre daha düşük bir pH değerine sahip olduğunu belirtmiştir. Benzer olarak Altan (2014), Modifiye atmosfer paketlemenin balık etinin pH değerlerinde önemli

sonuçlar verdiğini ayrıca hava ile paketlenen gruplarında daha yüksek pH değerine sahip olduğunu bildirmiştir.

Mevcut çalışmada ise modifiye atmosfer paketlemenin etkisinin, yağ ile doldurulmuş ve vakum paketlenmiş gruba göre nispeten daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmaların, çalışma verileri ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Balık etinin pH değeri balık türüne, büyüklüğüne, avlandığı mevsime, sıcaklığa, rigordaki durumuna göre değişkenlik gösterebilir (Varlık ve ark., 1993). Ayrıca balık eti marine edilecekse, salamuranın içeriği önem arz etmektedir. Yüksek oranda kullanılan asit konsantrasyonları veya salamuradaki balığın bekleme süresi, balık etinin pH değerini etkilemektedir. Ayrıca depolama koşulları, paketlenme yöntemleri de pH değerinde farklılık oluşturabilir.

#### **5.6.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait Kimyasal Analizler**

Sıcak dumanlanmış marinat grubunun TBARs, TVB-N ve pH sonuçları izelge 5.25'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.25.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait kimyasal analiz sonuçları.

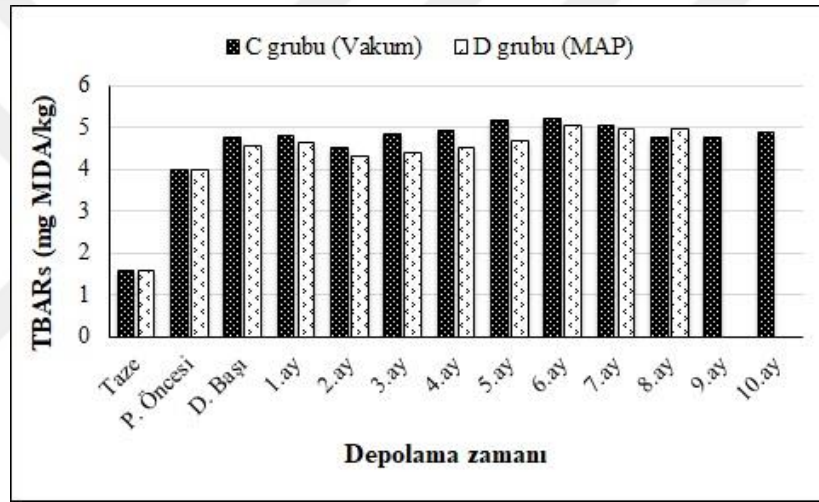
Analizler	TBARs (mgMDA/kg)		TVB-N (mg/100g)		pH	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
Taze	1,57±0,03 <sup>fA</sup>	1,57±0,03 <sup>gA</sup>	17,40±0,33 <sup>dA</sup>	17,40±0,33 <sup>fA</sup>	6,13±0,01 <sup>aA</sup>	6,13±0,01 <sup>aA</sup>
Paketleme Öncesi	3,98±0,04 <sup>eA</sup>	3,98±0,04 <sup>fA</sup>	25,10±0,10 <sup>abA</sup>	25,10±0,10 <sup>bA</sup>	5,57±0,01 <sup>bA</sup>	5,57±0,01 <sup>bA</sup>
Deneme Başı (1. gün)	4,78±0,05 <sup>cA</sup>	4,57±0,02 <sup>bcdB</sup>	21,80±0,46 <sup>cA</sup>	24,13±0,27 <sup>bcB</sup>	5,24±0,02 <sup>cA</sup>	5,33±0,01 <sup>cB</sup>
1. ay	4,82±0,03 <sup>cA</sup>	4,66±0,03 <sup>bcB</sup>	25,25±0,42 <sup>abA</sup>	26,8±0,25 <sup>aB</sup>	5,13±0,01 <sup>eA</sup>	5,10±0,01 <sup>dB</sup>
2. ay	4,51±0,05 <sup>dA</sup>	4,30±0,05 <sup>eB</sup>	24,41±0,27 <sup>bA</sup>	22,49±0,24 <sup>dB</sup>	5,19±0,01 <sup>dA</sup>	5,09±0,01 <sup>dB</sup>
3. ay	4,86±0,03 <sup>bcA</sup>	4,42±0,02 <sup>deB</sup>	24,16±0,30 <sup>bA</sup>	21,06±0,12 <sup>eB</sup>	5,04±0,01 <sup>fA</sup>	5,04±0,01 <sup>efA</sup>
4. ay	4,94±0,12 <sup>bcA</sup>	4,53±0,04 <sup>cdB</sup>	26,3±0,20 <sup>aA</sup>	22,18±0,16 <sup>dB</sup>	5,01±0,01 <sup>fA</sup>	5,03±0,01 <sup>fA</sup>
5. ay	5,18±0,06 <sup>aA</sup>	4,70±0,02 <sup>bB</sup>	24,35±0,06 <sup>bA</sup>	20,76±0,20 <sup>eB</sup>	5,18±0,01 <sup>dA</sup>	5,11±0,01 <sup>dB</sup>
6. ay	5,20±0,04 <sup>aA</sup>	5,06±0,05 <sup>aA</sup>	25,13±0,12 <sup>abA</sup>	20,72±0,17 <sup>eB</sup>	5,04±0,01 <sup>fA</sup>	5,08±0,01 <sup>deB</sup>
7. ay	5,04±0,02 <sup>abA</sup>	4,97±0,01 <sup>aB</sup>	26,13±0,19 <sup>aA</sup>	23,77±0,12 <sup>cB</sup>	5,06±0,01 <sup>fA</sup>	5,11±0,01 <sup>dB</sup>
8. ay	4,78±0,05 <sup>cA</sup>	4,99±0,02 <sup>aB</sup>	26,23±0,18 <sup>aA</sup>	23,96±0,11 <sup>cB</sup>	4,88±0,01 <sup>hA</sup>	4,81±0,01 <sup>gB</sup>
9. ay	4,75±0,02 <sup>c</sup>	*	25,27±0,23 <sup>ab</sup>	*	4,91±0,01 <sup>gh</sup>	*
10. ay	4,89±0,05 <sup>bc</sup>	*	26,41±0,28 <sup>a</sup>	*	4,94±0,01 <sup>g</sup>	*

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** C grubu için **10. ay**, D grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir. \*: Analiz yapılmadı.

### 5.6.2.1. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait TBARs Analizi

Bu gruptan elde edilen TBARs sonuçları incelendiğinde, ham materyalde  $1,57 \pm 0,03$  mg MDA/kg olan TBARs değeri, yapılan marinasyon ve dumanlama sonrasında (paketleme öncesi) artarak  $3,98 \pm 0,04$  mg MDA/kg değerine yükselmiştir ( $p < 0,05$ ).

Denemenin başında TBARs değeri, C (Vakum) ve D (MAP) grubunda sırasıyla  $4,78 \pm 0,05$  ve  $4,57 \pm 0,02$  mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Her iki grubun TBARs miktarında düzensiz artışların olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca gruplar arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). C, D grubuna ait TBARs sonuçları Çizelge 5.25 ve Şekil 5.34'te gösterilmiştir.



Şekil 5.34. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait TBARs sonuçları.

Marinasyon işlemi ile birlikte dumanlama işlemi ürünlerin TBARs değerini etkilemiştir. Balıktaki tuz miktarı dumanlama sonrasında artmaktadır. Balık etindeki tuz miktarının artması, yapılan sıcak dumanlama işlemindeki ısı işlem, balık etinde nem kaybına neden olmuştur. Bu olumlu etkilerin aksine, ortamdaki oksijenin varlığı, balık etindeki yağların kısmen acılaştırmasına sebep olmuştur.

Depolama süresi boyunca her iki grubun (Vakum, MAP), TBARs miktarında düzensiz artışların olduğu görülmüş fakat buna rağmen tüketilebilir sınır değer olan 7-8 mg MDA/kg değerini aşmadığı belirlenmiştir.

TBARs değerinin zaman içerisinde baskılanmasının da en önemli etkilerinden ilki; duman içeriğindeki bazı fenolik bileşiklerdir. Fenolik bileşiklerin antioksidan görevi yaptığı ve

balık etini koruduğu ayrıca fenol, formaldehit ve nitrit gibi maddelerin antimikrobiyal etki yaptığı bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2006). Dolayısıyla dumanın, ürün üzerinde antioksidatif etkisinin olduğu ve TBARs değerini zamanla baskıladığı söylenebilir. İkinci olarak; paketlenme işlemi, ürünün oksijen ile temasının büyük oranda kesilmesine neden olmuş ve her iki paketlenme türü de (Vakum, MAP), TBARs değerinin baskılanmasında önemli rol oynamıştır.

C grubunda, paket içerisindeki ürünlerin, ayçiçek yağı içerisinde olması ve vakum paketlenmesi, ürünü iyi muhafaza etmiş ve TBARs değerini etkilemiştir. D grubunda (MAP) ise karbondioksit gazının, ürünü kimyasal açıdan koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca paketlenme materyalinin oksijen geçirgenliğinin düşük olması da yapılan paketlenme tekniklerinin başarısını arttırmıştır.

Goulas ve Kontominas (2005), kolyoz balığının sıcak dumanlama sonrası kalite değişimlerini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre sıcak dumanlanmış ürünün, TBA değerinin ham materyale göre arttığını bildirmiştir. Çalışmalarında, TBA miktarındaki artışın, dumanlama sıcaklığına ve tuzlama işlemine bağlı olarak nem kaybetmesine, ayrıca ortamdaki oksijenin varlığının yağların oksidasyonuna sebep olmasına bağlamıştır.

Çaklı ve ark. (2006), gökkuşağı alabalığını sıcak dumanlanmış ve farklı paketlenme teknikleri ile paketlenmiştir (Vakum, MAP A: %60 CO<sub>2</sub>+ %40 N<sub>2</sub>, MAP B: A: %50 CO<sub>2</sub>+ %50 N<sub>2</sub>). Depolama süresi boyunca TBA değerinin tüketilebilir sınır değerini aşmadığını depolama sonunda ise (54 gün), vakum paketli grubun TBA değerinin MAP'lı diğer gruplara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Koral ve ark. (2009), dumanlanmış zargana balığının ham materyale göre TBA değerinin arttığını, bunun nedeni olarak da, balıkların sıcak dumanlama sonrası ısıya ve oksijene maruz kalmasından kaynaklı yağların etkilendiğini bildirmişlerdir.

Balıkçı (2009), tütsülenmiş uskumru marinatının buzdolabı koşullarındaki kalitesini incelemiştir. Çalışmada iki farklı grup oluşturmuş (sade, dereotlu) ve 9 ay boyunca aylık olarak ürünü analiz etmiştir. Her iki grupta da dumanlama işleminin TBA değerini arttırdığını, depolama süresi boyunca bu artışın devam ettiğini fakat tüketilebilir sınır değeri aşmadığını tespit etmiştir.

Özoğul ve ark. (2010), dumanlanmış hamsi marinatının depolama sırasındaki (4°C) kalite değişimi incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre TBA değerinin arttığını ve çalışmanın

ilk ayında 1,9 mg/MDA deneme sonunda (7. ay) ise bu değeri 4,25 mg/MDA kg olarak hesaplamışlar ve ürünlerin tüketilebilir sınır değerini aşmadığını bildirmişlerdir.

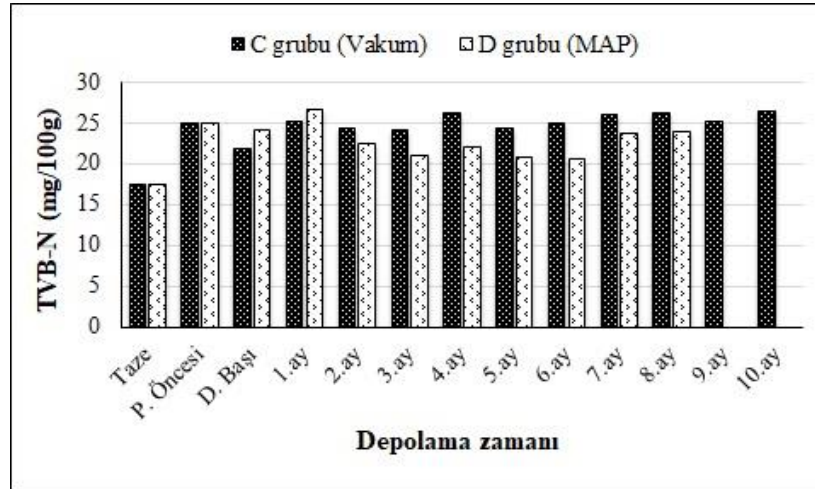
Oğuzhan (2011), sıcak dumanlanmış ve farklı paketlenme materyalleri (Vakum, MAP) ile paketlenmiş gökkuşuğu alabalığının kalitesini incelemiştir. Her iki grupta da TBA değerinin depolama süresince arttığını tespit etmiştir. Ayrıca modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerin, vakum paketlenmiş gruba göre daha düşük TBA değerinin olduğunu bildirmiştir.

Akçay (2012), gökkuşuğu alabalığı ile ilgili yaptığı çalışmada, TBA değerinin dumanlama işlemi ve depolama sırasında önce arttığını sonra azaldığını belirtmiştir. Bu azalmayı ise yağ oksidasyonu sonrasında açığa çıkan malondialdehitin, amino asitler, proteinler gibi bileşenlerle reaksiyona girmesine bağlamıştır.

#### 5.6.2.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait TVB-N Analizi

Ham materyalin TVB-N değeri  $17,40 \pm 0,33$  mg/100g olarak hesaplanmış, bu değer balık etinin nem kaybetmesine bağlı olarak paketlenme öncesi (marinasyon ve dumanlama sonrası)  $25,10 \pm 0,10$  mg/100 g değerini almıştır ( $p < 0,05$ ).

Deneme başında (1. gün), C (Vakum) ve D (MAP) gruplarına ait TVB-N değeri sırasıyla  $21,80 \pm 0,46$  ve  $24,13 \pm 0,27$  mg/100 g olarak belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Her iki grupta da depolama süresi boyunca TVB-N değerinde artma ve azalmalar görülmüş, gruplar arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). C, D grubuna ait TVB-N sonuçları Çizelge 5.25 ve Şekil 5.35'te gösterilmiştir.



Şekil 5.35. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait TVB-N sonuçları.

Yapılan çalışmada, dumanlanmış ürünlerin, marine ürün gibi değerlendirilmesi sağlıklı sonuç vermeyebilir. Çünkü dumanlama öncesinde yapılan marinasyon işlemi, çok kısa sürmüş ve salamura yoğunluğu düşük tutulmuştur. Asıl olgunlaştırma işlemi dumanlama işleminden kaynaklanmıştır.

TVB-N değerinin, depolama süresi boyunca her iki grup için; 21,06 ile 26,80 mg /100 g arasında olduğu belirlenmiş ve bu miktarın baskılanmasında her iki paketleme tekniğinde (Vakum, MAP) etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada, modifiye atmosfer paketlemenin, TVB-N değeri üzerinde olumlu etki yaptığı görülmektedir. Depolama süresi boyunca oluşan düzensiz değişimler ise farklı nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bunda yapılan marinasyon işleminin ve duman içeriğinin etkili olmasının yanında, paketlemede kullanılan karbondioksit gazının oranı ve miktarı da belirleyici olabilir. Ayrıca, zaman içerisinde karbondioksit gazının çözünerek karbonik asit oluşturmasına karşın, balık etinin zaman içerisinde uçucu bazların artması da bu durumu açıklayabilir.

Goulas ve Kontominas (2005), sıcak dumanlanmış kolyoz balıklarındaki TVB-N değerini başlangıçta 10,93, dumanlama sonrasında ise farklı gruplarında 20,18 ve 20,94 mg /100 g olarak tespit etmişlerdir.

Koral ve Köse (2005), buzdolabı koşullarında muhafaza edilen hamsi ballığının sıcak dumanlama sonrası kalite değişimlerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, dumanlama işleminin balık etinin TVB-N değerini arttırdığını belirtmişler ve depolamanın 9. gününde tüketilebilir sınır değerini aştığını bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2006), sıcak dumanlanmış palamut balığının buzdolabı koşullarındaki kalitelerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre taze balığın TVB-N değerini 11,21 mg/100 g olduğunu dumanlama işlemi ve depolama süresi boyunca TVB-N miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Günlü (2007), yapmış olduğu çalışmasında, levrek balığının sıcak dumanlama sonrası TVB-N miktarının arttığını ve bu artışın depolama süresi boyunca devam ettiğini bildirmiştir. Ayrıca bu artışın nedenini nem kaybı ile tuzlama ve dumanlama süresi içerisinde balıklardaki proteolitik aktivitenin devam etmesine bağlamıştır.

Balıkçı (2009), dumanlanmış uskumru marinatinın (sade) denemenin başlangıcındaki TVB-N değerini 24,14 mg/100 g olarak belirlemiş ve bu değerde, depolama süresi boyunca (9 ay) düzensiz artış ve azalışların olduğunu bildirmiştir. Bunun nedeni olarak ısı işlem ve tuz miktarına bağlı olarak ürünün nem kaybetmesine, ayrıca duman içeriğindeki bazı fenolik bileşiklerin antimikrobiyal etkisine bağlamıştır. Ayrıca yapılan marinasyon işlemi, paketleme şekli ve depolama koşullarının da TVB-N değerini etkileyebileceğini vurgulamıştır.

Dumanlama ve marinasyon işleminin hamsi balığı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada; dumanlanmış marine hamsilerin, başlangıçtaki TVB-N değerinin düşük olduğu, dumanlama sonrasında ve depolama süresince (7 ay), bu değer 25,64- 41,23 mg/100 g arasında dalgalanmalar gösterdiği belirtilmiştir (Özoğul ve ark., 2010).

Oğuzhan (2011), gökkuşuğu alabalığını sıcak dumanlamış ve farklı yöntemlerle (Vakum, MAP) paketlemiştir. Depolama süresi boyunca (60 gün), ürünlerin TVB-N içeriğinin arttığını, ayrıca modifiye atmosfer paketlenmiş grubun daha iyi bir TVB-N sonucu verdiğini bildirmiştir.

Koral ve ark. (2015), kültür ve doğal istavrit balığının sıcak dumanlama sonrası donmuş olarak muhafaza etmiş ve kalitesini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre dumanlama işleminin TVB-N miktarını arttırdığını bildirmişlerdir.

Yapılan bazı çalışmaların araştırma verileri ile benzerlikler oluşturduğu görülmektedir. Oluşan farklılıklar ise balığa uygulanan yöntemlerden kaynaklanabilir. Nitekim marinasyon işlemi, dumanlamadaki sıcaklık ve süreler bu durumu etkileyebileceği gibi, balığın türü ve başlangıç kalitesi de TVB-N değerinde farklılık oluşturabilir. Ayrıca çalışmadaki ürünlerin düşük sıcaklıkta ( $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) tutulması, paketleme yöntemlerindeki farklılıklar da ürün kalitesini etkilemiş olabilir.

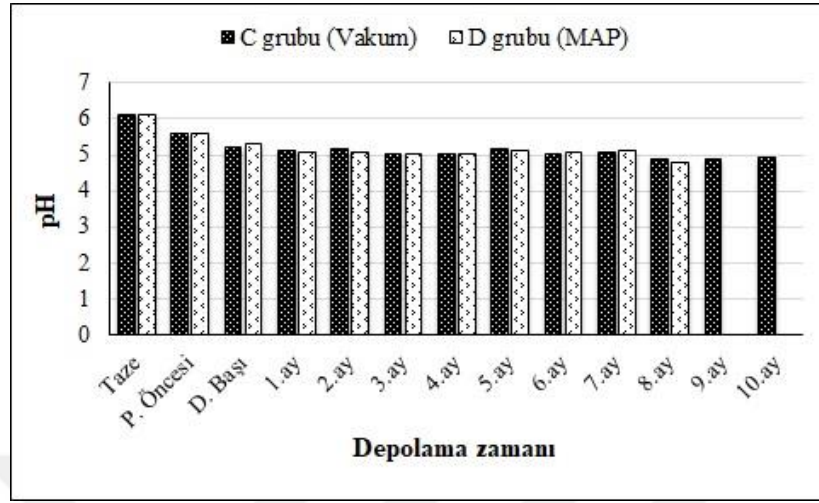
### **5.6.2.3. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait pH Analizi**

Çalışmada elde edilen pH değerine bakıldığında ham materyalde  $6,13\pm 0,01$  olan değer marinasyon ve dumanlama sonrasında (paketleme öncesi)  $5,57\pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Her iki grupta da (Vakum, MAP) zaman içerisinde pH değerinde artma ve azalmaların olduğu belirlenmiş olup, gruplar arasındaki fark istatistik açıdan 3. ve 4. aylar hariç önemli



bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). C (Vakum), D (MAP) grubuna ait pH sonuçlar Çizelge 5.25 ve Şekil 5.36'da gösterilmiştir.



Şekil 5.36. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat (C, D) grubuna ait pH sonuçları.

Sıcak dumanlanmış marinat grubunun pH değerleri için, salamuradaki asidin etkisi ve duman içeriğindeki bazı asitli bileşiklerin ürüne geçmesi, balık etinin pH miktarını düşürdüğü söylenebilir. Fakat bu değer, marine ürünlerde istenen pH aralığında (4- 4,5) olmadığı görülmektedir. Bunun nedeni ise dumanlanmış ürünlerin, diğer marine ürünlere göre (A ve B grubu) salamura içeriğinin farklı ve marinasyon işleminin çok kısa sürmesidir.

Mevcut çalışmada, dumanlanmış ürünlerde, marinasyon işleminin yapılmasındaki asıl amaç; ürünü olgunlaştırmak değil, ürüne farklı bir renk, tat ve koku vermesini sağlamaktır. Asıl olan, dumanlama işleminden kaynaklanan etki ortaya koymaktır. Sıcak dumanlama işleminde, duyuşsal olarak, balık etinin renginin sarımsı olması istenmekte, bu da tüketiciyi cezbetmektedir. Balığın dumanlama öncesinde salamurada fazla kalması, sirkenin renk açıcı özelliğinden dolayı balık etinde istenen rengin oluşması hususunda olumsuzluklar yaratmaktadır.

C (Vakum) ve D (MAP), grubu için; marinasyon ve dumanlama işleminin balık etinin pH değerinde önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Salamurada kullanılan sirke ve duman içeriğindeki asitli bileşikler, balık etinin pH miktarını düşürmüştür. Ürünlerin yağ içerisinde kalması ve paketin vakumlanması (Grup C) pH değerini etkileyebileceği gibi MAP'lı gruptaki (Grup D) karbondioksit gazının karbonik aside dönüşmesi ve balık dokusuna geçmesi pH miktarındaki düşüşü açıklayabilir. Ayrıca yapılan paketleme tekniklerine ek

olarak depolama sıcaklığının düşük olması da, ürünün korumasında önemli derecede etkili olmuştur.

Taze balıklarda istenilen pH aralığının 6-6,5, tüketilebilir sınır değerin ise 6,8-7 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993). Buna göre ürünlerin belirtilen pH aralığında olduğu görülmektedir.

Goulas ve Kontominas (2005), yapmış olduğu çalışmasında, sıcak dumanlanmış kolyoz balıklarının pH değerinin, taze örneğe göre azaldığını, depolama süresi boyunca ise pH değerinde düzensiz değişimlerin olduğunu bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2006), palamut balığının sıcak dumanlama sonrası pH değerinin azaldığını bu azalmanın duman içeriğindeki çeşitli asitli bileşiklerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Çaklı ve ark. (2006), sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığını, vakum ve farklı gaz oranlarındaki modifiye atmosfer ile paketlenmiş (%60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub> ve %50 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>) ve buzdolabı koşullarındaki raf ömrünü incelemişlerdir. Elde etikleri bulgulara göre pH değerinin depolama süresi boyunca tüm gruplarda belirli aralıkta olduğunu (6,5-6,1) fakat aralarındaki bu düzensiz değişimin önemli olmadığını ayrıca karbondioksit gazının etkisinin bu değeri baskılamasında rol oynadığını bildirmişlerdir.

Günlü (2007), sıcak dumanlanmış levrek balıkları için, dumanlama işleminin balık eti pH değerini düşürdüğünü, depolama süresi boyunca ise pH değerinde düzensiz azalışların olduğunu belirtmiştir.

Özoğul ve ark. (2010), dumanlanmış ve marine edilmiş hamsinin pH değeri için, yapılan işlemlerin balık etinin pH değerini düşürdüğünü, depolama süresi boyunca pH değerinde dalgalanmaların (5,1-5,7) olduğunu bildirmişlerdir.

Oğuzhan (2011), sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı üzerindeki modifiye atmosfer paketlemenin etkisini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre sıcak tütsülemenin pH değeri üzerinde etkili olduğu, yapılan paketleme teknikleri (Vakum, MAP) ile depolama süresi arasında önemli bir değişikliğin olmadığını ve ürünlerin pH değerinin tüketilebilir sınırlar arasında olduğunu ifade etmiştir. Çalışmasında ayrıca iki paketleme türünde de benzer pH değerlerine sahip olduğunu, en belirgin farklılığın ise deneme başında ve sonunda (60.gün) gözlemlendiğini bildirmiştir.

Tosun ve Özden (2014), sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığına farklı paketleme teknikleri (Normal hava, Vakum, MAP) uygulamışlar ve ürünün kalitesini incelemişlerdir. Çalışmalarında dumanlama işleminin pH değerini düşürdüğünü ayrıca depolama süresi boyunca pH değerinde artma ve azalmaların olduğunu bildirmişlerdir. Depolama süresi boyunca pH değeri üzerindeki azalmaları ise karbondioksit gazının etkisine bağlamışlardır.

Bilgin ve Değirmenci (2018), taze sarıağız balığının (*Argyrosomus regius*) pH değerini, 6,60, sıcak dumanlama sonrası 6,32 değerine düşüğünü ayrıca depolama süresi boyunca pH değerinde düzensiz değişimlerin olduğunu bildirmişlerdir.

Balık etinin pH değeri, balığın başlangıç kalitesine, türüne, yapısına, rigordaki durumuna, depolama sıcaklığına, işleme metoduna göre değişkenlik gösterebilir. Yapılan bazı çalışmaların araştırma verileri ile benzerlik göstermektedir. Oluşabilecek farklılık ise belirtilen sebeplerden kaynaklanabilir. Nitekim marinasyon işlemindeki salamura içeriği ve süresi, dumanlama yöntemi, ayrıca paketleme yöntemleri ve MAP'ta kullanılan karbondioksit gazının konsantrasyonu pH değerini etkilemektedir.

### **5.6.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (E, F) Ait Kimyasal Analizler**

Soğuk dumanlanmış marinat grubunun TBARs, TVB-N ve pH sonuçları Çizelge 5.26'da gösterilmiştir.

**Çizelge 5.26.** Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait kimyasal analiz sonuçları.

Analizler	TBARs (mgMDA/kg)		TVB-N (mg/100g)		pH	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
Taze	1,57±0,03 <sup>fA</sup>	1,57±0,03 <sup>dA</sup>	17,40±0,33 <sup>eA</sup>	17,40±0,33 <sup>dA</sup>	6,13±0,01 <sup>aA</sup>	6,13±0,01 <sup>aA</sup>
Paketleme Öncesi	3,24±0,12 <sup>eA</sup>	3,24±0,12 <sup>cA</sup>	24,31±0,24 <sup>cA</sup>	24,31±0,24 <sup>aA</sup>	5,98±0,01 <sup>bA</sup>	5,98±0,01 <sup>bA</sup>
Deneme Başı (1. gün)	3,72±0,03 <sup>dA</sup>	3,46±0,01 <sup>bcB</sup>	22,07±0,21 <sup>dA</sup>	20,66±0,34 <sup>cB</sup>	5,28±0,01 <sup>dA</sup>	5,26±0,01 <sup>dA</sup>
1. ay	4,25±0,07 <sup>bA</sup>	3,52±0,06 <sup>bB</sup>	24,04±0,37 <sup>cA</sup>	21,98±0,34 <sup>bB</sup>	5,24±0,01 <sup>eA</sup>	5,19±0,01 <sup>efB</sup>
2. ay	3,77±0,04 <sup>dA</sup>	3,46±0,02 <sup>bcB</sup>	21,38±0,16 <sup>dA</sup>	20,06±0,04 <sup>cB</sup>	5,19±0,01 <sup>fA</sup>	5,17±0,01 <sup>efA</sup>
3. ay	3,92±0,02 <sup>cdA</sup>	3,56±0,04 <sup>bB</sup>	21,99±0,11 <sup>dA</sup>	19,89±0,15 <sup>cB</sup>	5,18±0,01 <sup>fA</sup>	5,15±0,01 <sup>fA</sup>
4. ay	4,13±0,04 <sup>bcA</sup>	3,83±0,04 <sup>aB</sup>	25,73±0,46 <sup>bA</sup>	20,66±0,21 <sup>cB</sup>	5,19±0,01 <sup>fA</sup>	5,21±0,01 <sup>deA</sup>
5. ay	4,27±0,06 <sup>bA</sup>	3,89±0,05 <sup>aB</sup>	27,63±0,16 <sup>aA</sup>	24,48±0,14 <sup>aB</sup>	5,45±0,01 <sup>cA</sup>	5,33±0,01 <sup>cB</sup>
6. ay	4,78±0,09 <sup>a</sup>	*	27,79±0,42 <sup>a</sup>	*	5,28±0,01 <sup>d</sup>	*

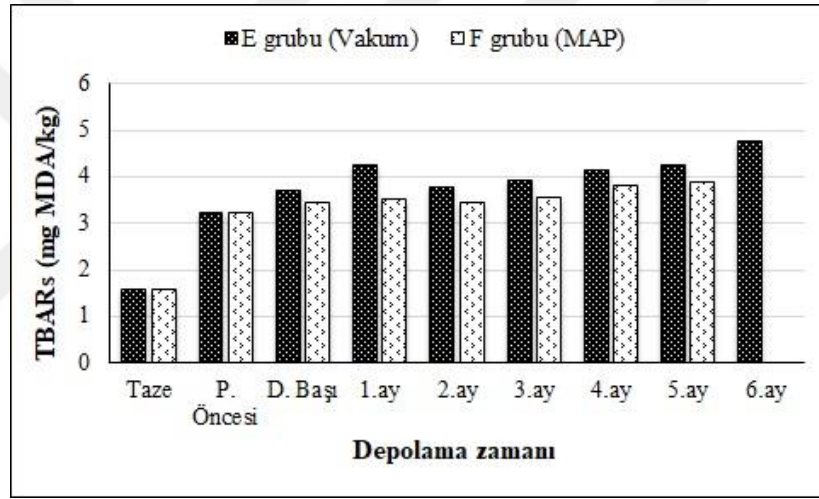
Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** E grubu için **6. ay**, F grubu için **5. ay** olarak ifade edilmektedir. \*: Analiz yapılmadı.

### 5.6.3.1. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait TBARs Analizi

Soğuk dumanlanmış hamsi marinatının TBARs değeri, taze balıkta  $1,57 \pm 0,03$  mg MDA/kg iken paketlenme öncesi,  $3,24 \pm 0,12$  mg MDA/kg olarak hesaplanmıştır.

E (Vakum) grubunda, deneme başında ve sonunda tespit edilen TBARs değeri  $3,72 \pm 0,03$  ve  $4,78 \pm 0,09$  mg MDA/kg iken, F (MAP) grubunda ise sırasıyla  $3,46 \pm 0,01$  ve  $3,89 \pm 0,05$  mg MDA/kg olarak belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Depolama süresi boyunca gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). E ve F grubunun TBARs analizine ait bulguları Şekil Çizelge 5.26 ve Şekil 5.37’de gösterilmiştir.



Şekil 5.37. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait TBARs sonuçları.

Soğuk dumanlanmış ürünlerin TBARs içeriği incelendiğinde, marinasyon ve soğuk dumanlamanın etkisiyle ürünün nem kaybettiği, bunun sonucu olarak TBARs değerinin arttığı görülmektedir. Ayrıca soğuk dumanlama işleminin uzun sürmesi, ortamdaki oksijenin, ürün ile uzun süreli etkileşim halinde olmasına neden olmuştur. Dolayısıyla oksidasyona bağlı olarak TBARs değerinin arttığı görülmektedir.

Depolama süresi boyunca her iki grupta da TBARs değerinde düzensiz artışın olduğu fakat tüketilebilir sınır değeri ( $7-8$  mg MDA/kg) aşmadığı belirlenmiştir. Duman bileşimindeki bazı fenolik bileşiklerin antioksidan görev yapması ve paketlenme materyallerinin ürünü iyi bir şekilde muhafaza etmesi, TBARs değerinin baskılanmasında önemli bir rol oynamıştır.

Ayçiçek yağı ile hava almayacak şekilde paketlenmiş ve vakumlanmış E grubunda, ürünün yağ içerisinde tutulması ve oksijenle temasının kesilmesi, TBARs değerinin baskılanmasını açıklayabilir. F grubunda ise yapılan MAP'ın olumlu etkisi görülmektedir. Hatta vakum grubuna göre nispeten daha iyi bir TBARs değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu ise karbondioksit gazının koruyucu etkisinden kaynaklanmaktadır.

Günlü (2007), levrek balığının soğuk dumanlama sonrası kalitesini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre, soğuk dumanlama işleminin, ürünün TBA değerini arttırdığını bunda yapılan işlemin ve ortamdaki oksijenin varlığının etkili olduğunu bildirmiştir. Özellikle, soğuk dumanlama öncesi tuzlanmış grubun, sadece soğuk dumanlanmış gruba göre daha fazla TBA değerinin olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca çalışmasında, TBA değerinin depolama süresi boyunca (60 gün) tüketilebilir sınır değeri aşmadığını, bunda ise tuzlama, dumanlama ve düşük sıcaklıkta muhafazanın etkili olduğunu belirtmiştir.

Bilgin ve ark. (2008), çipura balığını iki farklı şekilde dumanlamışlar (sıcak, soğuk) ve buzdolabı koşullarında muhafaza ederek kalite değişimlerini incelemişlerdir. Taze çipura balığının TBA değerini 0,594 mg MDA/kg, soğuk dumanlama sonrası ise bu değeri 0,824 mg MDA/kg olarak tespit etmişlerdir. Depolama sonunda (60.gün) TBA değerinin artarak, 3,883 mg MDA/kg'a ulaştığını, fakat tüketilebilir sınır değeri aşmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, duman bileşimindeki fenollerin antioksidan görevi yaptığını ve TBA değerini etkilediğini tespit etmişlerdir.

Anvari ve ark. (2015), soğuk dumanlanmış *Rutilus frisii kutum* balıkları için, TBA değerinin, soğuk dumanlama sonrası taze örneğe göre arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca dumanlama süresinin uzamasının daha yüksek TBA değerine neden olduğunu, yapmış olduğu farklı gruplarla tespit etmişlerdir. Çalışmalarında, dumanlama işlemine ek olarak tuzun balık etine temas etmesinin lipid oksidasyonuna sebebiyet verdiğini ve TBA değerinin arttığını bildirmişlerdir.

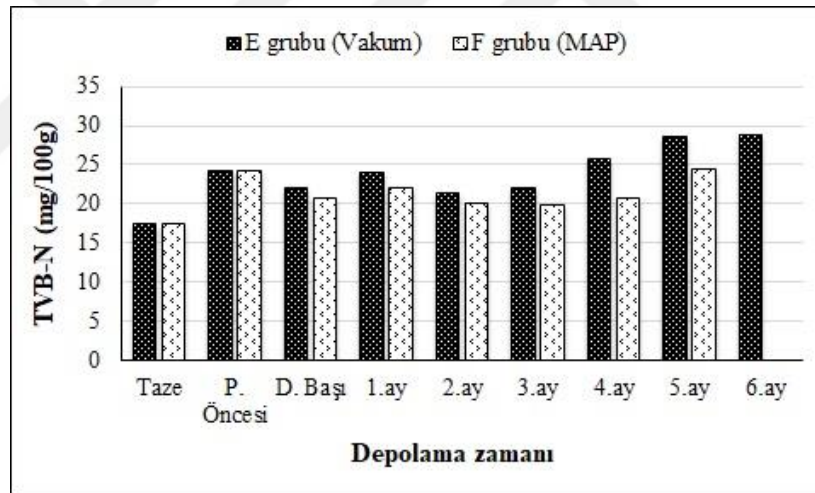
Modifiye atmosfer paketlenme tekniğinin TBA değerleri için; genel olarak olumlu etki yaptığı, bunda paket içerisindeki karbondioksit gazının etkisiyle ürünün TBA değerinde daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Buna karşın TBA değeri için paketlenme materyalleri arasında fark olmadığı çalışmalarda mevcuttur (Çaklı ve ark., 2006; Erkan ve ark., 2006; Pantazi ve ark., 2008; Çağlak, 2009; Kocatepe, 2010; Günşen ve ark., 2011; Oğuzhan, 2011).

### 5.6.3.2. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait TVB-N Analizi

Ham materyalin (taze) TVB-N değeri  $17,40 \pm 0,33$  mg/100 g iken, paketlenme öncesi bu değer,  $24,31 \pm 0,24$  mg/100g olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

F (MAP) grubunun, E (Vakum) grubuna göre depolama süresi boyunca TVB-N açısından düşük değer aldığı belirlenmiş, gruplar arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Her iki grupta da zaman içerisinde TVB-N değerinde dalgalanmalar tespit edilmiştir. E grubunda deneme başı ve sonu tespit edilen TVB-N değeri sırasıyla  $22,07 \pm 0,21$  ve  $28,79 \pm 0,42$  mg/100 g olarak bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). F grubunda ise sırasıyla  $20,66 \pm 0,34$  ve  $24,48 \pm 0,14$  mg/100 g olarak tespit edilmiş, aralarındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). E (Vakum) ve F (MAP), grubuna ait TVB-N sonuçları Çizelge 5.26 ve Şekil 5.38’de gösterilmiştir.



Şekil 5.38. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait TVB-N sonuçları.

Soğuk marinat grubunun TVB-N değeri incelendiğinde, ürünlerin iyi kalitede olduğu ayrıca depolama süresi boyunca her iki grupta da TVB-N değerinin baskılandığı ve tüketilebilir sınır değeri geçmediği belirlenmiştir.

Diğer grupların TVB-N sonuçları ile soğuk dumanlanmış marinat grubunun sonuçları arasında, paketlenme yöntemleri açısından benzerlik görülmektedir. Ayçiçek yağı ile doldurulup, sonrasında ise vakum paketlenmenin (Grup E) ürünün muhafazasında önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. MAP’lı grupta (Grup F) ise karbondioksit gazının varlığı, ürün üzerinde koruyucu etki yapmış ve vakum paketlenmiş gruba göre daha iyi bir TVB-N değeri

sağlamıştır. Paketleme materyallerinin düşük oksijen geçirgenliğine sahip olması da etkili olmuştur.

Ayrıca yapılan marinasyon işleminin ve duman içeriğindeki bileşiklerin, ürün üzerindeki koruyucu (antimikrobiyal) etkisi görülmüştür. Depolama süresi boyunca belirli aralıklarda sabit kalan TVB-N değerini bu etkiden kaynaklanabileceği gibi ürünün düşük sıcaklıkta iyi muhafaza edilmesi de bu durumu açıklayabilir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), tütsüleme yöntemlerinin ve depolama sıcaklığının, gökkuşuğu alabalığının raf ömrü üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre taze örnekte 17,60 mg/100 g olan TVB-N değerinin, soğuk dumanlama sonrası 20,00 mg/100 g değerine ulaştığını, bu artışın balığın ağırlık kaybından kaynaklandığını, ayrıca depolama süresi boyunca da bu artışın devam ettiğini bildirmişlerdir.

Dondore ve ark. (2004), gökkuşuğu alabalığının soğuk dumanlama sonrası kalitesini incelemiştir. Vakum paketlenmiş ürünlerin TVB-N içeriğini, farklı sıcaklık gruplarında 22,1-25,8 mg/100 g arasında olduğunu ve depolama süresi boyunca (46 gün) bu değer arttığını belirtmişlerdir.

Günlü (2007), yapmış olduğu çalışmada taze levrek balığının TVB-N değerini 15,48 mg/100 g, soğuk dumanlama sonrası ise 18,25 mg/100 g olarak tespit etmiştir. Depolama süresi boyunca bu değer arttığını ve depolamanın 25. gününde tüketilebilir sınır değeri geçtiğini bildirmiştir. Dumanlama sonrası artışın nedeni olarak, balık etinin su kaybına ve proteolitik aktivitenin devam etmesine bağlamıştır.

Bilgin ve ark. (2008), soğuk dumanlanmış çipura balığı ile ilgili yapmış olduğu çalışmalarında taze balığın, soğuk dumanlama işlemi sonrasında TVB-N değerinde artış olduğunu, bu artışın depolama süresi boyunca yüksek miktarda devam ettiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında TVB-N değerindeki bu keskin artışın nedeni olarak bakteriyel bozulmayı göstermişlerdir.

Anvari ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmalarında soğuk dumanlanan balıkların TVB-N içeriğinin taze balıklara göre arttığını bildirmişlerdir. Bu artışı kısmi dehidrasyon oluşumuna bağlamıştır.

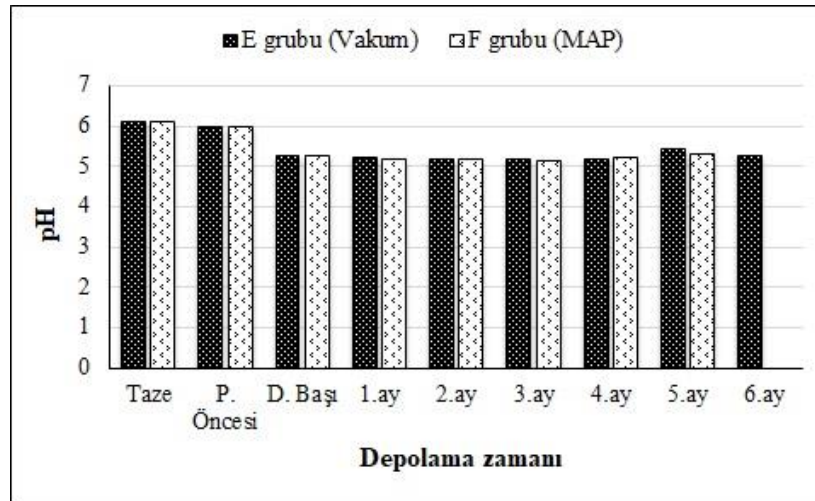
Soğuk dumanlanmış ürünlerde, TVB-N değerinin düzensiz artışı ve belirli bir aralıkta kalmasının nedeni olarak yukarıda birçok faktörden bahsedilmiştir (duman içeriği, depolama



şartları, uygulanan işlemler vs.). Ayrıca her iki paketlenme yönteminin de ürünlerin TVB-N değeri açısından etkili olduğu tespit edilmiştir. Paketlenme materyallerin etkisi, diğer marinat gruplarında olduğu gibi benzer olarak soğuk dumanlanmış marinat grubunda da görülmüştür. MAP'lı grubun vakum paketlenli gruba göre daha iyi bir TVB-N değerine sahip olması, ürünün nispeten daha iyi korunduğu söylenebilir. Bunda ise karbondioksit gazının balık ile temas halinde olması etkili olmuştur. Önceki gruplarda da bahsedildiği üzere MAP'ın ürünün TVB-N değerleri açısından olumlu sonuçlar verdiği çalışmalar mevcuttur (Özoğul ve ark., 2004; Erkan ve ark., 2006; Goulas ve Kontominas, 2007; Pantazi ve ark., 2008; Çağlak, 2009; Kocatepe, 2010).

### 5.6.3.3. Soğuk Dumanlanmış Marinat Grubuna (E, F) Ait pH Analizi

E, F grubunun pH değerleri incelendiğinde ham materyalde  $6,13 \pm 0,01$  olan değer, paketlenme öncesi,  $5,98 \pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). E (Vakum) ve F (MAP) grubunda pH değeri, deneme başında sırasıyla  $5,28 \pm 0,01$  ve  $5,26 \pm 0,01$  iken deneme sonu bu değerler sırasıyla 5,28 ve 5,33 olarak belirlenmiştir. Deneme başında, gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizken ( $p > 0,05$ ), depolamanın 5. ayında gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). E ve F grubuna ait pH sonuçları Şekil 5.39'da gösterilmiştir.



Şekil 5.39. Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna ait (E, F) pH sonuçları.

Soğuk dumanlanmış marinat (E, F) grubunun pH sonuçları incelendiğinde, balık etinin marinyasyon ve dumanlama sonrası (paketlenme öncesi) pH değerinin düştüğü belirlenmiştir. Bu düşüşte, marinyasyon işlemi etkili olsa da asıl olarak dumanlama işlemi ön plandadır. Çünkü yapılan marinyasyon işleminin çok kısa sürmesi ve salamura içeriğindeki sirke (asit)

oranının düşük olması, balık etinin pH değerini az miktarda etkilediği düşünülmektedir. Buna karşın duman içeriğindeki bazı bileşenlerin asidik özellikteki olması ve balık eti ile uzun süreli etkileşime geçmesi, pH değerindeki asıl düşüşü açıklamaktadır.

Sıcak dumanlanmış marinat grubunda belirtildiği üzere, bu grupta da, ürünlerin tamamen marinat olarak değerlendirilmesi sağlıklı sonuçlar vermeyebilir. Dolayısıyla ürünler, marinasyon sonrası istenen pH aralığında değildir. Balıkların olgunlaşması, asıl olarak dumanlama işleminden kaynaklanmaktadır. Fakat bu iki tekniğin (marinasyon, dumanlama), beraber uygulanması farklı bir ürünü oluşturmakta ve elde edilen sonuçlar, bu verilere göre değerlendirilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda pH değeri için, her iki grupta da düzensiz azalışların olduğu ve bazı aylar dışında gruplar arasındaki farkın genel anlamda önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Her iki paketleme türünün de (Vakum, MAP), ürünlerin pH değerinin baskılanmasında önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Çalışmada, E (Vakum) ve F (MAP) grubunun benzer pH değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Fakat MAP'lı grupta, nispeten daha düşük olan pH değeri, paket içerisindeki karbondioksit gazının zaman içerisinde çözünmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca duman içeriğinin, ürünlerin pH'sını etkilemiş olabileceği gibi, depolama ve muhafaza şartlarının da iyi olması pH değerinin baskılanmasında rol oynadığı söylenebilir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), gökkuşacağı alabalığının soğuk dumanlama sonrası pH değerinde artışın olduğunu fakat depolama süresince pH değerinde önemli düşüşlerin olduğunu belirtmiştir.

Günlü (2007), taze levrek balığının pH değerini 6,55 olduğunu ve bu değer soğuk dumanlama sonrası 6,02 değerine düştüğünü bildirmiştir. Ayrıca çalışmada depolama süresi boyunca pH değerlerinde düzensiz azalışların olduğunu belirtmiştir.

Bilgin ve ark. (2008), taze çipura balığının pH değerini 6,198, soğuk dumanlama sonrası ise bu değeri 6,123 olarak hesaplamışlardır. İlâveten çalışmalarında pH değerinin depolama süresi boyunca belirli aralıkta (6,152- 6,349) kaldığını belirtmişlerdir.

Benzer olarak, Anvari ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada taze balığın soğuk dumanlama sonrası pH değerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Dumanlanmış ve marine edilmiş ürünlerin pH değerlerinde depolama süresi boyunca dalgalanmaların olduğu (Özoğul ve ark., 2010), modifiye atmosfer paketlemenin ise diğer paketleme türlerine göre (Vakum veya Normal hava) ürünlerde nispeten daha düşük bir pH değerine sahip olduğu veya bu değeri baskıladığı, bunda ise karbondioksit gazının zaman içerisinde çözünmesine bağlı olarak gerçekleştiği çalışmalar da mevcuttur (Çaklı ve ark., 2006; Erkan ve ark., 2006; Günşen ve ark., 2011; Altan, 2014).

#### **5.6.4. Dumanlanmış Ürünlerde PAH Analizi**

Çalışmada, duman içeriğinde bulunan polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşiklerinin, ürünlere bulaşma durumu araştırılmıştır. Sıcak ve soğuk dumanlanmış ürünlerden (paketleme öncesi), örnekler alınmış ve PAH analizinde akredite olan özel bir laboratuvara gönderilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, her iki ürün grubunda da (sıcak ve soğuk dumanlama) PAH (Benzo[a]piren, Benzo[a]anthrasen, Benzo[b]floranthen, Krisen) bileşikleri tespit edilmemiştir.

Organik bileşiklerin eksik yanması sonucu oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), insan sağlığı için toksik ve kanserojen etki yaptığı bilinmektedir. Hava, su, toprak, sigara dumanı gibi bulaşma kaynaklarına ek olarak gıdaların uygun olmayan şekillerde tütsülenmesi veya pişirilmesi (ızgara, fırın vs.) sonucunda da oluşabilmektedir. Doğada 100'ün üzerinde PAH tespit edildiği bunlar içerisinde ise en önemli 16 PAH grubunun olduğu bildirilmiştir. Özellikle Benzo[a]piren, Benzo[a]anthrasen, Benzo[b]floranthen, Krisen bileşiklerin insan vücudunda birikmesi sonucu çeşitli sağlık problemlerinin oluşabileceği hatta kanserojenik ve mutajenik etki yapabileceği ifade edilmiş, Benzo[a]piren bileşiğinin daha kuvvetli etkisinin olabileceği belirtilmiştir. Su ürünlerine uygulanan dumanlama teknolojisinin, kontrollü ve bilinçli bir şekilde uygulanmaması sonucu PAH tipi bileşikler oluşabilmektedir. Ayrıca bu durumun önlenmesinde doğru odun talaşı kullanıma ek olarak modern fırınların, çeşitli özelliklerinden de (nem, sıcaklık kontrolü, duman filtresi vs.) yararlanabileceği rapor edilmiştir (Terzi ve Çelik, 2006; Guillen ve ark., 2007; Özcan ve ark., 2008; Alçiçek, 2010; Aydınol, 2010; Alver ve ark., 2012; Ceylan ve Şengör, 2015).

İnsan sağlığı için son derece riskli olan PAH'lar için çeşitli kuruluşlar tarafından yasal sınırlandırmalar getirilmiştir. Türk gıda kodeksi yönetmeliğine göre, tütsülenmiş balık ve balık ürünleri için belirtilen maksimum PAH limit değerleri aşağıda belirtilmiştir.

Yönetmeliğe göre (01.09.2014 sonrası), Benzo[a]pyren için 2 µg/kg, toplam PAH için (Benzo[a]piren, Benzo[a]anthrasen, Benzo[b]floranthen, Krisen toplamı) ise maksimum izin verilen miktarın 12 µg/kg olduğu ifade edilmiştir (TGK, 2011a).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve Avrupa Standartları Komisyonuna (EC) göre dumanlanmış balık ürünlerde izin verilen maksimum limit, Benzo[a]piren için, 5 µg/kg olarak belirtilmektedir (Varlet ve ark., 2007; Anonim 2008; Sojinu ve ark., 2019).

Gıdalardaki PAH düzeylerinin belirlendiği bazı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Guillen ve ark. (2000), dumanlama işleminde kullanılan ağaç tiplerinin PAH düzeyleri üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle sert odun yapısına sahip olan meşe kayın gibi ağaçların, kavak ağacı gibi yumuşak odun yapısına sahip ağaçlara göre PAH ihtiva etme seviyelerinin daha az olduğunu vurgulamışlardır.

Simon ve ark. (2005), somon balıklarının üzerinde yapmış olduğu çalışmalarında sıvı tütsüleme sonrası balıklarda PAH miktarının iz miktarda veya bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Duedahl-Olesen ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmada dumanlama esnasında kullanılan talaşın nemi, sıcaklığı ayrıca ortamda bulunan oksijenin seviyesi gibi etmenlerin PAH düzeyini etkilediğini bildirmişlerdir.

Visciano ve ark. (2006), soğuk dumanlanmış Atlantik salmonları üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında, modern tütsüleme yöntemlerinin, ürünlerin PAH düzeyleri üzerinde etkili olduğu ve PAH konsantrasyonlarını önemli derece azalttığını bildirmişlerdir

Djinovic ve ark. (2008), dumanlama işlemi boyunca PAH bileşenlerinin miktarının arttığını fakat derinin ete bulaşmasını engellediğini ifade etmişlerdir. Bir çalışmada ise dumanlanmış ürünlerin PAH'tan etkilenmemesi için derisinin kısmen veya tamamen alınması konusunda bilgilendirilmiştir (Karl ve Leinemann, 1996).

Alçiçek (2010), gökkuşuğu alabalığının sıcak ve sıvı tütsülemesi sonrasında PAH düzeyini araştırmıştır. Sıvı tütsülemenin ürünlerin PAH düzeyi üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmiştir.

Başak ve ark. (2010), salmon ve gökkuşuğu alabalığının dumanlama sonrası PAH düzeyini araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre ürünlerde Benzo(a)piren rastlamadıklarını

ancak karsinojenik etkisi olan benzo(a)antrecene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(g,h,i)perylene, bileşenlerini tespit etmişlerdir. Ayrıca balık yağ içeriği ile PAH miktarı arasında bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Benzer olarak, Essumang ve ark. (2012), yüksek sıcaklığın PAH bileşimine neden olduğunu ayrıca balığın yağlı olduğu dönemlerde PAH riskinin arttığını belirtmişlerdir.

Köse (2010), dumanlama işleminde kullanan dış filtrenin önemi vurgulamıştır. Filtre uygulamasının PAH bileşenlerinin, ürüne bulaşması konusunda engelleyici etki yaptığını ifade etmiştir.

Ceylan ve Şengör (2015), kontrollü dumanlama işleminin, ürünlerin PAH miktarı üzerinde önemli rol oynadığını ayrıca geleneksel yöntemlere göre modern yöntemlerin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. Uygun odun talaşı ve dış filtre kullanımı ise çalışmada önerilmiştir.

Yapılan çalışmada, dumanlama esnasında balık etine geçerek kanserojenik etki yaratabilecek bir maddenin oluşmadığı tespit edilmiştir. Bu da elde edilen ürünlerin uygun şartlar altında üretildiğini göstermektedir. Diğer bir ifade ile ortamdaki sıcaklık, nem ve oksijen seviyesinin, kullanılan odun talaşının, uygulanan dumanlama süresi ve miktarının yeterli olduğu söylenebilir. Bunda da, çalışmanın gerçekleştirildiği firmada bulunan modern dumanlama fırınlarının, hem Avrupa standartlarında olması hem de üretimin her aşamasında kontrol edilebiliyor olması da etkilidir.

Sonuç olarak her iki dumanlanmış ürünün de (Sıcak, Soğuk), PAH açısından herhangi bir risk taşımadığı ve güvenle tüketilebileceği tespit edilmiştir.

#### **5.6.5. Histamin Analizi**

Mevcut çalışmada, ham materyalde, üretimin her aşamasında ve depolama süresi boyunca tüm ürün gruplarında, Histamin analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre tespit edilen Histamin miktarı <3 ppm olarak belirlenmiştir.

Amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucunda histamin, tiramin, agmatin, putresin, kadaverin, spermin ve spermidin gibi çeşitli amin bileşikleri oluşmaktadır. Bu durumun oluşmasında ise dekarboksilasyondan sorumlu enzimler ve birçok mikroorganizma etkili olabilmektedir. Biyojen amin olarak adlandırılan bu grup, gıdaların bozulmasının bir göstergesi olarak da kullanılmakta ve mikrobiyolojik bozulmalar sonucu biyojen amin

miktarının da arttığı bilinmektedir. Biyojen aminler insan vücudunda toksik etki yapmakta ve sağlık açısından risk oluşturmaktadır. Histidin amino asidinin dekarboksilasyonu sonucu oluşan Histamin ise bu grup içerisinde en tehlikelidir ve çeşitli zehirlenmelere neden olmaktadır. Scombroid balık zehirlenmesi olarak da bilinen Histamin zehirlenmesine hamsi, uskumru, palamut, sardalye gibi histidin amino asidinin yüksek miktarda bulunduğu balıklar neden olmaktadır. Histamin oluşmasında, ham maddenin başlangıç kalitesi çok önemli olduğu gibi, gıdaların bozulması, hijyen, depolama ve muhafaza şartları da etkili olmaktadır. Özellikle düşük sıcaklıklarda depolanan ürünlerin histamin miktarının çok az olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ürünlere uygulanan işleme metotlarının yanında paketleme yöntemlerinin de etkili olduğu bilinmektedir. Her ne kadar yapılan işlemler etkili olsa da histamin oluşabilmektedir ve besin hijyeni ve gıda güvenliği açısından da son derece dikkat edilmesi gerekmektedir (Özoğul ve ark., 2004; Olgunoğlu, 2007; Koral, 2012; Doğu ve Sarıçoban, 2015; Erdem ve ark., 2017). Bu yüzden birçok ülke histamin konusunda yasal düzenlemeler çıkarmıştır.

Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğine göre taze ve soğutulmuş balıklar için tespit edilen maksimum histamin miktarı 100 mg/kg (100 ppm), konserve ve balıkçılık ürünleri için ise 200 mg/kg (200 ppm) olarak belirlenmiştir (TGK, 2011b).

Avrupa Birliği Direktifine göre balıklarda izin verilen maksimum histamin miktarı 100 mg/kg (100 ppm), Amerikan Gıda ve ilaç Dairesi (FDA) ise 50 mg/kg (50 ppm), olarak belirtilmiş bu değer üzerinde çeşitli sağlık problemlerinin oluşabileceği bildirilmiştir (Koral, 2012).

Yapılan çalışmada, ham maddenin ve yapılan tüm ürünlerin histamin miktarının, ulusal ve uluslararası yönetmeliklerde belirtilen yasal limitlerin çok altında kaldığı belirlenmiştir.

Köse ve Erdem (2004), farklı koşullarda muhafaza ettikleri taze hamsi balığının, depolama süresi boyunca histamin miktarındaki değişimlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre buzdolabı koşullarında muhafaza edilen hamsi balığının başlangıçtaki histamin miktarını 3,68-7,16 mg/100g, depolamanın sonunda (5. gün) ise 24,22-33,39 mg/100 g aralığında tespit etmişlerdir.

Özoğul ve ark. (2004), farklı şekillerde paketlenen (Normal hava, Vakum, MAP: %60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>), ve 4°C'de depolanan sardalye balıklarının histamin miktarını

araştırmışlardır. Depolama süresi boyunca (15 gün) en yüksek histamin miktarını sırasıyla hava, vakum ve MAP'lı grupta olduğunu tespit etmiş ve paketlenme yöntemlerinin histamin miktarı üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kılınç ve Çaklı (2005b), farklı soslarla hazırlamış oldukları sardalye marinatinın depolama süresi boyunca histamin miktarının toksik düzey olarak belirtilen limitlerin (100 mg/kg) altında kaldığını bildirmişlerdir.

Özoğul ve Özoğul (2006), MAP'ın biyojen amin seviyesine karşı etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Olgunoğlu (2007), hamsi balığından marinat yapmış ve ürünleri 0-2°C'de depolamıştır. Elde ettiği sonuçlara göre ürünlerin histamin miktarının başlangıçta düşük olduğunu, depolama sonunda bu miktarın 34,5 mg/kg seviyesine ulaştığını ve bu değer yasal limitler altında (100 mg/kg) olduğunu tespit etmiştir.

Çoban ve Patır (2008), taze hamside ortalama histamin miktarını 24,24 ppm olarak bildirmişlerdir.

Çetinkaya (2011), hamsi balığının histamin miktarını başlangıçta 1,47 mg/100 g olarak belirlemiş ve balığın mikrobiyolojik açıdan tüketilemeyeceği depolamanın 8. gününde bu değeri 6,56 olarak tespit etmiştir.

Koral (2012), yapmış olduğu çalışmada, ürünlerdeki histamin miktarının azalmasında, ham madde kalitesinin, uygun işleme metotlarının ve düşük sıcaklıkta muhafaza ve depolama işlemlerinin önemli rol oynadığını belirtmiştir.

Doğu ve Sarıçoban (2015), balığın biyojen amin oluşumunu engellemek için vakum ve modifiye atmosfer paketlenme tekniğinin önem arz ettiğini ve sıcaklığın belirleyici faktör olduğunu rapor etmişlerdir.

Koral ve ark. (2015), sıcak dumanlanmış doğal ve kültür istavrit balığının 20±2°C'deki histamin düzeylerini tespit etmişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre başlangıçta doğal ve kültür balıklarında 1,61±0,80 ve 2,19±0,50 ppm olan histamin miktarını depolama süresi boyunca (8 ay) tespit edilebilir sınır değerinin altında (<0,86 ppm) belirlemişlerdir.

Erdem ve ark. (2017), salamura ve yağda paketlenen ve  $4\pm 1$  °C’de 6 ay boyunca depolanan tirs marinatının, depolama süresi boyunca histamin miktarının 3 mg/kg (<3 ppm) değerini aşmadığını tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak mevcut çalışmada, elde edilen tüm ürünlerin histamin miktarının, ulusal ve uluslararası yönetmeliklerde belirtilen limitlerin çok altında kaldığı ve ürünlerin besin hijyeni ve insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun oluşmasında; ürünün başlangıç kalitesinin çok iyi olduğu, uygun işleme metotlarının kullanıldığı, paketlenme yöntemlerinin etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca depolama sıcaklığının 2°C’nin altında olması, üretimin yapıldığı tesisin hijyen ve sanitasyon kurallarına uymasın da belirleyici olduğu söylenebilir.

### **5.7. Mikrobiyolojik Analize İlişkin Bulgular ve Tartışma**

Bu bölümde, ham materyal, paketlenme öncesi, deneme başı ve her ayın belirli günlerinde; mikrobiyolojik analizler yapılarak ürünlerin kaliteleri tespit edilmiştir. Çalışmada; Toplam Aerobik ve Anaerobik Bakteri (Mezofil ve Psikrofil), Toplam Koliform, Toplam Maya-Küf, Laktik Asit Bakterileri (LAB), *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* (O157-H7) patojenleri değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ham materyalde (taze), toplam mezofil aerob bakteri  $2,77\pm 0,03$  log kob/g, toplam psikrofil aerob bakteri sayısı ise  $2,35\pm 0,05$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. Ürün oluşturulduktan sonra, tüm analizlerde, tüm gruplarda ve depolama süresi boyunca bakteri sayısı, tespit edilebilen sınır değerinin altında kalmıştır (<10 kob/g). Ayrıca çalışmada patojen mikroorganizmaya rastlanmamıştır. Çalışmada yapılan ürünlerin mikrobiyoloji analizine ait bulgular Çizelge 5.27’de gösterilmiştir.



**Çizelge 5.27.** Marinat gruplarının mikrobiyolojik analizine ait sonuçlar.

Ürünler	Analiz		TMAB, TPAB, TAB, LAB, TK (kob/g)										
	Depo./Grup	P. Öncesi	1.gün	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay	9.ay	10.ay
Sade Marinat	Vakum	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	*
	MAP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	*	*
Sıcak Dum. M.	Vakum	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	*	*
Soğuk Dum. M.	Vakum	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	*	*	*	*
	MAP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	*	*	*	*	*

TMAB: Toplam Mezofil Aerob Bakteri, TPA: Toplam Psikrofil Aerob Bakteri, TAB: Toplam Anaerob Bakteri, LAB: Laktik Asit Bakterileri, TK: Toplam Koliiform, \* : Analiz yapılmadı.

Türk Gıda Mevzuatı Su Ürünleri Yönetmeliği ve Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğine göre; Balıkçılık ürünlerinde (balık, tüketime hazır ve işlenmiş su ürünleri) toplam aerobik bakteri (TAB) sayısının maksimumum  $10^6$ - $10^7$  (6-7 log kob/g), olması, patojen mikroorganizmalardan *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157-H7 için, 25 g numunede bulunmaması (0), *Staphylococcus aureus* için ise maksimum kabul edilebilir mikroorganizma sayısının  $10^3$ - $10^4$  kob/g arasında olması gerektiği bildirilmiştir (TGK, 2011b).

Uluslararası yönetmelikler incelendiğinde ise, balık ve balık ürünleri için, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) maksimum TAB sayısını  $10^6$ , ICMSF'ye (Uluslararası Mikrobiyolojik Gıda Standartları Komisyonu) ise mikrobiyolojik bozulma sınırının  $10^7$  olduğu bildirilmiştir.

*Salmonella spp.*, ve *Listeria monocytogenes*, için, Avrupa Komisyonu (EC) ve FDA, 25 g numunede bulunmaması (0) gerektiğini, *Staphylococcus aureus* için ise belirtilen maksimum sayı FDA, EC, ve ICMSF'ye göre sırasıyla ;  $10^4$ ,  $10^3$  ve  $10^4$  kob/g olarak belirtilmiştir.

Mikrobiyolojik analiz, sonucuna göre hamsi balığının mikrobiyolojik yükünün düşük olduğu ve elde edilen ürünlerin ulusal ve uluslararası standartlara uygun olduğu belirlenmiştir.

Yapılan marinasyon ve dumanlama işleminin ürünlerin mikrobiyolojik kalitelerini belirlemede çok önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu durum farklı sebeplere bağlanabilir. Balığın başlangıç kalitesinin iyi olması, uygun şartlarda dondurulup, çözündürülmesi ayrıca üretimde hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi bu durumu etkilemiştir. Yapılan işleme metotlarının, mikrobiyoloji üzerine olan etkisi ise aşağıda belirtilmiştir.

Sade marinat grubu (A, B) için, yapılan marinasyon işleminin ürünlerin bakteriyel gelişimini engellemiş veya sınırlandırmıştır. Marinasyon içeriğindeki asit ve tuzun mikroorganizma yükünü azalttığı, ayrıca salamurada kullanılan sitrik asidin ise ürünü korumuş olabileceği söylenebilir. İlaveten balık etindeki pH değerinin 4,5'in altına düşmesi, enzim aktivitesini düşürmüş ve birçok mikroorganizmanın faaliyetinin azalmasına neden olmuştur.

Sıcak ve soğuk dumanlanmış marinat grubunda (C, D, E, F), balık etine her ne kadar kısa süreli marinasyon işlemi uygulansa da mikrobiyal faaliyetin sınırlandırılmasında etkili olduğu görülmüştür. Asıl işlemin dumanlama işlemi olduğu düşünülürse, yapılan ısı işlem sonucu balıkların nem kaybettiği, bunun da mikroorganizma faaliyetini azalttığı veya sınırlandırdığı söylenebilir. Gıdanın nem miktarının azalması, ürünü dayanıklı kılmakta ve bakteri gelişimini sınırlandırmaktadır. Ayrıca duman içeriğindeki bazı bileşenlerin antimikrobiyal etkisinin olduğu ve ürünü koruduğu bilinmektedir. Duman içeriğindeki bileşiklerin, balık etindeki mikroorganizma faaliyetini durdurucu yönde etki yaptığı düşünülmektedir.

Ürünlerin mikrobiyolojik kalitelerini korumada en önemli kriterlerden biri de yapılan paketleme teknikleri (Vakum, MAP) önemlidir. Paketleme materyalinin iyi kalitede olması, oksijen geçirgenliğinin düşük olması, ürünün korunmasında ve mikrobiyal gelişimin sınırlandırılmasında önemli rol oynamıştır.

Vakum paketli gruplarda (A, C, E) ürünler, marinat kaplarına dizilmiş, ayçiçek yağı ile doldurulmuş ve sonrasında ise vakum uygulanmıştır. Böylelikle ürünler, hem yağ içerisinde tazeliğini korumuş hem de oksijene maruz kalmamıştır.

MAP'lı gruplarda (B, D, F), ise karbondioksit gazı, ürünlerin kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan korunmasında önemli bir etken olmuştur. Mikroorganizma sayısının baskılanması veya bakteriyel faaliyetin durması, karbondioksit gazının mikroorganizmalar üzerindeki etkisinden kaynaklanmıştır. Çünkü birçok bozulma bakterileri karbondioksit gazına karşı duyarlıdır ve karbondioksit gazının bakterostatik özelliği bulunmaktadır.

Karbondioksit gaz oranının ve paket içerisindeki hacminin önemi büyüktür. Çalışmada paket içerisindeki gaz oranı % 60 CO<sub>2</sub>+ % 40 N<sub>2</sub> ve ürün/gaz hacmi ise 1/1 olarak belirlenmiştir. Yüksek karbondioksit gazı oranı, duyu kaliteyi etkileyebileceği gibi bu oranın düşük olması da ürünün korunması konusunda sağlıklı bir sonuç vermeyebilir. Uygulanan gaz

oranının uygun olduğu söylenebilir fakat paket içerisindeki gaz hacminin uygun bir şekilde artırılması özellikle duyuşsal değerlendirme açısından daha yararlı olabilir.

Ürünlerin mikrobiyolojik kalitelerinin iyi olmasının bir nedeni de, üretim yapılan tesisin, hijyen ve sanitasyon kurallarına uymasındır. Balıkların tesise girişinden, son ürün oluşuncaya kadar geçen sürede, gerek personel hijyeni, gerekse kullanılan alet ve ekipmanların uygun ve temiz olması, ürün kalitesini etkilemiştir. Ayrıca mikrobiyoloji analizlerinin fabrikanın özel laboratuvarında yapılması, hem soğuk zincirin kırılmamasına hem de herhangi bir kontaminasyonun oluşmamasına neden olmuştur. İlaveten, yapılan ürünlerin, 0-2°C’de depolanması, hem raf ömrünün belirlenmesinde hem de kalitesinin tespitinde etkili olmuştur.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar ile diğer araştırmacıların verileri karşılaştırılmış, değerlendirilmiş ve detayları aşağıda verilmiştir.

Aksu ve ark. (1997), yüksek oranda asit ve tuz konsantrasyonlarının balık etinin mikroorganizma sayısı üzerinde azaltıcı etki yaptığı bildirmişlerdir.

Fuselli ve ark. (2003), taze hamsinin toplam mezofil bakteri (TMAB) ve toplam psikrofil bakteri (TPB) sayısını sırasıyla  $2.2 \times 10^4$  kob/g ve  $1.9 \times 10^4$  kob/g olarak tespit etmişler, marinasyon sonrasında ise bu bakterilere rastlamadıklarının bildirmişlerdir.

Özden ve Baygar (2003), marine edilmiş ürünler için, salamurada kullanılan asidin ürünlerin bozulmasında etkili olan birçok enzimatik ve mikrobiyolojik aktiviteyi durdurduğunu belirtmişlerdir.

Kılınç ve aklı (2005), yapmış oldukları çalışmada, taze sardalye balığının marinasyon sonrası, toplam canlı bakteri, psikrofil bakteri, laktik asit bakterisi ve maya-küf sayısının önemli derecede azaldığını, bu durumun gerçekleşmesinde ise marinasyon salamurasında kullanılan asidin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada pastörize edilmeyen marine ürün grubunun, depolama süresi boyunca (6 ay), toplam canlı bakteri ve laktik asit bakteri sayısının arttığını buna karşın psikrofil bakteri ve maya-küf sayısının ise  $<10$  kob/g olduğunu belirtmişlerdir.

Özden ve Erkan (2006), farklı paketlenme tekniklerinin (Yağ içerisinde, Vakum) marine edilmiş gökkuşaağı alabalığının raf ömrüne olan etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre, ham materyalin mezofil ve psikrofil bakteri sayısını 3,4 logkob/g ve 3

logkob/g olarak belirlemişlerdir. marinasyon sonrasında bu değerin azaldığını depolama süresi boyunca (120 gün) tespit edilen bakteri sayısını <10 kob/g olduğunu tespit etmişlerdir.

Olgunoğlu (2007), yapmış olduğu hamsi marinat çalışmasında, taze balığın TMAB (toplam aerobik mezofil bakteri) sayısını  $6,5 \times 10^4$  kob/g, TPB (Toplam psikrofil bakteri) sayısını ise  $7 \times 10^3$  kob/g olarak tespit etmiş, bu değerlerin marinasyon sonrasında önemli derecede azaldığını belirtmiştir. Çalışmada marine ürünlerde depolama süresi boyunca patojen mikroorganizma (*E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus-Micrococcus*) tespit edilmediğini bildirmiştir. Ayrıca taze balıkta ve marine üründe maya-küf bakteriye rastlamadığını belirtmiştir. Mikroorganizma sayısındaki bu durumunun balık eti pH değerinin düşmesine ve salamura içeriğinin anti bakteriyel etkisinin olmasına bağlamıştır.

Kurt Kaya (2009), yapmış olduğu çalışmasında marine edilmiş levrek, çipura ve karabalığın mikrobiyolojik kalitesini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre ham materyaldeki TMAB, TPB ve laktik asit bakteri sayısının marinasyon sonrasında önemli derecede azaldığını depolama süresi boyunca ise mikroorganizma sayısının arttığını bildirmiştir. Çalışmada ayrıca maya-küf sayısının saptanabilir limitlerin altında olduğunu (<10 kob/g) tespit etmiş bunun nedenini maya ve küfün üreyebileceği uygun pH değerini bulamamasına bağlamıştır.

Çakır (2010), farklı doğal katkı maddelerinin, hamsi marinatının raf ömrü üzerine yapmış olduğu çalışmasında, taze balığın toplam aerob bakteri sayısını  $3,8 \times 10^4$  kob/g, toplam psikrofil aerob bakteri sayısını ise  $2,5 \times 10^3$  olarak tespit etmiştir. Yapılan marinasyon sonrasında bu değerlerin önemli ölçüde azaldığını, depolama süresi boyunca (10 ay), kontrol grubu dahil tüm gruplarda TMAB ve TPA sayısının tespit edilebilir sınır değerin (<10 kob/g) altında kaldığını belirtmiştir. Bu durumu balık etinin pH değerinin düşük olmasına ve salamurada kullanılan tuzun bakterostatik özelliği bulunmasına bağlamıştır.

Kadak (2012), yapmış olduğu hamsi marinatı çalışmasında, taze balığın toplam aerob mezofil bakteri sayısını 4,81 log kob/g olarak tespit etmiştir. Marinasyon sonrasında ve depolamanın ilk 40 günü, bu değerin 1 log kob/g'ın altında olduğunu, sonrasında ise tespit edilmediğini bildirmiştir. Bu durumu, marinasyon esnasındaki asit ve tuzun toplam bakteri sayısı üzerindeki etkisi ile ilişkilendirmiştir.

Erdem ve ark. (2017), tirsi marinatının depolama süresi boyunca mikrobiyolojik değişimlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre ham materyaldeki mezofil ve psikrofil bakteri sayısının yüksek olduğunu fakat marinasyon sonrasında bu değerin önemli

derecede azaldığını ve depolama süresi boyunca tüketilebilir sınır değeri geçmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında farklı paketleme tekniklerinin (salamura, vakum, yağ) tirsli marinat üzerindeki etkisini de araştırmışlar ve ürünlerin mezofil bakteri sayılarında paketleme teknikleri arasında fark olmadığını belirtmişlerdir.

Benzer olarak birçok araştırmacı yapılan marinasyon işleminin mikroorganizma faaliyetini durdurucu yönde etki yaptığını ve oluşan bakterilerin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir (Sallam ve ark., 2007; Cosansu ve ark., 2010; Bilir, 2011; Çetinkaya, 2017).

Günşen ve ark. (2011), farklı paketleme tekniklerinin (Vakum, MAP) marine edilmiş hamsi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada, taze hamsinin TMAB sayısını  $4,8 \times 10^4$  kob/g, olarak belirlemişler ve bu değerin marinasyon sonrasında ve depolama süresi boyunca azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca MAP'lı grupların, vakum paketli gruba göre daha iyi sonuç verdiğini ve karbondioksit gazının ürünün mikrobiyal yükünü baskılamasında önemli rol oynadığını bildirmişlerdir. Benzer olarak psikrofil bakteri sayısını, taze örnekte  $1,9 \times 10^3$  kob/g, depolama süresi boyunca ve tüm gruplarda  $<10$  kob/g olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, marine hamside, *Salmonella spp.* ve *L. Monocytogenes* patojenlerine rastlamadıklarını, *E. coli* sayısını  $<3$  mpn/g, *S. aureus* ve *Lactobacillus spp.* sayısını ise  $<10$  kob/g olarak belirlediklerini ifade etmişlerdir.

MAP tekniğinin balık etindeki mikrobiyal faaliyeti etkilediği birçok çalışma mevcuttur.

Özoğul ve ark. (2004), farklı paketleme teknikleri uygulanmış (Hava, Vakum ve MAP: %60CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>), sardalye balıklarının, 4°C'deki mikrobiyal değişimlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre, toplam canlı bakteri sayısının en yüksek, normal hava ile paketlenen grupta, sonrasında ise vakum ve MAP'lı grupta olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında ortamdaki oksijen seviyesinin giderilmesinin ve karbondioksit gazının varlığının bu durumu etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, aerobik bakterilerin karbondioksit gazına karşı duyarlı olduğunu ve MAP'lı ürünlerde bozulmayı geciktirici etki yaptığını bildirmişlerdir.

Erkan ve ark. (2006), farklı paketleme tekniklerinin (Hava, MAP), sardalye balığının raf ömrüne olan etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre modifiye atmosfer paketlemenin mikrobiyolojik açıdan ürünün raf ömrünü uzattığını ve bunda karbondioksit gazının etkisinin olduğunu vurgulamışlardır.

Sivertsvik (2007), yapmış olduğu çalışmada modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan yüksek karbondioksit gazının balık etindeki aerobik ve psikrofil bakteri sayısını azaltıcı yönde etki yaptığını bildirmiştir.

Pantazi ve ark. (2008), kılıç balığı ile ilgili yapmış olduğu çalışmalarında farklı paketlenme tekniklerinin balık etinin kalitesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Aerobik bakteri sayısının inhibe edilmesinde vakum ve modifiye atmosfer paketlenme tekniğinin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

McMillin (2008), bozulma bakterilerinin ve patojen mikroorganizmaların MAP yönteminden etkilendiğini ve ürünün mikrobiyal yükünün azalmasında rol oynadığını bildirmiştir.

Yılmaz ve ark. (2009), hava, vakum ve MAP'ın, gökkuşuğı alabalığı fileto larındaki etkisini incelemiştir. Elde etikleri bulgulara göre, balık etindeki toplam mezofilik bakteri sayısının depolama süresi boyunca arttığını fakat en düşük sayının MAP grubunda olduğunu ve bu etkinin karbondioksit gazının mikrobiyal üremede azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Kocatepe (2010), farklı paketlenme teknikleri (Hava, Vakum, MAP), ile paketlenen levrek balığının kalitesini incelemiştir. Elde ettiğı mikrobiyoloji analiz sonuçlarına göre en iyi sonucun farklı gaz oranlarının oluşturduğu MAP'lı gruplarda olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında ayrıca karbondioksit gazının mikroorganizma gelişimini inhibe ettiğini bildirmiştir. Benzer olarak Altan (2014), çalışmasında levrek balığını farklı paketlenme teknikleri ile paketlenmiş ve 15 günlük depolama süresi boyunca mikrobiyolojik kalitesini incelemiştir. Toplam Mezofilik bakteri sayısı bakımından en fazla bakterinin hava ile paketlenen grupta olduğunu, en düşük bakteri sayısı olan grubun ise MAP2 (%50 CO<sub>2</sub>+ %50 N<sub>2</sub>) olduğunu belirtmiştir. Düşük mikroorganizma içeriğinin sebebinin ise karbondioksit gazının balık üzerindeki antimikrobiyal etkisinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Kocatepe ve Turan (2011), yapmış oldukları çalışmalarında MAP ve 4°C altındaki sıcaklıklarda muhafaza işleminin, mikroorganizmalar üzerine engelleyici rol oynayabileceğini ifade etmişlerdir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), soğuk ve sıcak dumanlanmış gökkuşuğı alabalığının depolama esnasındaki kalite değişimlerini incelemiştir. Soğuk dumanlamanın, ürünün

mikroorganizma sayısı üzerine etkisinin sadece duman bileşiklerinden kaynaklandığını ve sıcak dumanlamadaki yüksek ısının etkisine göre daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Goulas ve Kontominas (2005), dumanlama işleminin ürünün tuz içeriğinin arttırdığını ve bunun da mikrobiyal gelişimi engellediğini bildirmişlerdir.

Çaklı ve ark. (2006), vakum ve modifiye atmosfer paketlenen, sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığının 0-4°C'deki raf ömrünü tespit etmişlerdir. Sıcak dumanlanmış ürünlerin depolama süresi boyunca TMAB ve TPB sayılarının arttığını fakat MAP'lı grupların (A: %60 CO<sub>2</sub>+ %40 N<sub>2</sub>, B: %50 CO<sub>2</sub>+ %50 N<sub>2</sub>) vakum paketli gruba göre daha iyi bir sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca düşük sıcaklık ve yüksek karbondioksit uygulamasının ürünlerin bakteriyel üremeyi önemli derecede inhibe ettiğini tespit etmişlerdir.

Kaya ve ark. (2006), buzdolabı koşullarında 15 gün süre ile depolanan, sıcak dumanlanmış palamut balığının, mikrobiyolojik açılarından tüketilebilir sınır değeri aşmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında Koliform grubu bakteriye rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

Bilgin ve ark. (2008), sıcak ve soğuk dumanlanmış çipura balıklarının TMAB ve TPA sayılarının taze örneğe göre azaldığını, maya-küf ise üremediğini tespit etmişlerdir. Bu etkiyi yapılan tütsüleme işlemine ve sıcaklığın toplam bakteri üzerindeki etkisine bağlamışlardır.

Balıkçı (2009), tütsülenmiş uskumru marinatının depolama süresi boyunca kalitesini tespit etmiştir. Elde ettiği mikrobiyolojik analiz sonucuna göre, yapılan tütsüleme ve marinasyon işleminin ürünün mikroorganizma faaliyetini azaltıcı yönde etki yaptığını bildirmiştir. Ham materyalin yüksek kalitede olması, iki işleme tekniğinin beraber uygulanması ve ürünlerin vakum paketlenmesinin raf ömrünü daha da arttırdığını tespit etmiştir. Ayrıca çalışmasında ürünlerde Koliform, *E. coli* ve *Staphylococcus aureus* tespit etmemiştir.

Özoğul ve ark. (2010), sıcak dumanlanmış ve marine edilmiş hamsinin 4°C'deki raf ömrünü tespit etmişlerdir. Depolama süresi boyunca Toplam Bakteri sayısının arttığını ve depolamanın 6. ayında tüketilebilir sınır değeri geçtiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında *Salmonella*, *coliform*, *E. coli* ve *S. aureus* patojenlerini tespit etmediklerini bildirmişlerdir.

Oğuzhan (2011), yapmış olduğu çalışmasında sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığını farklı tekniklerle paketlenerek (Vakum, MAP), kalitesini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara

göre depolamanın başlangıcında sıcak dumanlanmış ürünlerin TMAB sayısının saptanabilir değerlerin altında olduğunu, bunda ise duman içeriğindeki bileşiklerin antimikrobiyal etki yaptığını, ayrıca tuzlama ve ısıl işleminde mikrobiyal yükün azalmasında etkili olduğunu bildirmiştir. Çalışmasında vakum uygulanmış ürünlerin depolamanın ilk 20 gününde, MAP'lı grubun (%50 CO<sub>2</sub>+ %50 N<sub>2</sub>) ise depolamanın ilk 40 gününde TMAB sayısının saptanabilir değerlerin altında olduğunu ve depolama süresince boyunca arttığını bildirmiştir. Benzer durumun TPAB ve maya-küf için geçerli olduğunu ayrıca MAP'lı grupta, vakum gruba göre daha yavaş bakteri ürediğini ve karbondioksit gazının ürünün bakteriyel gelişimini baskıladığını ifade etmiştir.

Bilindiği üzere patojen mikroorganizmalar, bazı hastalıklarının nedenini oluşturmakta ve insan sağlığı açısından sorun teşkil etmektedir. Bunlar içerisinde *Salmomella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, gibi patojenler, gıda kaynaklı enfeksiyonlara hatta zehirlenmelere neden olmaktadır. Patojen mikroorganizmaların birçok bulaşma kaynakları mevcuttur. Bunlar içerisinde kanalizasyon atıkları ve hayvan dışkıları, bunların gıdalara, sulara veya çevreye bulaşması, ayrıca çiğ ürünler ile temasın olması, yetersiz veya uygun olmayan pişirme ve pastörizasyon işlemleri, patojen mikroorganizmaların çoğalmasına veya bulaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca fabrika veya tesislerde çalışan personelin hijyen kurallarına dikkat etmesi, yanında kullanılan alet ve ekipmanın temiz olması da önemlidir (Uğur ve ark., 2003; FDA, 2009; Quinn, 2004; Karmali ve ark., 2010; Hastein ve ark., 2014).

Yapılan çalışmada, tüm ürünlerde herhangi bir patojenin tespit edilmediği, bu durumun hamsi balığının temiz ve uygun sulara avlanmasından, balığın uygun şartlarda işlenmesinden, kullanılan alet ve ekipmanlarını temiz olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, tesiste çalışan personelin belirli zaman dilimleri arasında doktor kontrollerinden geçirilmesi ve personelin taşıyıcı olma durumunun incelenmesi (hepatit vs.) ilaveten hijyen ve sanitasyon kurallarına son derece önem verilmesi bu durumu açıklamakta ve ulusal ve uluslararası alanda iyi bir üretim uygulamasına önem verdiğini göstermektedir.

## **5.8. Duyusal Analize Ait Bulgular ve Tartışma**

Yapılan çalışmada ürünlerin, depolama süresi boyunca kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan bozulmadığı tespit edilmiştir. Deneme, ürünlerin duyusal açıdan kalitesini yitirdiği anda sonlandırılmıştır (A grubu: 9. ay, B grubu: 8. ay, C grubu: 10. ay, D grubu: 8. ay, E grubu: 6. ay, F grubu: 5. ay).



Ürünlerin duyusal açıdan değerlendirilmesi için, alanında deneyimli 5 panelist seçilmiştir. Panelistler, ürünlere; renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni açısından 0 ile 5 arasında puan vererek değerlendirmiştir (5: Mükemmel, 4-4,9: Çok iyi, 3-3,9: İyi, 2-2,9: Fena değil, orta, 1-1,9: Kötü, 1 puan altı: Tüketilemez). Çalışmada **2 puan** altında kalan ürünler için deneme sonlandırılmıştır.

### **5.8.1. Sade Hamsi Marinat Grubuna (A, B) Ait Duyusal Analiz**

Sade marinat grubuna (A, B) ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 5.28’de gösterilmiştir.

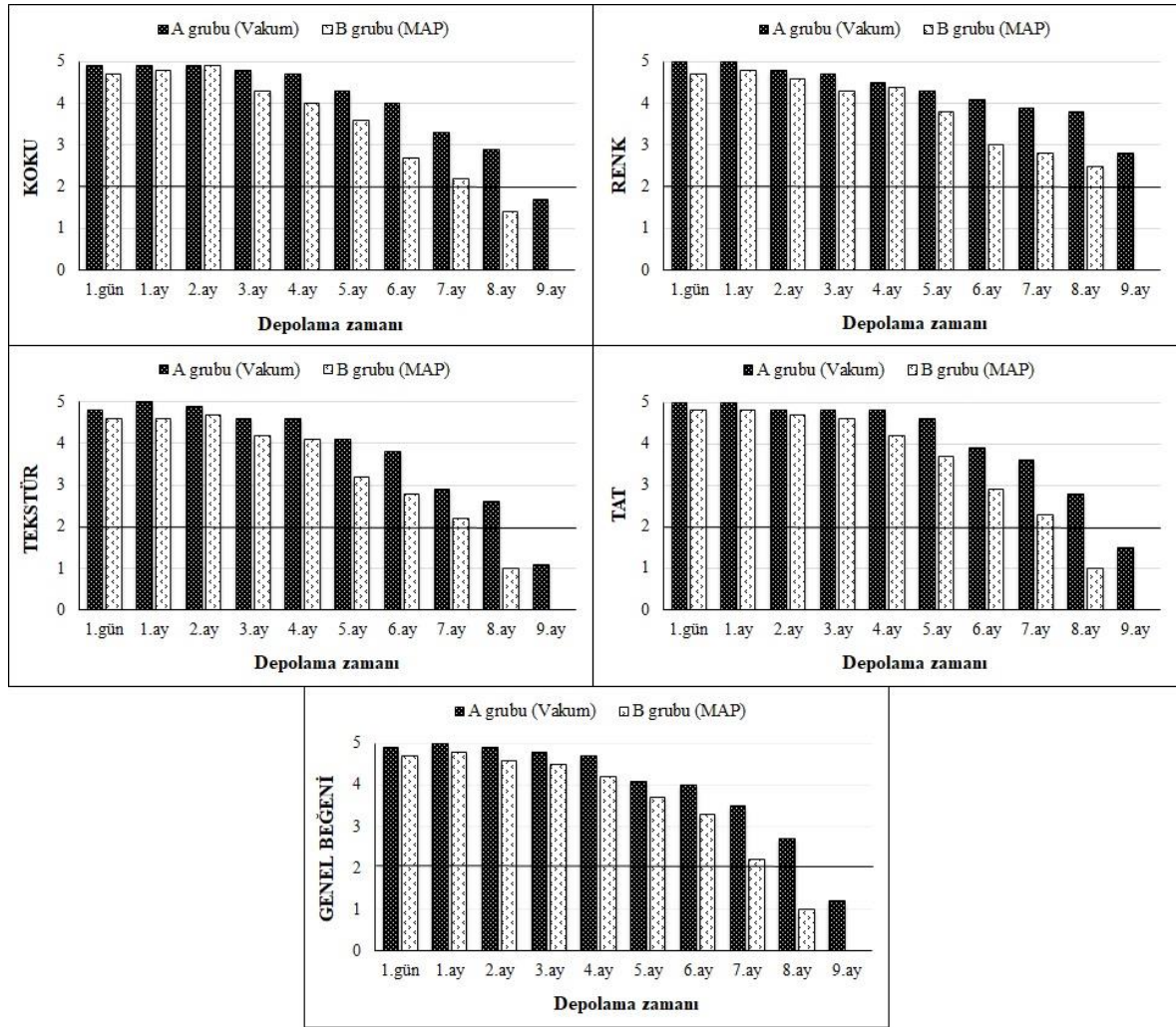


**Çizelge 5.28.** Vakum Paketli Sade Hamsi Marinat (A) ve MAP'lı Sade Hamsi Marinat (B) gruplarına ait duyu analizi sonuçları.

Depolama	RENK		KOKU		TAT		TEKSTÜR		GENEL BEĞENİ	
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>1.gün</b>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,70±0,12 <sup>aB</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,70±0,20 <sup>abA</sup>	5,00±0,04 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,80±0,19 <sup>aA</sup>	4,60±0,19 <sup>abA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,70±0,12 <sup>abA</sup>
<b>1.ay</b>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,60±0,10 <sup>abB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>
<b>2.ay</b>	4,80±0,12 <sup>abA</sup>	4,60±0,10 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,70±0,12 <sup>abA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,70±0,12 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,60±0,10 <sup>abA</sup>
<b>3.ay</b>	4,70±0,12 <sup>abA</sup>	4,30±0,12 <sup>abB</sup>	4,80±0,12 <sup>aBA</sup>	4,30±0,12 <sup>abcB</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,60±0,10 <sup>abA</sup>	4,60±0,10 <sup>abA</sup>	4,20±0,12 <sup>abB</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,50±0,16 <sup>abA</sup>
<b>4.ay</b>	4,50±0,16 <sup>abcA</sup>	4,40±0,10 <sup>aA</sup>	4,70±0,12 <sup>abA</sup>	4,00±0,00 <sup>bcB</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,20±0,12 <sup>bcB</sup>	4,60±0,10 <sup>abA</sup>	4,10±0,10 <sup>bbB</sup>	4,70±0,12 <sup>aA</sup>	4,20±0,12 <sup>bcB</sup>
<b>5.ay</b>	4,30±0,12 <sup>bcdA</sup>	3,80±0,12 <sup>bbB</sup>	4,30±0,12 <sup>bcA</sup>	3,60±0,19 <sup>cbB</sup>	4,60±0,10 <sup>aA</sup>	3,70±0,12 <sup>cbB</sup>	4,10±0,10 <sup>bcA</sup>	3,20±0,12 <sup>cbB</sup>	4,10±0,10 <sup>baA</sup>	3,70±0,12 <sup>cdB</sup>
<b>6.ay</b>	4,10±0,10 <sup>cdA</sup>	3,00±0,00 <sup>cbB</sup>	4,00±0,00 <sup>caA</sup>	2,70±0,12 <sup>dbB</sup>	3,90±0,10 <sup>baA</sup>	2,90±0,10 <sup>dbB</sup>	3,80±0,12 <sup>caA</sup>	2,80±0,12 <sup>cbB</sup>	4,00±0,16 <sup>bcA</sup>	3,30±0,12 <sup>dbB</sup>
<b>7.ay</b>	3,90±0,10 <sup>daA</sup>	2,80±0,12 <sup>cbB</sup>	3,30±0,12 <sup>daA</sup>	2,20±0,12 <sup>dbB</sup>	3,60±0,10 <sup>baA</sup>	2,30±0,12 <sup>ebB</sup>	2,90±0,10 <sup>daA</sup>	2,20±0,12 <sup>dbB</sup>	3,50±0,16 <sup>caA</sup>	2,20±0,12 <sup>ebB</sup>
<b>8.ay</b>	3,80±0,12 <sup>daA</sup>	2,50±0,22 <sup>cbB</sup>	2,90±0,10 <sup>daA</sup>	1,40±0,24 <sup>ebB</sup>	2,80±0,12 <sup>caA</sup>	1,00±0,00 <sup>fbB</sup>	2,60±0,19 <sup>daA</sup>	1,00±0,00 <sup>ebB</sup>	2,70±0,12 <sup>daA</sup>	<b>1,00±0,00<sup>fbB</sup></b>
<b>9.ay</b>	2,80±0,12 <sup>e</sup>	*	1,70±0,12 <sup>e</sup>	*	1,50±0,16 <sup>d</sup>	*	1,10±0,10 <sup>e</sup>	*	<b>1,20±0,12<sup>e</sup></b>	*

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** A grubu için **9. ay**, B grubu için **8. ay** olarak ifade edilmektedir. \*: Analiz yapılmadı.

Sade marinat grubu (A, B), genel beğeni açısından değerlendirildiğinde; A (Vakum) ve B (MAP) grubu, deneme başında (1.gün) sırasıyla,  $4,90 \pm 0,10$  ve  $4,70 \pm 0,12$  ile yüksek bir puanla değerlendirilmiş, gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Bu değer depolama süresi boyunca azalmış ve depolamanın 9. ayında A grubu, 8. ayında ise B grubu sırasıyla  $1,20 \pm 0,12$  ve  $1,00 \pm 0,00$  puan olarak kalitesini yitirmişlerdir. Gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sonuçlar Çizelge 5.28 ve Şekil 5.40'da gösterilmiştir.



Şekil 5.40. Sade hamsi marinat grubuna (A, B) ait duyu analiz sonuçları.

Ürünlerin yüksek kalitede olmasının bazı sebepleri bulunmaktadır. İlk olarak, ham materyal ne kadar iyi kalitede olursa, yapılan ürünlerde benzer kalitede olmaktadır. Aralık ayında avlanan hamsinin besin içeriğinin zengin olması, yapılan dondurma, çözündürme, marinasyon, paketlenme ve depolama işleminin de uygun koşullarda yapılması, ürün kalitesini etkilemiştir.

Ayrıca yapılan marinasyon işleminde, lezzet ve koku veren bazı bileşiklerin ortaya çıkması ve ürünlerin besin içeriğini koruması da kaliteyi arttırmıştır.

Tüm duyuşal kriterler için verilen puanların, her iki grupta da depolama süresince azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 5.28, Şekil 5.40). Depolama boyunca, ürünlerin renginin kötü olmadığı, buna karşın koku, tat ve tekstür açısından; A grubu için depolamanın 8. ayında, B grubu için ise 6. ayında kalitesininde azalmaların olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada vakum paketli grubun (A), MAP'lı gruba (B) göre daha uzun bir raf ömrü olduğu belirlenmiştir. Genel itibariyle MAP'ın ürünü, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal açıdan, geleneksel paketleme yöntemlerine göre daha iyi koruduğu bilinmektedir. Bu çalışmada ise MAP'ın ürün üzerinde pozitif etkisinin görüldüğü ve ürünü duyuşal açıdan iyi derecede koruduğu tespit edilmiştir. Fakat zaman içerisinde karbondioksit gazının çözünmesi ve miktarının azalması bu koruyucu etkiyi ortadan kaldırmış olabilir.

Vakum paketli grubun (A), MAP'lı gruba (B) göre daha iyi bir sonuç vermesinin asıl nedeni ise; paket içerisindeki ürünlerin tamamen yağ içerisinde kalması ve ortamdaki oksijenin vakumlanmasından kaynaklanmıştır. Vakumlu ürünlerin yağ içerisinde daha parlak ve canlı durması, ayrıca ayçiçek yağının ürünün tadını ve tekstürünü de önemli derecede etkilemesi, ürünlerin duyuşal açıdan kalitesinin artmasına neden olmuştur. MAP'lı ürünlerde ise başlangıçta aynı duyuşal etki gözlemlenmiş olsa da ürünlerin yağ içerisinde kalmaması, zaman içerisinde balık yüzeyinde kurumalara ve tekstüründe bozulmalara sebebiyet vermiştir.

Erkan ve ark. (2000), yapmış oldukları çalışmalarında, MAP'lı paneli alabalık marinatinın raf ömrünün, kontrol grubunda 90, MAP'lı grupta ise 120 gün olduğunu ve modifiye atmosfer paketlemenin ürünün raf ömrünü arttırdığını bildirmişlerdir.

Özden ve Baygar (2003), farklı paketleme tekniklerinin, marine edilmiş bazı balıkların kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre başlangıçta çok iyi puan alan cam kavanoz içerisindeki hamsi marinatinın, depolamanın 105. gününde, polietilen torbalarda vakum ile paketlenen marine hamsilerin ise depolamanın 90. gününde duyuşal açıdan kalitelerini yitirdiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca vakum uygulamasının ürünün raf ömrünü etkilemesinde önemli rol oynadığını ve kullanılabilirliğini arttırdığını belirtmişlerdir.

Tırakoğlu (2003), farklı bölgelerden avlanan (Marmara, Karadeniz), hamsi balığından marinat yapmış ve kalitesini incelemiştir. Denemenin başlangıcında ürünlerin çok iyi kalitede olduğunu ve zamanla kalitesini yitirmeye başladığını bildirmiştir. Marmara hamsisi ile yapılan marinatin depolananın 5. ayında, Karadeniz hamsisi ile yapılan marinatin ise depolamanın 6. ayında kalitesini kaybettiğini bildirmiştir. Ayrıca çalışmasında, kaliteli ürün için, balığın başlangıç kalitesine dikkat çekmiş ve uygulanan marinasyon formülasyonunun önemini vurgulamıştır.

Gökoğlu ve ark. (2004), farklı asetik asit konsantrasyonlarındaki sardalye marinatinın (%2, %4) raf ömrünü incelemiştir. Başlangıçta duyuşal açıdan (tat, koku, tekstür, genel görünüm) her iki ürününde çok iyi kalitede olduğunu, zamanla duyuşal özelliklerini kaybettiğini, ürünlerin raf ömrünün ise buzdolabı koşullarında 120 gün olduğunu belirlemiştir.

Olgunoğlu (2007), yapmış olduğu hamsi marinatu çalışmasında, ürünlerin duyuşal açıdan 7 ay dayandığını belirtmiş, bunun sonucunu ise ham materyalin başlangıç kalitesinin iyi olmasına, depolama sıcaklığına ve salamurada kullanılan sitrik asidin antioksidan etki yapmasına bağlamıştır.

Yeannes ve Casales (2007), yapmış olduğu hamsi marinat çalışmasında, marinasyon esnasında balığın duyuşal özelliklerinin arttığını ve yapılan işlem sonucu açığa çıkan bileşiklerin balık etine hoş bir koku ve lezzet verdiğini bildirmişlerdir.

Çakır (2010), farklı katkı maddeler kullanılarak hazırlanan hamsi marinatlarının kalitesini incelemiş, marine edilmiş hamsilerin başlangıçta iyi kalitede olduğunu, zaman içerisinde kalitesini kaybettiğini belirtmiştir. Çalışmasında, asetik asit ile hazırlanan ve cam kavanoz ile paketlenen grubunun, muhafazanın 10. ayında, plastik kaplarda depolanan hamsi marinatinın ise depolamanın 5. ayında tüketilebilir sınır değerini aştığını bildirmiştir.

Günşen ve ark. (2011), farklı paketlenen (Vakum, MAP) hamsi marinatu ile ilgili olarak, yapılan TBA ve duyuşal analiz sonuçlarının ürünün raf ömrünün belirlenmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, MAP'lı grupların (M1: % 70 CO<sub>2</sub> + % 30 N<sub>2</sub>, M2: % 50 CO<sub>2</sub> + % 50 N<sub>2</sub>), vakum paketli gruba göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğu, ayrıca farklı gaz oranlarının aynı etki yaptığını belirtmişlerdir. Başlangıçta ürünlerin birinci kalitede olduğunu zaman içerisinde yağ oksidasyonuna bağlı olarak duyuşal kalitelerini yitirdiklerini (Vakum: 7. ay, MAP: 11. ay) tespit etmişlerdir.

Kadak (2012), kitosan eklenmiş hamsi marinatının soğukta depolaması (90 gün) sonrası bazı kalite parametrelerini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre kitosan eklenmiş grupların beğenisinin daha fazla olduğunu ayrıca kontrol dahil tüm gruplarda depolamanın ilk 30 günlük sürede duyuşal açıdan önemli değişlik gözlemediğini, 40. günden itibaren verilen puanlarda önemli düşüşlerin olduğunu tespit etmiştir.

Turan ve ark. (2017), farklı esansiyel yağ katkılı hamsi marinatının buzdolabı koşullarındaki kalite değişimlerini incelemiştir. Çalışmada, kontrol grubu dahil tüm gruplardaki örneklerin denemenin başlangıcında iyi kalitede olduğunu, depolama süresi boyunca (6 ay) zamanla duyuşal özelliklerini kaybettiğini, duyuşal değişimlerin ise yağların acılaşmasına bağlı olarak değiştiğini ifade etmişlerdir.

Özoğul ve ark. (2004), farklı paketlenmiş (Vakum, MAP: % 60 CO<sub>2</sub> + % 40 N<sub>2</sub>) sardalye balıklarının 4°C'deki raf ömrünü incelemiştir. Elde ettikleri bulgulara göre MAP ve vakum paketlenen, hava ile paketlenen balıkların raf ömrüne göre daha uzun olduğunu, ayrıca vakum ve MAP'ın tüketici taleplerini karşılamada popüler olduğunu bildirmişlerdir.

Erkan ve ark. (2006), hava ve farklı gaz oranları (A: %5 O<sub>2</sub>+ % 60 CO<sub>2</sub> + % 35 N<sub>2</sub>, B: %5 O<sub>2</sub>+ % 70 CO<sub>2</sub> + % 25 N<sub>2</sub>) ile paketlenen sardalye balıklarının kalitesini incelemiştir. Duyusal analiz sonucuna göre MAP'lı grupların hava ile paketlenen gruplara göre daha iyi bir sonuç verdiğini depolama süresi boyunca bu etkinin azaldığını belirtmişlerdir.

Kocatepe (2010), farklı paketlenme yöntemlerinin levrek balığı üzerindeki etkisini incelediği çalışmada, MAP'lı grupların, vakum ve hava ile paketlenen gruplara duyuşal açıdan daha iyi bir sonuç verdiğini fakat yüksek oranda karbondioksit uygulamasının balık eti görünüşü üzerinde olumsuz etki yaptığını bildirmiştir.

Benzer olarak birçok araştırmacı MAP'ın ürünün duyuşal açıdan olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir (Özoğul ve ark., 2006; Goulas ve Kontominas, 2007; Çağlak, 2009, Altan 2014).

### **5.8.2. Sıcak Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (C, D) Ait Duyusal Analiz**

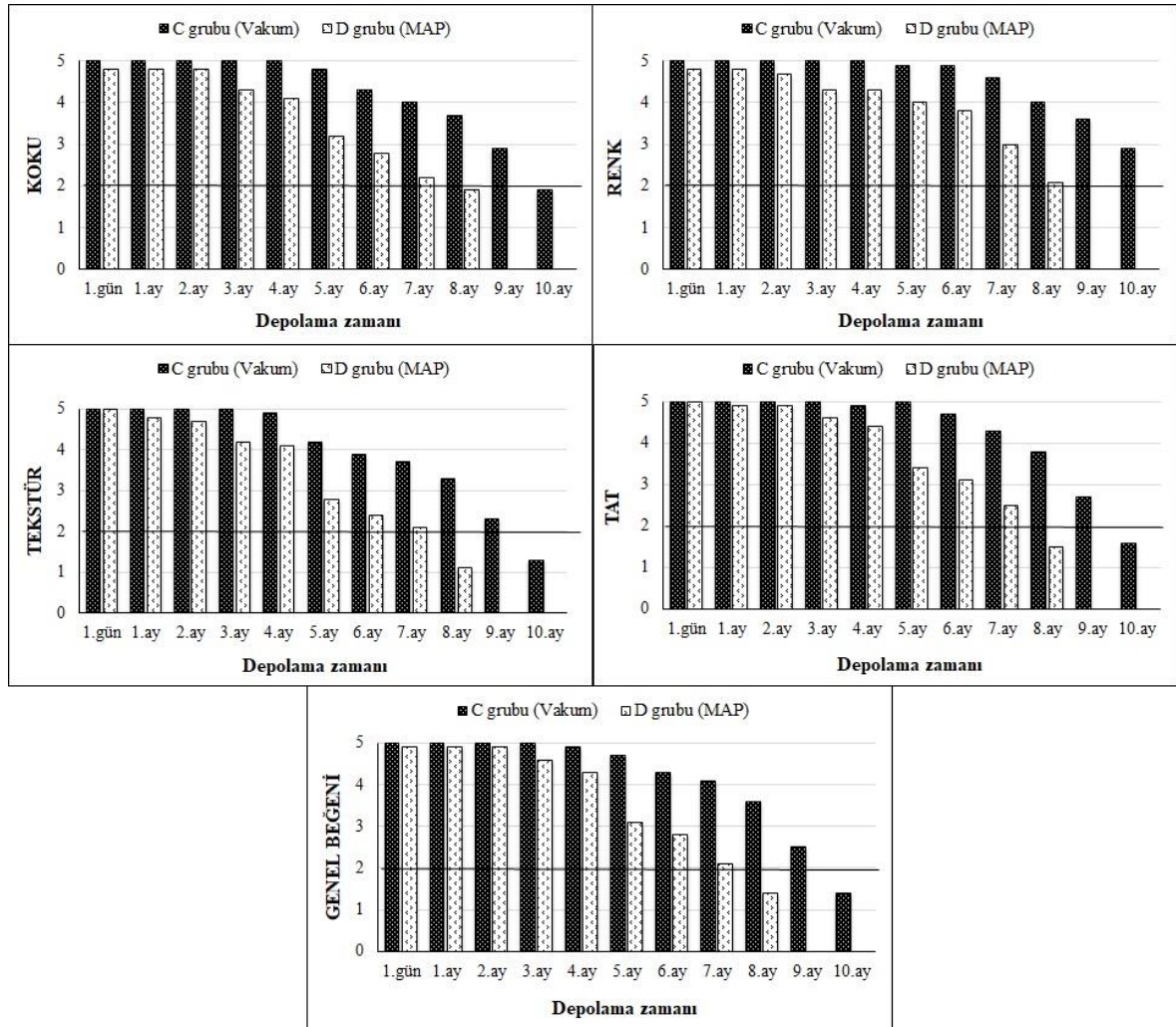
Sıcak dumanlanmış marinat grubuna (C, D) ait duyuşal değerlendirme sonuçları Çizelge 5.29'da gösterilmiştir.

**Çizelge 5.29.** Sıcak Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (C) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (D) gruplarına ait duyusal analiz sonuçları.

Depolama	RENK		KOKU		TAT		TEKSTÜR		GENEL BEĞENİ		
	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	
<b>1.gün</b>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,11 <sup>abA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>
<b>1.ay</b>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>
<b>2.ay</b>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,70±0,12 <sup>abB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,70±0,12 <sup>abB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>
<b>3.ay</b>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,30±0,12 <sup>bcB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,30±0,12 <sup>abB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,60±0,10 <sup>aB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,20±0,12 <sup>bcB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,60±0,19 <sup>abA</sup>
<b>4.ay</b>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,30±0,12 <sup>bcB</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	4,10±0,10 <sup>bb</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,40±0,10 <sup>aB</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,10±0,10 <sup>cb</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,30±0,12 <sup>bb</sup>
<b>5.ay</b>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,00±0,00 <sup>cdB</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	3,20±0,10 <sup>cb</sup>	5,00±0,00 <sup>aA</sup>	3,40±0,19 <sup>bb</sup>	4,20±0,12 <sup>bA</sup>	2,80±0,10 <sup>dB</sup>	4,70±0,12 <sup>abA</sup>	4,70±0,12 <sup>abA</sup>	3,10±0,10 <sup>cb</sup>
<b>6.ay</b>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	3,80±0,12 <sup>dB</sup>	4,30±0,20 <sup>bA</sup>	2,80±0,12 <sup>cb</sup>	4,70±0,12 <sup>abA</sup>	3,10±0,10 <sup>bcB</sup>	3,9,0±0,10 <sup>bA</sup>	2,40±0,19 <sup>deB</sup>	4,30±0,12 <sup>bcA</sup>	4,30±0,12 <sup>bcA</sup>	2,80±0,12 <sup>cb</sup>
<b>7.ay</b>	4,60±0,19 <sup>aA</sup>	3,00±0,00 <sup>eb</sup>	4,00±0,00 <sup>bcA</sup>	2,20±0,12 <sup>dB</sup>	4,30±0,12 <sup>bA</sup>	2,50±0,22 <sup>cb</sup>	3,70±0,12 <sup>bcA</sup>	2,10±0,11 <sup>eb</sup>	4,10±0,10 <sup>cdA</sup>	4,10±0,10 <sup>cdA</sup>	2,10±0,10 <sup>dB</sup>
<b>8.ay</b>	4,00±0,00 <sup>bA</sup>	2,10±0,10 <sup>fB</sup>	3,70±0,12 <sup>cA</sup>	1,90±0,10 <sup>dB</sup>	3,80±0,12 <sup>cA</sup>	1,50±0,16 <sup>dB</sup>	3,30±0,20 <sup>cA</sup>	1,10±0,10 <sup>fB</sup>	3,60±0,19 <sup>dA</sup>	3,60±0,19 <sup>dA</sup>	<b>1,40±0,10<sup>eb</sup></b>
<b>9.ay</b>	3,60±0,19 <sup>b</sup>	*	2,90±0,10 <sup>d</sup>	*	2,70±0,12 <sup>d</sup>	*	2,30±0,12 <sup>d</sup>	*	2,50±0,16 <sup>e</sup>	2,50±0,16 <sup>e</sup>	*
<b>10.ay</b>	2,90±0,10 <sup>c</sup>	*	1,90±0,10 <sup>e</sup>	*	1,60±0,19 <sup>e</sup>	*	1,30±0,20 <sup>e</sup>	*	<b>1,40±0,19<sup>f</sup></b>	<b>1,40±0,19<sup>f</sup></b>	*

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). **Deneme Sonu** C grubu için **10. ay**, D grubu için 8. ay olarak ifade edilmektedir. \*: Analiz yapılmadı.

Sıcak dumanlanmış marinat grubunun (C, D), duyu analizi sonuçları incelendiğinde, her iki gruptaki ürünlerin, ilk 4 ay çok iyi kalitede oldukları ve uzun süre kalitelerini korudukları tespit edilmiştir. Genel beğeni açısından gruplar karşılaştırıldığında, depolamanın 4. ayından itibaren aralarındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Özellikle koku ve tekstür açısından ürünlerin zamanla kalitelerinde kayıplar olduğu tespit edilmiş ve çalışmanın 8. ayında D (MAP) grubu, 10. ayında ise C (Vakum) grubu düşük puan alarak tüketilebilir sınır değerine ulaşmıştır (Şekil 5.41).



Şekil 5.41. Sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubuna (C, D) ait duyu analiz sonuçları.

Yapılan çalışmada, sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubu, diğer marinat gruplarına göre daha fazla oranda tercih edilmiştir. Tüm marinat grupları arasında, en iyi raf ömrüne sahip olan C grubu (Vakum paketli) olmuş ve panelistlerden yüksek beğeni kazanmıştır. Dumanlanmış ürünün rengi, kokusu ve tadı tam olarak hissedilmiş ve denemenin başında tüm duyu kriterlerinden 5 tam puanı almıştır.



Genellikle sıcak dumanlanmış su ürünleri, işlenmiş ürünler arasında sıklıkla tercih edilmektedir. Bu, balığın ısıtılma işlemi görmesinden ve duman içeriğinin balık etine hoş bir koku ve tat vermesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca sıcak dumanlanmış ürünlerin bilinen sarımsı rengi, albeniyi de arttırmaktadır. Çalışmada, panelistler tarafından, bu durum vurgulanmış ve her iki ürünün de (C, D) cezbedici özellikte olduğu belirtilmiş ve ürünün yağ içerisinde kalması da etkili olmuştur.

Yapılan işlemlerin detayları ele alındığında; kısa süreli de olsa uygulanan marinasyon işleminin, balık etinin yapısını değiştirdiği söylenebilir. Çünkü salamurada kullanılan tuz ve sirke balık etinin dayanıklılığını arttırmaktadır. Ayrıca uygulanan ısıtılma işleminin haricinde, duman içeriğindeki antioksidan ve antimikrobiyal bileşiklerin ürünü duyuşal açıdan koruduğı ve ürünün raf ömrüne katkıda bulunduğı söylenebilir. Paketleme materyalleri incelendiğinde ise her iki paketlemenin de (Vakum, MAP) ürünün muhafazasında önemli rol oynadığı tespit edilmiştir.

Vakum paketli grupta (C), ürünün tam olarak yağ içerisinde kalması, MAP'lı grupta ise (D), gaz içeriğinin ürünü muhafaza etmesi, raf ömrünü etkilemiştir. Ancak modifiye atmosfer paketli grupta (D), karbondioksit gazının zamanla çözünüp ürün ile teması geçmesi, ürünün tadının zamanla çok az da olsa değiştirdiğı belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca karbondioksit gazının etkisinin zamanla azalması, balık yüzeyinde kurumalara, tekstüründe parçalanmalara sebebiyet vermiştir. Bu durumun oluşmasında, paket içerisindeki yağ miktarının çok az olması da etkili olmuştur.

Birçok çalışmada TBA analiz ile duyuşal analiz arasında bir korelasyon olduğu ifade edilmektedir. Balık yağlarının yapısının bozulması veya kalitesini yitirmesi sonucunda, oksidasyona bağılı olarak ürünün renginin sararmasına veya tadında acılaşmasına sebebiyet vermektedir. Bu çalışmada ise ürünlerin, TBARs değerinin tüketilebilir değerlerinin aşmadığı ve depolama süresi boyunca bu değer artsa da belirli aralıklarda sabit kaldığı görülmüştür. Duyuşal olarak karşılaştırıldığında ise TBARs değerini destekler bir sonuç ortaya çıktığı söylenebilir. Başlangıçta yüksek kalitede olan ürünlerin zaman içerisinde tadında, kokusunda hafif bir acılaşmanın oluştuğı belirlenmiştir. Burada tüketici faktörü göze alınarak kalitesini yitirmeye başladığı an, ürünler düşük puan almış ve çalışma sonlandırılmıştır.

Dumanlanmış ve farklı yöntemlerle paketlenmiş balıkların duyuşal özelliklerin belirlendiğı birçok çalışma mevcuttur.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlama işleminin gökkuşuğu alabalığının raf ömrüne etkisi incelemiştir. Sıcak dumanlanmış ürünlerin yüksek beğeni aldığını 4°C’de depolanan ürünler için depolamanın 44. gününde tadında ekşime olduğunu 48. günden itibaren ise ürünlerin duyuşal özelliğini yitirdiğini bildirmiştir.

Goulas ve Kontominas (2005), dumanlanmış kolyoz balığının duyuşal değerlendirme sonucunda yüksek puan aldığını belirtmiştir. Benzer olarak Vasiliadou ve ark. (2005), dumanlanmış çipura balığı için, dumanlama işleminin balık etine keskin duman aroması vermesinin yansıra lezzetini de arttırdığını ve ürünün yüksek beğeni aldığını bildirmiştir.

Muratore ve Licciardello (2005), sıvı tütülenmiş kılıç balığı dilimlerini, vakum ve modifiye atmosfer paketleme tekniği ile paketlenmiş ve 4°C’de depolamıştır. MAP’lı grubun ( %5 O<sub>2</sub>+%45 CO<sub>2</sub>+%50 N<sub>2</sub>), vakum paketli gruba göre daha kısa raf ömrünün olduğunu, ürünün raf ömrünü uzatmak için ek bir ekipman veya gaz maliyetine gerek olmadığını ifade etmiştir.

Çaklı ve ark. (2006), farklı paketleme teknikleri (Vakum, MAP), ile paketlenen sıcak dumanlanmış alabalıkların 4°C’deki raf ömrünü karşılaştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre, ürünlerin başlangıçta iyi kalitede oldukları fakat depolama süresi boyunca (54 gün) ürünlere verilen puanların azaldığını belirtmiştir. MAP’lı grupların (A: %60 CO<sub>2</sub>+ %40 N<sub>2</sub>, B: %50 CO<sub>2</sub>+ %50 N<sub>2</sub>), ise vakum paketli gruplara göre duyuşal açıdan ürünlerin raf ömrünü 14 gün daha fazla arttırdığını tespit etmiştir.

Günlü (2007), levrek balığının sıcak dumanlama sonrası kalite değişimi incelemiş ve elde ettiği ürünün yüksek beğeni aldığını belirtmiştir. Bunda yapılan dumanlama işleminin etkisine değinmiş ayrıca depolama süresi boyunca (30 gün) dumanlanmış ürünlere verilen duyuşal puanların düştüğünü bildirmiştir.

Balıkçı (2009), tütülenmiş uskumru marinatının buzdolabı koşullarındaki raf ömrünü tespit etmiştir. Çalışmasında, her iki işleme tekniğinin de balık etine uygulanmasının duyuşal açıdan önemini vurgulamış ve elde ettiği ürünlerin (sade, dere otlı), 9 ay boyunca iyi kalitede olduklarını belirtmiştir. Bunun sonucunu ise, ham materyalin başlangıç kalitesinin iyi olmasına, marinasyon ve dumanlama işlemine ve ürünlerin vakum paketlenmesine bağlamıştır.

Özoğul ve ark. (2010), dumanlanmış ve marine edilmiş hamsinin 4°C’deki raf ömrünü araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre başlangıçta yüksek beğeni alan ürünlerin

zamanla düşük puan aldıklarını ancak depolamanın sonunda bile (6. ay) kabul edilebilir özellikte olduğunu ifade etmişlerdir.

### **5.8.3. Soğuk Dumanlanmış Hamsi Marinat Grubuna (E, F) Ait Duyusal Analiz**

Soğuk dumanlanmış marinat grubuna ait (E, F) duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 5.30 ve Şekil 5.42’de gösterilmiştir.

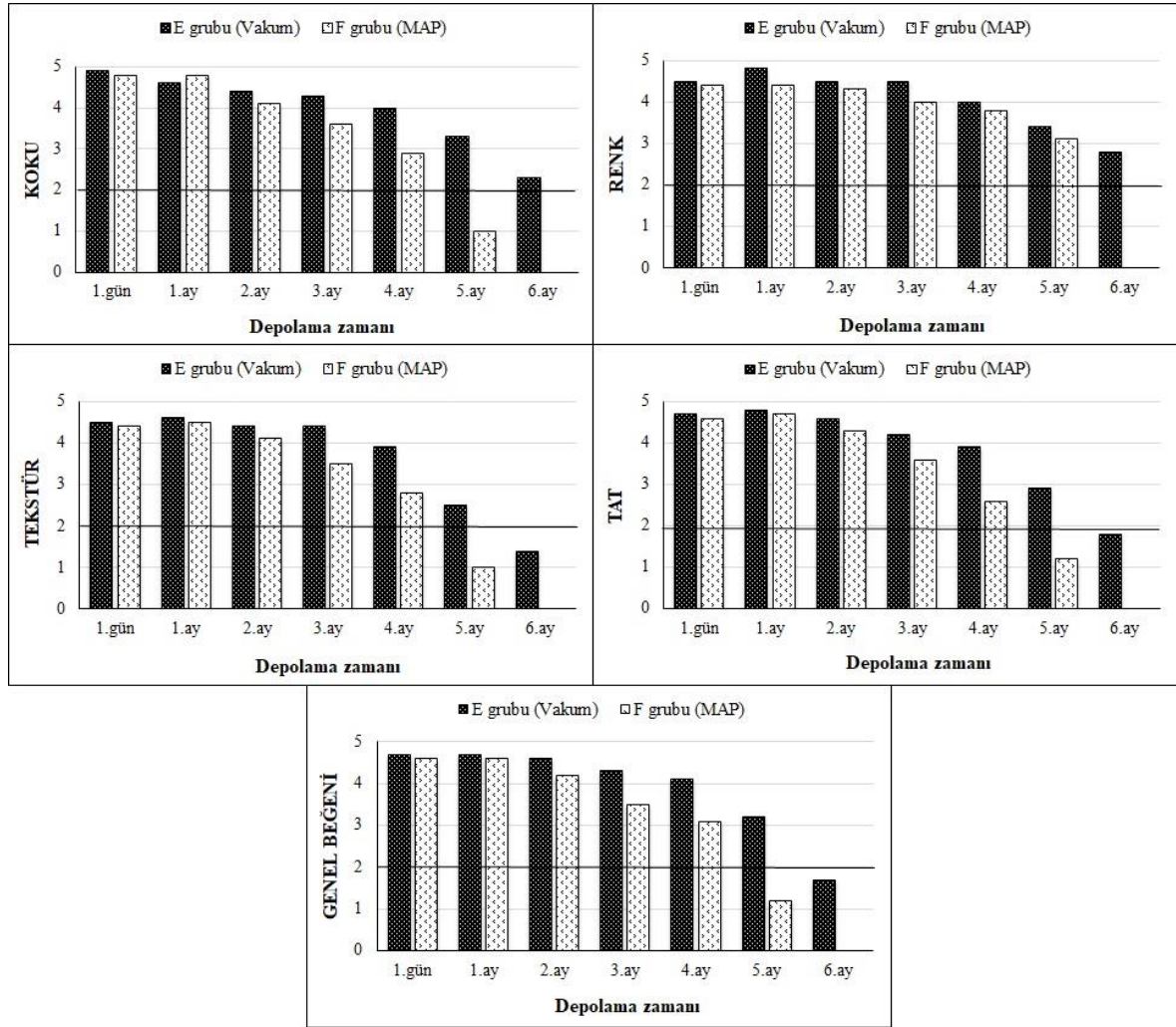


**Çizelge 5.30.** Soğuk Dumanlanıp Vakum Paketlenmiş Hamsi Marinat (E) ve Sıcak Dumanlanıp MAP Uygulanmış Hamsi Marinat (F) gruplarına ait duyusal analiz sonuçları.

Kriter	RENK		KOKU		TAT		TEKSTÜR		GENEL BEĞENİ		
	Depolama	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP	Vakum	MAP
<b>1.gün</b>		4,50±0,16 <sup>abA</sup>	4,40±0,17 <sup>aA</sup>	4,90±0,10 <sup>aA</sup>	4,80±0,11 <sup>aA</sup>	4,70±0,14 <sup>abA</sup>	4,6±0,10 <sup>aA</sup>	4,50±0,20 <sup>abA</sup>	4,40±0,10 <sup>abA</sup>	4,70±0,12 <sup>aA</sup>	4,60±0,10 <sup>aA</sup>
<b>1.ay</b>		4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,40±0,10 <sup>aB</sup>	4,60±0,10 <sup>abA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,80±0,12 <sup>aA</sup>	4,7±0,12 <sup>aA</sup>	4,60±0,10 <sup>aA</sup>	4,50±0,00 <sup>aA</sup>	4,70±0,10 <sup>aA</sup>	4,50±0,00 <sup>aA</sup>
<b>2.ay</b>		4,50±0,00 <sup>abA</sup>	4,30±0,12 <sup>abA</sup>	4,40±0,10 <sup>bcA</sup>	4,10±0,10 <sup>bA</sup>	4,60±0,19 <sup>abA</sup>	4,3±0,12 <sup>aA</sup>	4,40±0,10 <sup>a<sup>b</sup>A</sup>	4,10±0,10 <sup>bA</sup>	4,60±0,10 <sup>abA</sup>	4,20±0,12 <sup>ab</sup>
<b>3.ay</b>		4,50±0,00 <sup>abA</sup>	4,00±0,00 <sup>abB</sup>	4,30±0,12 <sup>bcA</sup>	3,60±0,10 <sup>bB</sup>	4,20±0,12 <sup>bcA</sup>	3,6±0,10 <sup>bb</sup>	4,40±0,10 <sup>abA</sup>	3,50±0,00 <sup>cb</sup>	4,30±0,12 <sup>abA</sup>	3,50±0,16 <sup>bb</sup>
<b>4.ay</b>		4,00±0,00 <sup>bA</sup>	3,80±0,12 <sup>bA</sup>	4,00±0,00 <sup>cA</sup>	2,90±0,10 <sup>dB</sup>	3,90±0,10 <sup>cA</sup>	2,6±0,10 <sup>cb</sup>	3,90±0,10 <sup>bA</sup>	2,80±0,12 <sup>dB</sup>	4,10±0,10 <sup>bA</sup>	3,10±0,10 <sup>bb</sup>
<b>5.ay</b>		3,40±0,10 <sup>cA</sup>	3,10±0,10 <sup>cA</sup>	3,30±0,12 <sup>dA</sup>	1,00±0,00 <sup>cb</sup>	2,90±0,10 <sup>dA</sup>	1,2±0,12 <sup>dB</sup>	2,50±0,22 <sup>cA</sup>	1,00±0,00 <sup>cb</sup>	3,20±0,12 <sup>cA</sup>	<b>1,20±0,12<sup>cb</sup></b>
<b>6.ay</b>		2,80±0,20 <sup>d</sup>	*	2,30±0,12 <sup>e</sup>	*	1,80±0,12 <sup>e</sup>	*	1,40±0,10 <sup>d</sup>	*	<b>1,70±0,12<sup>d</sup></b>	*

Aynı satırda, büyük harflerle (A, B) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda, küçük harflerle (a, b) gösterilen değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). **Deneme Sonu** E grubu için **6. ay**, F grubu için **5. ay** olarak ifade edilmektedir. \*: Analiz yapılmadı.

Çalışmada, genel beğeni açısından, deneme başında (1. gün) her iki grubunda iyi kalitede olduğu tespit edilmiş ve aralarındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). E (Vakum) grubu denemenin 6. ayında, F (MAP) grubu ise denemenin 5. ayında sırasıyla  $1,70\pm 0,12$  ve  $1,20\pm 0,12$  puan alarak kalitesini kaybetmiştir (Şekil 5.40). Gruplar arasındaki fark ise 2. aydan itibaren istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Sonuçlar Şekil 5.42’de gösterilmiştir.



**Şekil 5.42.** Soğuk dumanlanmış hamsi marinat grubuna (E, F) ait duyuşal değerlendirme sonuçları.

Soğuk dumanlanmış balık ürünleri, etin pişirilmeden ( $<30^{\circ}\text{C}$ ) olgunlaştırılması işlemine dayanmaktadır. Ürünlerin rengi, sıcak dumanlanmış ürünlerin bilinen o sarımsı renginde değil, daha çok taze balık etinin rengine daha yakındır. Her ne kadar soğuk dumanlanmış ürünlerin tadı ve kokusu güzel olsa da, sıcak dumanlanmış ürünlerin gerek görünümünün iyi olması gerekse raf ömrünün uzun olması tüketici tercihini etkilemektedir.

Soğuk dumanlanmış marinat grubu (E, F) en az beğenilen ve en kısa raf ömrüne sahip grup olmuştur. Başlangıçta ürünün beğenildiği, özellikle keskin duman kokusunun net bir şekilde hissedildiği, tadının ise alışlagelmişliğin dışında olduğu panelistler tarafından belirtilmiştir. Fakat ürünün renginin daha çok taze balık görünümünü anımsatmasının ürün albenisini etkileyebileceği ifade edilmiştir.

Öncelikle, yapılan marinasyon ve dumanlama işleminin beraberce uygulanması, balık etine farklı bir tat, koku ve tekstür sağlamış, ayrıca ürünün korumasında ve duyuasal açıdan beğeni toplamasında etkili olmuştur. Yapılan paketleme tekniklerinin (Vakum, MAP), etkili olduğu, fakat yağ ile paketlenmiş ve vakumlanmış E grubunda daha iyi bir duyuasal sonuç ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bunda ise E grubundaki ürünlerin tamamen yağ içerisinde kalması canlı, parlak bir görünüme sahip olması ve tadının daha iyi olması etkilemiştir. MAP'lı grupta (F) ise paket içi gaz içeriğinin ürünü koruması zamanla azalmış ve ürün yüzeyinde kurumaların veya tekstüründe dağılmaların meydana geldiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak soğuk dumanlanmış marine ürün, özellikle yurtdışında belirli bir piyasası olan ve birçok kesim tarafından da sevilerek tüketilen bir marinat grubunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada da elde edilen ürün beğenilmiş ve sevilerek tüketilmiştir. Deneme sonuna doğru kalite kayıpları oluşmuş ve MAP'lı grubun (F) daha az raf ömrü olduğu tespit edilmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), 4°C'de depolanan sıcak ve soğuk dumanlanmış gökkuşağı alabalığının raf ömrünü sırasıyla 48 ve 16 gün olarak belirlemişlerdir. Çalışmalarında sıcak dumanlanmış ürünlerin daha çok beğeni aldığını, fakat soğuk dumanlanmış ürünlerinde pazarlama payının iyi olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca soğuk dumanlanmış balıkların, başlangıç kalitelerinin iyi olduğunu zamanla kalitelerini kaybederek düşük puan aldıklarını ifade etmişlerdir. İlaveten sıcak dumanlanmış ürünlerin görünümünün soğuk dumanlanmış örneklere göre daha iyi olduğunu belirtilmişlerdir.

Cardinal ve ark. (2004), soğuk dumanlanmış ürünlerin kolay bozulabilir olduğunu, üretiminde ise hijyen kurallarına dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Dondero ve ark. (2004), soğuk dumanlanmış ve vakum paketlenmiş Atlantik somonlarının soğuk depolama süresince kalite değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmalarında farklı sıcaklıklarda depolanan (0,2,4,6 ve 8°C) ürünlerin raf ömrünü sırasıyla 26, 21, 20, 10 ve 7 gün olarak belirlemişlerdir.

Günlü (2007), farklı şekillerde (sıcak, soğuk), dumanlanan deniz levreğinin depolama esnasındaki kalite değişimlerini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre, ürünlerin başlangıç kalitesinin iyi olduğunu ve buzdolabı koşullarında 30 günlük depolama süresi boyunca duyusal açıdan verilen puanların düştüğünü belirtmiştir. Ayrıca en düşük duyusal puanın soğuk dumanlanmış ürün olduğunu ve sıcak dumanlanmış ürüne göre daha az beğenildiğini ifade etmiştir.

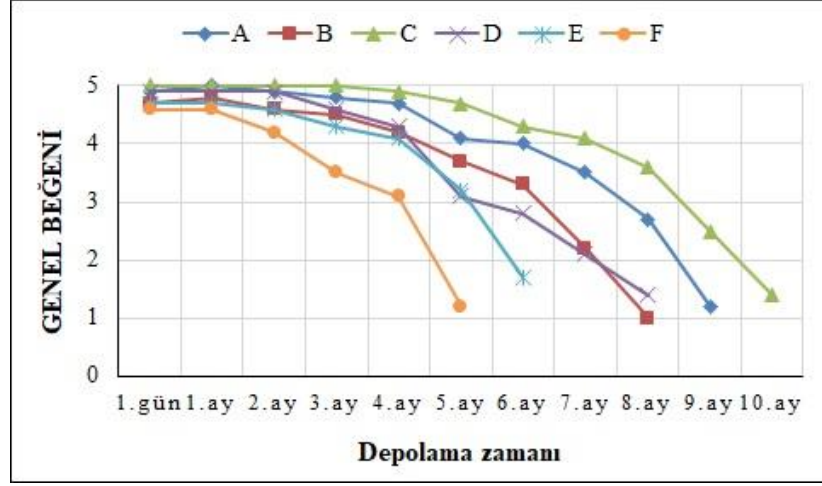
Bilgin ve ark. (2008), soğuk ve sıcak dumanlanmış çipura balığının 4°C'deki raf ömrünü tespit etmişlerdir. Yapılan dumanlama işleminin balık etinin raf ömrüne etki ettiğini, sıcak dumanlanmış ürünlerin daha çok beğeni kazandığını ve aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca soğuk dumanlanmış ürünlerin raf ömrünü 21 gün, sıcak dumanlanmış ürünlerin raf ömrünü ise 35 gün olarak belirtmişlerdir.

Mevcut çalışmada soğuk dumanlanmış ürünlerin raf ömrünün kısa olduğu yapılan işleme tekniği ve paketlenme yöntemlerinin ise ürünün raf ömrünü etkilediği ayrıca MAP'lı grubun tüketiciye alternatif oluşturduğu belirlenmiştir.

Benzer olarak, Koral ve ark. (2010), vakum ve MAP'ın, su ürünlerinin raf ömründe, duyusal kalitelerinde ve farklı ürün yelpazelerinin oluşturulmasında daha fazla bir gelişme sağlayabileceklerini bildirmişlerdir.

#### **5.8.4. Ürünlerin Genel Duyusal Değerlendirilmesi**

Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre; tüm marinat grupları arasında en fazla beğeniye sahip olan ürünler sırasıyla; sıcak dumanlanmış, sade marinat ve soğuk dumanlanmış marinat grubu olmuştur. 2±2°C'de depolanan ürünlerde, en iyi raf ömrüne sahip olan grup; C (Vakum paketli sıcak dumanlanmış marinat, 10 ay), en az raf ömrüne sahip olan grup ise F grubu (MAP'lı Soğuk dumanlanmış marinat, 5 ay) olmuştur. Tüm ürünlerin genel beğeni açısından karşılaştırılması Şekil 5.43'de gösterilmiştir.



**Şekil 5.43.** Tüm ürünlerin depolama süresi boyunca aldıkları genel beğeni sonuçları.

Yapılan çalışmada, vakum paketli grupların (A, C, E), MAP'lı gruplara (B, D, F) göre daha iyi bir raf ömrünün olduğu ve daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. Genel itibariyle modifiye atmosfer paketlemenin, geleneksel paketleme yöntemlerine göre duyuşal açıdan daha iyi bir katkı sağlandığı bilinmektedir. Fakat bu çalışmada, yağ ile doldurulup ardından vakum paketlenen ürünlerin duyuşal beğenisi daha fazla olmuştur. Çünkü ürünlerin parlak, canlı bir görünümüne sahip olduğu ve yağ ile paketlemenin ürün lezzetini arttırdığı belirlenmiştir. MAP ise ürünü korunmasında ve raf ömrünün belirlenmesinde önemli rol oynadığı belirlenmiş, ürünlerin yağ içerisinde kalmaması ve paket içi gazların etkisinin zamanla azalması, balık yüzeyinde kurumalara, tekstüründe parçalanmalara veya dağılmalara neden olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın, duyuşal açıdan tespit edilen en önemli verilerinden bir tanesi de, yeni bir ürün gamının (MAP) oluşturulmasıdır. Bu yeni ürün gamı, firmanın ürettiği vakum paketli ürünlere (Sade, Sıcak dumanlanmış ve Soğuk dumanlanmış marinat) ek olarak, alternatif bir paketleme yöntemi uygulamasıdır. Bu ürün, tüketici talebi doğrultusunda oluşturulmuş ve bu çalışmanın çıktısı olarak firma tarafından seri üretime geçirilmiştir.

Yeni ürün gamının oluşturulmasında tüketicinin talepleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Bazı tüketiciler için, ürünlerin, tam olarak yağ içerisinde görünmesinin hoş olmadığı, ayrıca paketin açılması esnasında, karşılaşılan sıvı yağ miktarının yoğunluğu veya yağın dökülme tehlikesi, ürünün pratik olarak tüketilmemesine sebep olduğu belirtilmiştir. Günümüzde yoğun iş hayatı düşünüldüğünde, hızlı, pratik veya kolay tüketilebilir gıdalar, ilgi odağı olmakta ve tüketicinin tercihinin alternatif oluşturmakta, sağlıklı ve kolay tüketilebilir yeni



bir ürün gamı olarak modifiye atmosfer paketleme tekniğinin bu ihtiyacı karşılayabileceği düşünülmüştür.

Marine ürünlere uygulanan MAP tekniğinde; genelde ürünler paket içerisine yerleştirilmekte ve geri kalan kısım (tepe boşluğu) gaz ile doldurulmaktadır. Bu çalışmada ise paket içerisine belirli bir miktar yağ konulmuş ve tepe boşluğu karışım gazları ile doldurulmuştur. Bu şekilde paket açılırken yağ dökülmesi gibi durumlarla karşılaşmamaktadır. Ayrıca paket içine verilen gazlar ile ürünler kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal açıdan da korunmaktadır. Fakat bu yeni ürün gamı düşük bir pazara sahiptir ayrıca maliyeti de yüksektir. Bunlara rağmen firmanın vakum paketli ürün yanında, MAP'lı ürün yapıyor olması da, çeşitli ülkelere pazarlama açısından tercih nedeni olmakta ve firmaya hatta ülke ekonomisine avantaj sağlamaktadır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma üniversite-sanayi işbirliğinde ortaklaşa yürütülen bir projenin sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Su ürünleri işleme sektörünün sorunlarına veya taleplerine karşılık verme bağlamında; Samsun ilinde bulunan bir firmanın yapmış olduğu vakum paketli marine ürünlere (sade hamsi marinat, sıcak dumanlanmış hamsi marinat, soğuk dumanlanmış hamsi marinat) ek olarak farklı bir paketleme yöntemi, uygulanmış (Modifiye Atmosfer Paketleme) ve tüm ürünlerin kaliteleri tespit edilerek raf ömrü belirlenmiştir.

Oluşturulan bu yeni ürün gamı (MAP), tüketici talebi dikkate alınarak gerçekleştirilmiş ve bu çalışmanın sonucu olarak firma tarafından seri üretime geçirilmiştir.

Yapılan çalışmada 3 farklı ürün, (sade marinat, sıcak dumanlanmış marinat, soğuk dumanlanmış marinat) oluşturulmuş, bu ürün grupları ise kendi içlerinde 2 farklı paketleme tekniği (Vakum, MAP) ile paketlenmiştir. Toplamda 6 farklı ürün grubu elde edilmiş ve ürünler, firmanın özel soğuk hava deposunda ( $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilmiştir. Çalışmada oluşturulan gruplar ve raf ömürleri aşağıda belirtilmiştir:

A grubu: Vakum paketli sade hamsi marinat (9 ay)

B Grubu: Modifiye atmosfer paketli sade hamsi marinat (8 ay)

C grubu: Vakum paketli sıcak dumanlanmış hamsi marinat (10 ay)

D grubu: Modifiye atmosfer paketli sıcak dumanlanmış hamsi marinat (8 ay)

E grubu: Vakum paketli soğuk dumanlanmış hamsi marinat (6 ay)

F grubu: Modifiye atmosfer paketli soğuk dumanlanmış hamsi marinat 5 (ay)

Vakum pakette; elde edilen ürünler, marinat kaplarına dizilmiş, sonrasında ayçiçek yağı ile doldurulup vakumlanmıştır. Modifiye atmosfer paketlemede ise paket içerisine belirli bir miktar yağ konulmuş, tepe boşluğuna ise karışım gazı verilerek ürünler paketlenmiştir (ürün/gaz hacmi, 1/1). Gaz miktarı tüm gruplarda sabit tutulmuştur (%60 CO<sub>2</sub>+%40 N<sub>2</sub>).

Depolama süresi boyunca her ayın belirli bir gününde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizi yapılarak ürünler incelenmiştir.

Çalışmada, histamin analizi ile mikrobiyolojik analizler (Toplam Aerob ve Anaerob Bakteri, Toplam Maya-Küf, Toplam Koliform, Toplam Laktik Asit Bakteri, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* (O157-H7), *Listeria monocytogenes*), kontaminasyon olmaması için firmanın özel laboratuvarında yapılmıştır. Kimyasal analizler (TBARs, TVB-

N, pH) için ürünler, soğuk zincir kırılmadan Sinop'a ivedi bir şekilde getirilerek, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarlarında analize alınmıştır.

Ürünlerin amino asit kompozisyonunun belirlenmesi için örnekler, TÜBİTAK (MAM)'a, ağır metal, mineral, PAH ve yağ asitleri kompozisyonu için ise, bu analizlerde akredite olan özel bir laboratuvara soğuk muhafaza altında gönderilmiştir.

Elde edilen sonuçlar ve öneriler maddeler halinde aşağıda belirtilmiştir.

1. Hamsi balığının et verimi %60,21 olarak hesaplanmıştır. Sade marinat, sıcak ve soğuk dumanlanmış marinat için, toplam balık üzerinden (bürüt ağırlık) elde edilen et verimi sırasıyla, %49,51, %27,59, %43,69, olarak belirlenmiştir.
2. Ürünlerin paket içi gaz oranları incelendiğinde, denemenin başında (1. gün) ölçülen, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, ve O<sub>2</sub> değerleri sade marinat grubunda (B), sırasıyla %53,8, %45,4, %0,75, sıcak dumanlanmış marinat grubunda (D), %55,4, %43,7, %0,91, soğuk dumanlanmış marinat grubunda (F), ise sırasıyla %53,9, %44,9 ve %1,2 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın ilk ayında tüm gruplarda karbondioksit gazının ani olarak düştüğü (çözündüğü) depolama süresi boyunca ise tüm gruplarda %27,7-39,3 arasında sabit kaldığı belirlenmiştir. Oksijen gazı için depolama süresi boyunca tüm gruplarda düzensiz değişimler görülmüş ve paketlerin oksijen geçirgenliğinin çok düşük olması sebebiyle gaz miktarının tüm gruplarda %0,72-1,6 arasında sabit kaldığı tespit edilmiştir.

3. Çalışmada kullanılan hamsi balığının ağır metal içeriği incelendiğinde; kadmiyum (0,008±0,001 mg/kg) ve kurşun (0,032±0,009 mg/kg) değerlerinin ulusal ve uluslararası limitlerin altında olduğu, cıvanın ise tespit edilmediği belirlenmiştir. Ayrıca hamsi balığının mineral madde içeriğine bakıldığında; sodyum %0,14±0,00, potasyum 0,43±0,05, kalsiyum %0,61±0,03, magnezyum %0,051±0,00, selenyumun 1,909 mg/kg ve fosfor ise 9753 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak Karadeniz kıyısında avlanan hamsi balığının, mineral madde açısından zengin olduğu ve ağır metal bulgularına göre sağlık açısından her hangi bir risk taşımadığı tespit edilmiştir.

4. Hamsi balığın besin içeriği incelendiğinde; ham protein, ham yağ, ham kül, nem, karbonhidrat ve enerji değerleri sırasıyla; %19,33±0,01, %11,80±0,01, %1,46±0,01, %67,07±0,01, %0,35±0,00 ve 184,90±0,10 kcal/100g olarak tespit edilmiştir.

Yapılan marinasyon ve dumanlama sonrasında balık etinin besin kompozisyonunda oransal artış ve azalışların olduğu, yapılan işlemlerin besin içeriğini koruduğu belirlenmiştir.

5. Hamsi balığının yağ asidi profili incelendiğinde;  $\Sigma$  SFA,  $\Sigma$  MUFA,  $\Sigma$  omega-3 ve  $\Sigma$  omega-6 değeri sırasıyla %33,60±0,02, %27,44±0,03, %33,15±0,06 ve %5,82±0,01 olarak hesaplanmıştır. Tüm gruplarda SFA grubu arasında C16:0 (Palmitik asit), MUFA grubu arasında, C18:1 n9c (Oleik asit), PUFA (n-3) grubu arasında C22:6 n3 (DHA) ve PUFA (n-6) grubu arasında ise C18:2 n6 (Linoleik asit) yağ asidinin baskın olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan işleme metotlarının ve ürünlerin yağ içerisinde kalmasının yağ asidi kompozisyonunu etkilediği belirlenmiştir. Buna rağmen tüm ürün gruplarının yüksek miktarda omega-3 içerdiği tespit edilmiştir.

Bilindiği üzere insan sağlığı için son derece önemli olan ve mutlak suretle dışarıdan temin edilmesi gereken omega-3 yağ asitleri, balık etinde bol miktarda bulunmakta ve haftada en az 2 kez yağlı balık tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Özellikle EPA ve DHA yağ asitlerinin günlük olarak 0,5-3 g arasında alınması ve bunun sağlık açısından çok önemli olduğu çeşitli araştırmacılar ve kurumlar tarafından belirtilmiştir. Bu çalışmada ise sağlık için günlük alınması gerekli EPA+DHA miktarı 1 g olarak dikkate alınmış ve bu miktarın karşılanması için tüketilmesi gerekli balık miktarı toplam yağ miktarı üzerinden hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; A grubu için 24,74 g, B grubu için, 26,13 g, C grubu için 35,70 g, D grubu için 21,39 g, E grubu için 57,03 g, F grubu için ise 32,70 g olarak günlük tüketimin, 1 g EPA+DHA miktarını karşıladığı belirlenmiştir.

6. Hamsi balığının amino asit kompozisyonu incelendiğinde toplam esansiyel amino asit miktarının 9,93±0,01 g/100 g, toplam amino asit miktarının ise 17,97±0,00 g/100 g olduğu tespit edilmiştir.

İnsan vücudu için elzem olan esansiyel amino asitler, tüm ürün gruplarında yüksek miktarda belirlenmiş, bu grup içerisinde de baskın olarak lizin amino asidi tespit edilmiştir.

7. Yapılan kimyasal analizler sonucunda; dondurulmuş ve çözdürülmüş hamsi balığının başlangıç kalitesinin çok iyi olduğu tespit edilmiştir.

Yağların acılaşmasını gösteren TBARs analizine göre; deneme başında, sade marinat grubunda tespit edilen değer 2,35-2,51 mgMDA/kg, sıcak dumanlanmış marinat grubundaki değer, 4,78-4,57 mgMDA/kg, soğuk dumanlanmış marinat grubundaki

değerin ise 3,46-3,72 mgMDA/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca ise tüm gruplardaki TBARS sonucunun, tüketilebilir sınır değer olan 7-8 mgMDA/kg değerini aşmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmadaki tüm ürünlerin, ulusal ve uluslararası yönetmeliklerde belirtilen yasal limitleri (Su ürünleri yönetmeliği, TVB-N değeri için; <28 mg/100g, Avrupa birliği direktifi için; 25-35 mg /100g) aşmadığı belirlenmiştir.

Marine ürünlerde belirtilen pH aralığı genel olarak 4-4,5 arasında olması istenmekte ideal olanın ise 3,8-4,3 olduğu belirtilmektedir.

Sade marinat grubu için pH değerinin 3,94-4,08 arasında olduğu tespit edilmiştir. Sıcak ve soğuk dumanlanmış marinat grubu bu çalışmada tam olarak marine ürün olarak nitelendirilmemiştir. Çünkü salamura yoğunluğu düşük ve marinasyon çok kısa sürede uygulanmıştır. Doğal olarak asıl olgunlaştırma işleminin dumanlama olduğu düşünüldüğünde pH değerinin biraz daha yüksek (5,24-5,33) çıkmasının normal olduğu söylenebilir. Ayrıca tüm ürünlerin tüketilebilir sınır değer olan 6,8-7 pH değerini aşmadığı belirlenmiştir.

8. Özellikle dumanlanmış ürünlerde, ürünlerin uygun bir şekilde tütsülenmemesi sonucunda, duman içeriğindeki bazı kanserojen maddelerin ürüne bulaşması ve insan sağlığını tehdit etmesi durumları oluşabilmektedir. Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) olarak adlandırılan bu maddelerin tespiti için, ürünler incelenmiş ve dumanlanmış ürün gruplarında herhangi bir PAH maddesi (Benzo[a]piren, Benzo[a]anthrasen, Benzo[b]floranthen, Krisen) tespit edilmemiştir.

Ürünlerde biyogen amin varlığı insan sağlığı için risk oluşturmaktadır. Özellikle histidin amino asidinin yıkımı sonucu oluşan histamin çeşitli zehirlenmelere neden olmaktadır.

Yapılan bu çalışmada depolama süresi boyunca tüm ürün gruplarından histamin analizi yapılmış ve tespit edilen miktar <3ppm olarak belirlemiştir. Bu değer ulusal (maksimum 200 ppm) ve uluslar arası standartlarda (maksimum 50 ppm) belirtilen limitlerin çok altında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan PAH ve histamin analizine göre elde edilen tüm ürünlerin, besin hijyeni ve insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı ve ürünlerin güvenle tüketilebileceği sonucuna varılmıştır.

9. Mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde; ham materyalde (taze), toplam mezofil aerob bakteri  $2,77 \pm 0,03$  log kob/g, toplam psikrofil aerob bakteri sayısı ise  $2,35 \pm 0,05$  log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Ürün oluşturulduktan sonra, tüm analizlerde, tüm gruplarda ve depolama süresi boyunca tespit edilen bakteri sayısı tespit edilebilen sınır değerin altında kalmıştır (<10 kob/g). Ayrıca çalışmada, patojen mikroorganizma tespit edilmemiştir.

10. Çalışmada, her iki paketleme (Vakum, MAP), türünün de, ürünün korunmasında ve raf ömrünün belirlenmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Modifiye atmosfer paketli grupların, vakum paketli gruplara göre nispeten daha iyi bir kimyasal analiz sonucuna sahip olduğu belirlenmiştir. Her iki paketleme türünde de, mikroorganizma üremesi gerçekleşmemiştir. Bu durum, yapılan işleme metotlarının etkisinin yanı sıra, vakum paketli gruplarda, ürünlerin yağ içerisinde kalması ve vakumlanmasından, MAP'lı gruplarda ise paket içi gazların mikroorganizma faaliyetini azaltıcı yönde etki yapmasından kaynaklanmıştır.

11. Gerek marinasyon gerekse dumanlama işleminin uygun olarak yapılması, ürünün korunmasında etkili olduğu, ayrıca ürünlere farklı bir renk, koku ve tat verdiği bunun da ürünlerin albenisinin arttırdığı belirlenmiştir.

Çalışmada, vakum paketli ürünlerin duyuşal açıdan beğenisi daha fazla olmuş ve raf ömrünü etkilemiştir. Ürünlerin yağ içerisinde kalması, daha parlak, canlı bir görünüme sahip olmasına, ayrıca ürün lezzetinin artmasına da neden olmuştur. MAP'lı gruplarda ise paket içi gazların etkisi zamanla geçmeye başlamış ve balık yüzeyinde kurumalara tekstüründe ise dağılmalara sebebiyet vermiştir. MAP'lı gruplarda, ürünlerin kurumasını önlemek için paket içerisine belirli bir miktar yağ konulsa da, bu miktarın yeterli olmadığı belirlenmiştir. Yapılacak yeni ürünlerde bu konuya dikkat edilmesi, paket derinliğinin ve yağ miktarının artırılmasının veya ürün/gaz hacminin uygun olarak değiştirilmesinin daha iyi bir çözüm sağlayacağı düşünülmektedir.

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde tüm grupların denemenin başlangıcında yüksek puan aldığı, en fazla beğenilen grubun ise sıcak dumanlanmış hamsi marinat grubu olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre A, B, C, D, E ve F grubunun 2±2°C deki raf ömrü sırasıyla 9, 8, 10, 8, 6 ve 5 ay olarak belirlenmiştir. Fakat kalite standartları, nakliye, depolama şartları ve tüketici beğenisi düşünüldüğünde yapılan ürünler için tavsiye edilen raf ömrünün, tüm ürün grupları için 1 ay daha erken olması tavsiye edilir.

12. Oluşturulan yeni ürün gamı (MAP), her ne kadar maliyeti yüksek ve marine ürünlerde yeni bir pazar payına sahip olsa da, firmanın vakum paketli ürünlerine ek olarak bu ürünleri de üretebiliyor olması, çeşitli ülkelere pazarlama açısından tercih

nedeni olmakta ve tüketici talebini etkilemektedir. Bu da üretimi yapan firmaya ve hatta ülke ekonomisine avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada elde edilen marine (sade, sıcak ve soğuk dumanlanmış hamsi marinat) ürünler, vakum paketli ürünlere alternatif olarak, modifiye atmosfer yöntemiyle paketlenmiş ve bilindiği kadarıyla da Türkiye’de ilk defa bir su ürünleri işleme fabrikası tarafından, bu çalışmanın çıktısı olarak, seri üretime geçilmiştir. Böylelikle modifiye atmosfer paketleme tekniği, diğer ürün gruplarında da uygulanabilir ve yapılacak araştırmalara ışık tutabilir.

Sonuç olarak, tüm ürünlerin besleyici değerinin yüksek olduğu, her mevsim balık tüketebilme konusunda, tüketiciye çok iyi bir alternatif oluşturduğu ve yapılan analizler sonucunda da ürünlerin güvenle tüketilebileceği tespit edilmiştir.

Yapılan ürünlerin, uygun şartlarda üretilmesi, firmanın ulusal ve uluslar arası kalite standartlarına uyum sağlaması ayrıca üretimde hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi de ürün kalitesini önemli ölçüde etkilemiştir.

## 7. KAYNAKLAR

- Akalın, S. 2018. Farklı İçeriğe Sahip Konserve Balıkların Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 124s.
- Akçay, S. 2012. Antimikrobiyal Madde İçeren Yenilebilir Filmlerin Dumanlanmış Balığın Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 96s.
- Aksu, H., Erkan, N., Çolak, H., Varlık, C., Gökoğlu, N. ve Uğur, M. 1997. Farklı Asit Tuz Konsantrasyonlarıyla Hamsi Marinatı Üretimi Esnasında Oluşan Bazı Değişiklikler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Yüzüncüyıl Üniversitesi Veteriner ve Hayvancılık Dergisi, 8 (1-2):86-89.
- Alak, G., Hisar, S.A., Hisar, O. ve Gençcelep, H. 2011. Biogenic Amines Formation in Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) Filets Packaged with Modified Atmosphere and Vacuum, Wrapped in Chitosan and Cling Film at 4°C, European Food Research and Technology, 232, 23-28.
- Alçiçek, Z. 2010. Farklı oranlarda tuzlanarak sıcak tütsüleme ve sıvı tütsüleme teknikleri uygulanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının vakum paketli ve buzdolabı koşullarında depolanmalarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 118s.
- Altan, M. 2014. Modifiye Atmosferde Paketlemenin Levrek Filetolarının Kimyasal, Mikrobiyolojik, Fiziksel Ve Duyusal Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 66s.
- Alver, E., Demirci, A., Özcimder, M. 2012. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve Sağlığa Etkileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 3 (1): 45-52.
- Andayesh, S., Hadiani, M.R., Mousavi, Z., Shoeibi, S. 2015. Lead, cadmium, arsenic and mercury in canned tuna fish marketed in Tehran, Iran. Food Addit Contam Part B Surveill. 2015;8(2):93-8.
- Angiş, S., Oğuzhan, P., ve Atamanalp, M. 2006. Soğuk tütsülenmiş ve mangalda pişirilmiş gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda duyusal kalite kriterlerinin karşılaştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3);337-338.
- Anonim 2019a. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-47810470>. (Erişim tarihi: 25.04.2019)
- Anonim, 1998. Amino acid analyzer LC 3000 operation manual (AAAOM) sample preparation for physiological fluids (Tissue Extract). In: Manual version 4.1. of Eppendorf Biotronik Co., pp 65-81.
- Anonim, 2008. Su Ürünleri Yönetmeliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü. Degisiklik: RG-21/9/2008-27004).Ek-9.
- Anonim, 2019b. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/02/20180216-17.htm> (Erişim Tarihi: 10.04.2019)
- Anonim, 2019c. [https://multimedia.3m.com/mws/media/800078O/3m-molecular-detection-system-user-manual-turkiish.pdf?fn=PR12785\\_new\\_TUR.pdf](https://multimedia.3m.com/mws/media/800078O/3m-molecular-detection-system-user-manual-turkiish.pdf?fn=PR12785_new_TUR.pdf) (Erişim Tarihi: 10.04.2019).
- Anonim, 2019d. [https://multimedia.3m.com/mws/media/800078O/3m-molecular-detection-system-user-manual-turkiish.pdf?fn=PR12785\\_new\\_TUR.pdf](https://multimedia.3m.com/mws/media/800078O/3m-molecular-detection-system-user-manual-turkiish.pdf?fn=PR12785_new_TUR.pdf) (Erişim Tarihi: 20.04.2019)
- Anonim, 2019e. <https://www.makaleler.com/selenyum-nedir-ozellikleri-faydalari-zararlari> (Erişim Tarihi: 10.04.2019)



- Anvari, M., Rezaei, M., Kim, S.M. 2015. Biochemical Quality and Polyunsaturated Fatty Acids Content Assessments in Cold-Smoked Kutum (*Rutilus frisii kutum*): Effect of Smoking Time. *International Journal of Food Properties*, 18:64–72.
- AOAC, 1994a. Official Method of Analysis 991.14.
- AOAC, 1994b. Official Method of Analysis 990.12. Aerobic Plate Count in Foods.
- AOAC, 2000a. Official Method of Analysis 937.05.
- AOAC, 2000b. Official Method of Analysis 975.55.
- AOAC, 2014a. Official Method of Analysis 2014.03 and AACC International Method 38-52.01.
- AOAC, 2014b. Official Method of Analysis 2014.05.
- AOAC, 2014c. Official Method of Analysis 2013.09.
- AOAC, 2014d. Official Method of Analysis 2014.07.
- Ayas, D. 2006. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)' nın Sıcak Tütsülenmesi Sonrasındaki Kimyasal Kompozisyon Oranlardaki Değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, ISSN 1300-1.
- Aydınol, P. 2010. Farklı Dumanlama Tekniklerinin Füme Çerkez Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 137s.
- Aygün, S.F., Abanoz, F.G. 2011. Determination of heavy metal in anchovy (*Engraulis encrasicolus* L 1758) and whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordman, 1840) fish in the Middle Black Sea. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Der.*, 17:145-152.
- Bağdatlı, A.B., Kayaardı, S. 2008. Et ve et ürünlerinde kullanılan paketlenme yöntemleri. *Vet. Hekim Der. Derg.*, 79 (4): 26.
- Balamatsia, C.C., Patsias, A., Kontominas, M.G., Savvaidis, I.N. 2007. Possible role of volatile amines as quality-indicating metabolites in modified atmosphere-packaged chicken fillets: Correlation with microbiological and sensory attributes. *Food Chemistry*, Vol. 104; pp. 1622–1628.
- Balıkçı, E. 2009. Tütsülenmiş Uskumru (*Scomber scombrus*) Marinatlarının (Sade ve Dereotlu) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 71s.
- Başak, S., Şengör, G.F., Telli, Karakoç, F. 2010. The Detection of Potential Carcinogenic PAH Using HPLC Procedure in Two Different Smoked Fish, Case Study. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 351-355.
- Başaran, A. 2015. Farklı İşleme Tekniklerinin Gökkuşığı Alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) vitamin ve mineral kaybı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 52s.
- Bat, L., Kaya, Y., Öztekin, H.C., 2014. Heavy metal levels in the Black sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) as biomonitor and potential risk of human health. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14,845-851.
- Bat, L., Sezgin, M., Gökkurt Baki, O., Üstün, F., and Şahin, F. 2013. Determination of Heavy Metals in Some Commercial Fish from the Black Sea Coast of Turkey. *Walailak J Sci and Tech.*, 10: 581-589.
- Baygar, T., Alparslan, Y., Kaplan, M. 2012. Determination of Changes in Chemical and Sensory Quality of Sea Bass Marinades Stored at +4 (±1)°C in Marinating Solution. *CyTA - Journal of Food*, 10:3, 196-200.
- Bilgin Ş., Değirmenci, A. 2018. Quality changes in reared, hot-smoked meagre (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) during chill storage at 4 ± 1°C. *Food Science and Technology*. ISSN 0101-2061.

- Bilgin, S., Ertan, Ö.O, İzci, L. 2007. Farklı sıcaklıklarda depolanan sıcak dumanlanmış (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858)'in kimyasal kompozisyonundaki değişimlerin incelenmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 24 (3-4): 225–232.
- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M., İzci, L., Günlü, A. 2008. The determination of the shelf life and some nutritional components of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L., 1758) after cold and hot smoking. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 32 (1), 49–56.
- Bilir, M. 2011. Sardalya (*Sardina pilchardus*) Balığından Marinat Üretiminde Farklı Sirke Kullanımının Kalite Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 107s.
- Bird, P., Flannery, J., Crowley, E., Agin, J., Goins, D., Monteroso, L., Benesh, D. 2015. Evaluation of 3M™ Molecular Detection Assay (MDA) Listeria for the Detection of Listeria species in Selected Foods and Environmental Surfaces: Collaborative Study, First Action 2014.06. *Journal of AOAC International*, 98(4), 993-1002.
- Bono, G., Badalucco, C., 2012. Combining ozone and modified atmosphere packaging (MAP) to maximize shelf-life and quality of striped red mullet (*Mullus surmuletus*). *LWT-Food Science and Technology* 47 (2): 500-504.
- Boran, M., Altınok, I. 2010. A review of heavy metals in water, sediment and living organisms in the Black Sea. *Turk J Fish Aquat Sci* 10 (4).
- Bradbury, J., 2011. Docosahexaenoic Acid (DHA): An Ancient Nutrient for the Modern Human Brain. *Nutrients* 2011, 3, 529-554.
- Cabrer, A. I., Casales, M. R., Yeannes, M.I. 2002. Physical and Chemical Changes in Anchovy (*Engraulis anchoita*) Flesh During Marination. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 11: 1, 19-30.
- Cadun, A., Çalkı, S., ve Kışla, D., 2005. A Study of Marination of Deepwater Pink Shrimp (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846) and Its Shelf Life. *Food Chemistry*, 90:53-59.
- Calder, C. S., Davidson, R. G., Ho, R. 2011. Intentions to Consume Omega-3 Fatty Acids: A Comparison of Protection Motivation Theory and Ordered Protection Motivation Theory. *Journal of Dietary Supplements*, 8(2):115–134, 2011.
- Cardinal, M., Gunnlaugsdottir, H., Bjoernevik, M., Ouisse, A., Vallet, J.L., Leroi, F. 2004. Sensory Characteristics of Cold Smoked Atlantic Salmon from European Market and Relationships with Chemical, Physical and Microbiological Measurements. *Food Research Interction*, 37, 181 -193 pp.
- Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Mørkøre, T., Thomassen, M., Vallet, J. L. 2001. Relation of smoking parameters to the yield, colour and quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34, 537-550.
- Ceylan, Z., Şengör, G.F.Ü. 2015. Dumanlanmış Su Ürünleri Ve Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (Pah's). *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science - Technology* 15: 27-33.
- Connell, J.J., 1995. Control of Fish Quality. Fishing News Books, a Division of Blackweel Science Ltd. 245pp.
- Cosansu, S., Mol, S., Uçok Alakavuk, D. 2010. Effect of a Pediococcus Culture on the Sensory Properties and Ripening of Anchovy Marinade at 4°C and 16°C. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10: 373-380.
- Çağlak, E. 2009. Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulanan Sübye, Kara Midye Ve Lakerdanın Buzdolabı Şartlarında Bazı Kalite Kriterlerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 133s.
- Çağlak, E., Karşlı, B., Rakıcı, S. 2016. Farklı Pişirme Yöntemleri Uygulanarak Buzdolabı Şartlarında (+4±1°C) Depolanan Hamsi Balığının (*Engraulis encrasicolus*) Bazı

- Kalite Kriterleri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi Yıl: 1, Sayı: 1, 2016 (21-27).
- Çakır, F. 2010. Farklı Doğal Katkı Maddeleri Kullanılarak Hazırlanan Hamsi Marinatlarının Raf Ömrü Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 163s.
- Çaklı, Ş. 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi -1 (Su Ürünleri İşleme Teknolojisinde Temel Konular). Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayın no:76. İzmir.
- Çaklı, Ş. 2010. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 1. Ege Üniversitesi Yayınları, 2. Baskı. Su Ürünleri Fakültesi Yayın no: 76. İzmir.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Cadun, A., Dincer, T., Tolasa, S. 2007. Quality differences of whole ungutted sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) while stored in ice. Food Control, 18:391–397.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T. ve Tolasa, S., 2008. Shelf Life of New Culture Species (*Diplodus puntazzo*) in Refrigerator. Journal of Muscle Foods, 19:315-332.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T., Tolasa, S. 2006. Comparison of the shelf lifes of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*). Eur Food Res Technol (2006) 224: 19–26.
- Çetinkaya, A. 2011. Timol, Karvakrol, Eugenol ve Alfa Terpineol' Un Soğukta depolanan Vakum Paketlenmiş Hamsi Filetoları Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 114s.
- Çetinkaya, S. 2008. Eğirdir Gölü'nden Avlanan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'ndan Marinat Yapımı ve Bazı Besinsel Özelliklerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 126s.
- Çetinkaya, S. 2017. Su Ürünlerinde Marinat Teknolojisi ve Marinasyonun Kalite Özelliklerine Etkisi. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research 3(2): 117-128.
- Çoban, E. M., Patır, B., 2008. Investigation of Histamine Level and Some Chemical Quality Parameters in Fish Consumed in Elazig City, International Journal of Science & Technology, 3,1, 59-65.
- Demirhan, B., 2012. Oksijen Tutucular Kullanılarak Modifiye Atmosferde Paketlenen Tavuk Etlerinde Kalite Değişimleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 174s.
- Dimova, N., 2003. RP-HPLC Analysis of Aminoacids with UV-Detection. Bulgarian Academy of Science, Tome 56, No 12.
- Djinovic, J., Popovic, A., Jira, W. 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia. Meat Science Volume 80, Issue 2, October, Pages 449–456.
- Doğu, S.Ö., Sariçoban, C. 2015. Balık ve Balık Ürünlerinde Biyojen Aminler ve Önemi. KSÜ Doğa Bil. Dergisi 18(3).
- Dokumacı, S. 2005. Gökkusağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)'nın dumanlanmasında talaş tipinin benzo(a)pyrene içeriğine etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 73s.
- Dokuzlu, C. 2000. Shelf-life of The Marinated Local Anchovies. J. Fac. Vet. Med., 19:45-49.
- Dondero, M., Cisternas, F., Carvajal, L. 2004. Changes in quality of vacuum-packed cold smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature. Food Chemistry, 87:543-550.
- Duedahl-Olesen, L., White, S., Binderup, M.L. 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbons [PAH] in Danish smoked fish and meat products. Polycycl. Aromat. Comp., 26, 163-184.

- EC, 2001. Commission Regulation. Setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs, No 466/2001 of 8 March 2001.
- EC, 2004. Corrigendum to Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004. Laying down specific hygiene rules for food of animal origin. Section VIII, L 226/67.
- EC, 2006. Commission Regulation. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, No 1881/2006 of 19 December 2006.
- EC, 2007. European Commission. Microbiological Criteria for Foodstuffs EC Commission Regulation No: 1441/2007. *Official Journal of the European Union*, L 322/12 European Food.
- EEC, 2005. EU Commission regulation (EC) 78/2005. Sets maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- EFSA, 2009. The Community Summary Report on Food-borne Outbreaks in the European Union in 2007, *The EFSA Journal*, 271
- Elal Muş, T., Çetinkaya, F. 2017. Su Ürünleri Kaynaklı Gıda Zehirlenmeleri. *Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics* 3(3):200-5.
- Erdem, E. M., Bilgin, S., Çağlak, E., 2005. Tuzlama ve Marinasyon Yöntemleri İle İşlenmiş İstavrit Balığı'nın (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) Muhafazası Sırasındaki Kalite Değişimleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3):1-6.
- Erdem, M.E., Baki, B., Samsun, S. 2009. Fatty acid and amino acid composition of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) from different regions in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10):1959-1963.
- Erdem, M.E., Koral, S., Işdan, S. 2017. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Tirsi (*Alosa immaculata* Bennett, 1838). *Tarım Bilimleri Dergisi* 23 (2017) 404-414
- Erkan, N. 2013. Türkiye'de tüketilen su ürünlerinin omega-3 ( $\omega$ -3) yağ asidi profilinin değerlendirilmesi. *Journal of Fisheries Sciences.com*. 7(2): 194-208.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Gün, H., Kalafatoğlu, H., 2000. Modifiye Atmosferle Paketlemenin (MAP) Paneli Alabalık Marinatlarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Türk. J. Vet. Anim.Sci.*, 24:585-591.
- Erkan, N., Özden, Ö. 2007. Proximate composition and mineral contents in aqua 135 cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS, *Food Chemistry*, 10:721-725.
- Erkan, N., Özden, Ö. 2008. Quality assessment of whole and gutted sardine (*Sardine pilchardus*) stored in ice, *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9), 1549-1559.
- Erkan, N., Özden, Ö., Alakavuk, D.Ü., Yıldırım, Ş.Y., ve İnuğur, M., 2006. Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. *Biomedical and Life Sciences, Chemistry and Materials Science and Humanities, Social Sciences and Law Volume 222, Numbers 5-6, Pages 667-673.*
- Erkan, N., Özden, Ö., Selçuk, A., 2010. Effect of Frying, Grilling, and Steaming on Amino Acid Composition of Marine Fishes. *Journal of Medicinal Food J Med Food* 13 (6), 1524–1531.
- Erkan, N., Üretener, G., Alpas, H., Selçuk, A., Özden, Ö., Buzrul, S. 2011. Effect of high hydrostatic pressure (HHP) treatment on physicochemical properties of horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Food Bioprocess Technol* 4(7):1322–1329.
- Erkmen, O. 2010. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Elif Yayınevi, Ankara.
- Eseceli, H., Değirmencioğlu, A., Kahraman, R. 2006. Omega yağ asitlerinin insan sağlığı yönünden önemi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 403-406s, Bolu.

- Essumang, D.K., Dodoo, D.K., Adjei, J.K. 2012. Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contamination in smoke-cured fish products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 27 128–138.
- EU, 2005. Directive. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. L 338/12 EN Official Journal the European Union.
- EU, 2007. Directive. Commission Regulation (EC) No 1441/2007 of 5 December 2007. Amending Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs Official Journal the European Union.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. The State of World Fisheries and Aquaculture.
- FDA, 2009. Food and Drug Administration. *Bad Bug Book: Introduction Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook*.
- Fortes, E.D., David, J., Koeritzer, B., Weidmann, M. 2013. Validation of the 3M Molecular Detection System for the Detection of *Listeria* in Meat, Seafood, Dairy, and Retail Environments. *Journal of Food Protection*, Vol. 76, No. 5, 2013, Pages 874–878.
- Fuentes, A., Fernandez-Segovia, I., Barat, J. M. and Serra, J. A. 2011. Influence of sodium replacement and packaging on quality and shelf life of smoked sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *LWT - Food Sci. Technol.* 44:917–923.
- Fuselli, S. R., Casales, M. R., Fritz, R., Yeannes, M.I. 2003. Typical Microorganisms in Cold Marinated Anchovies (*Engraulis anchoita*) Fillet with Corn Oil and Spices. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 12, 55-64.
- Gencer, C. 2012. Farklı İşleme Teknolojileri Uygulanmış Sardalya Balığından Ezme Ürün Geliştirilmesi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 96s.
- Gençbay, G., Turhan, S. 2016. Proximate Composition and Nutritional Profile of the Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Whole Fish, Fillets, and By-Products. *Journal Of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 25, No. 6, 864–874.
- Gheshlaghi, R., Scharer, J.M., Moo-Young, M., Douglas, P.L., 2008. Application of Statistical Design for the Optimization of Aminoacids Separation by Reverse-Phase HPLC, *Analytical Biochemistry*, 383, 93-102.
- Gómez Candela, C., Bermejo López, L. M. and Loria Kohen, V. 2011. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health Nutritional recommendations. *Nutrición Hospitalaria*, 26(2):323-329.
- Goulas A.E., Kontominas M.G. 2005. Effect of Salting and Smoking-Method on The Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. *Food Chemistry*, 93(3), 511-520.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G. 2007. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*) : biochemical and sensory attributes. *European Food Research and Technology*, 545-553.
- Göğüş, A. K., Kolsarıcı, N. 1992. Su Ürünleri Teknolojisi, A.Ü. Ziraat Fak.Yay.: 1243, Ders Kitabı:358, Ankara.
- Gökoğlu, N. 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, ISBN: 975-9703-48-3, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Gökoğlu, N., Cengiz , E., ve Yerlikaya, P. 2004. Determination of The Shelf-life of Marinated Sardine (*Sardina pilchordus*) Stored at 4°C. *Food Control*, 15:1-4.
- Gökoğlu, N., Topuz, O.K., Yerlikaya, P. 2009. Effects of pomegranate sause on quality of marinated anchovy during refrigerated storage. *LWT- Food Science and Technology*, 42, 113-118.

- Göktan, D. 1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayın No:21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 292 s.
- Guðjónsdóttir, M., Magnússon, H., Sveinsdóttir, K., Margeirsson, B., Lauzon, H.L., Reynisson, E., Martinsdóttir, E. 2008. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and superchilling on the shelf life of fresh cod (*Gadus morhua*) loins of different degrees of freshness at packaging. Matis Food Research, Innovation & Safety- Report, 1-37.
- Guillen, M. D., Sopelana, P., Partearroyo, M. A. 2000. Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavorings obtained from different types of wood. Effect of storage in polyethylene flasks on their concentrations. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48, 5083–5087.
- Guillen, M.D., Palencia, G., Sopelana, P., Ibargoitia, M.L. 2007. Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in artisanal palmero cheese smoked with two types of vegetable matter. *Journal of Dairy Science*, 90: 2717–2725.
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M. 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Egirdir Su Ürünleri Fak. Ders Kitabı, Sahin Matbaası, ISBN: 975-96897-0-7, 366s, Ankara.
- Gümüş, B. 2008. Barbun Balığı (*Mullus barbatus* L. 1758)'nın Sıcak Dumanlama Sonrası Besin Bileşenlerindeki Bazı Kimyasal Değişimlerin incelenmesi ve Raf Ömrünün Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 96s.
- Günlü, A. 2007. Yetiştiriciliği Yapılan Deniz Levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) Dumanlama Sonrası Bazı Besin Bileşenlerindeki Değişimler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 136s.
- Günşen, U., Özcan, A., Aydın, A. 2011. Determination of Some Quality Criteria of Cold Stored Marinated Anchovy under Vacuum and Modified Atmosphere Conditions. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 233-242.
- Halkman, K. 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti. Ankara.
- Harris W.S. 2005. Extending the cardiovascular benefits of omega-3 Fatty acids. *Current atherosclerosis reports*, 7(5): 375-80.
- Hastein, T., Hjeltnes, B., Lillehaug, A., Skare, J.U., Berntssen., M. 2014. Food safety hazards that 113 occur during the production stage: challenges for fish farming and the fishing industry. *Rev Sci Tech Off Int Epiz.* 25: 607-625.
- ICMSF, 1986. International commission on microbiological specifications for foods. Sampling plants for fish and shellfish. In ICMSF (Ed.), ICMSF, Microorganisms in foods. Sampling for microbiological analysis: Principles and scientific applications (Vol. 2, 2nd ed.) Toronto, Canada, University of Toronto Press.
- ICMSF, 1992. International commission on microbiological specifications for foods. Microorganisms in Food in: Sampling for Microbiological Analysis, ed: ICMSF, University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- ICMSF, 1994. Commission on Microbiological Specificaitons for Foods. Choice of sampling plan and criteria for *Listeria monocytogens*. *International Journal of Food Microbiology*, 22, 89-96.
- ICMSF, 1996. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in Food. Volume 5: Microbiological specifications of food pathogens. London: Blackie Academic and Professional.
- Işıdan, S. 2011. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Tirsi (*Alosa immaculata*, Bennett, 1838) Marinatının Kimyasal Mikrobiyolojik ve Duyusal Kalite Değişimlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 106s.

- İzci, L., Bilgin Ş., Günlü, A., Çetinkaya, S., Diler, A., Genç, İ.Y., Bolat, Y. 2016. Hamsi Balığı (*Engraulis encrasicolus*) Dönerinin Soğuk Depolama Sırasındaki Kalite Değişimleri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 22 (2016) 360-369.
- İzci, L., Ertan, Ö.O. 2004. Changes in Meat Yield and Food Component of Smoked Tench (*Tinca tinca* L., 1758). *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 28(6), 1037-1041.
- Jeremiah, L.E. 2001. Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. *Food Research International*, Vol. 34; pp. 749–772.
- Kadak, A. E. 2012. Kitosan Eklenmiş Hamsi Marinatlarının Soğuk Depolanmasında Oluşan Kimyasal Fiziksel Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimlerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 71s.
- Kadak, A.E., Çelik, M. 2015. Kitosan Eklenmiş Hamsi Marinatlarının Soğuk Depolanmasında Meydana Gelen Fiziksel ve Duyusal Değişimler. *Alnteri*, 28 (B) – 2015 33-44 ISSN:1307-3311.
- Karabulut, H.A., Yandı, İ. 2006. Su Ürünlerindeki Omega-3 Yağ Asitlerinin Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi. *Ege Üniversitesi, Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(1/3): 339-342.
- Karakaya, E. 2013. Farklı Şekillerde Paketlenmiş *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın 4±1°C'de Raf Ömrünün Belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 72s.
- Karataş, T., Kocaman, E. M. 2011. Karadeniz'den Yakalanan Mezgit (*Merlangius merlangus*) ve İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) Balıklarının Mineral Madde İçeriklerinin Karşılaştırılması. *Alnteri*. 21 (B) – 2011 49-52 ISSN:1307-3311.
- Karl, H., Leinemann, M. 1996. Determination of PAH in smoked fishery products from different smoking kilns. *Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung u"nd Forschung* 202:459–464.
- Karmali, M.A, Gannon ,V., Sargeant, J.M. 2010. Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC). *Vet Microbiol.* 140: 360-370.
- Kaşıkcı, G. 2013. Gökkuşluğu Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972) Biberiye Ve Kekik Yağı İle Marinasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 74s.
- Kaya, Y., Duyar, A. H., Erdem, M.E, 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4):365-370.
- Kaya, Y., Turan, H, Erkoyuncu., İ., Sönmez, G. 2006. Sıcak dumanlanmış palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) balığının buzdolabı koşullarında muhafazası, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3): 457-460.
- Keskin, İ., Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., Köstekli, B., Ceylan, A., Candan, C. 2018. Marinasyon İşlemi Sırasında Hamside (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) Meydana Gelen Renk Değişiminin ve Bazı Kimyasal Parametrelerin Belirlenmesi. *GIDA*. 43 (4): 655-662.
- Khris-Etherton, P.M., William, Harris, W.S., Appel, L. J. 2002. Fish Consumption, Fish oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. *Journal of the American Heart Association*, 106(21): 2747-2757.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş. 2001. Paketleme Tekniklerinin Balık Ve Kabuklu Su Ürünleri Mikrobiyal Florası Üzerine Etkileri. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 2001 Cilt/Volume 18, Sayı/Issue (1-2): 279-291.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş. 2004. Marinat Teknolojisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(1-2):153-156.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş. 2005a. Chemical, enzymatical and textural changes during marination and storage period of sardine (*Sardine pilchardus*) marinades. *European Food Research and Technology*. Volume: 221(6): 821-827.

- Kılınç, B., Çaklı, Ş. 2005c. Determination of the Shelf Life of Sardine (*Sardina pilchardus*) Marinades in Tomato Sauce Stored at 4°C. Food Control, 16:639-644.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş., 2005b. Determination of the Shelf Life of Pasteurized and Non-Pasteurized Sardine (*Sardina pilchardus*) Marinades Stored at 4°C, International Journal of Food Science and Technology, 40, 265-271pp.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş., Cadun, A., Dinçer, T., Tolasa, S. 2007. Comparison of effects of slurry ice and flake ice pretreatments on the quality of aqua cultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored at 4°C. Food Chemistry, 104:1611-1617.
- Kietzmann U., Priebe, K., Rakov, D., Reichstein, K. 1969. Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag. Hamburg, Berlin, 368p.
- Kocatepe, D. 2010. Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenen ve buzdolabı sıcaklığında depolanan levrek balığının (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelenmesi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 165s.
- Kocatepe, D., Turan, H. 2011. Su Ürünlerinin Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketleme Teknolojisinin Kullanımı. GIDA (2011) 36 (4): 233-240.
- Kocatepe, D., Turan, H. 2018. Balık Yağları, DHA, EPA ve Sağlık. Türkiye Klinikleri J Public Health-Special Topics 2018;4(1):62-7.
- Kocatepe, D., Turan, H., Kaya, Y., Taşkaya, G., Erdoğan, F., Erden, R. 2014. Effect of potassium metabisulphite, glaze and vacuum on shelf life of frozen blacksea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758). Research & Reviews in BioSciences 9(3), 2014 [79-87].
- Kocatepe, D., Turan, H., Taşkaya, G., Kaya, Y., Erden, R., Erdoğan, F. 2011. Effects of Cooking Methods on the Proximate Composition of Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758). GIDA, 36 (2): 71-75.
- Koesoemawardani, D., Hidayati, S., Subeki. 2017. Amino acid and fatty acid compositions of Rusip from fermented Anchovy fish (*Stolephorus sp*). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 344 (2018) 012005.
- Kolsarıcı, N., Özkaya, Ö. 1998. Gökkuşluğu alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences, 22; 273-284.
- Koral, S. 2006. Taze ve tütsülenmiş kefal (*Mugil so-iuy*, Basilewski, 1855) ve palamut (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) balıklarının oda ve buzdolabı koşullarındaki kalite değişimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 75s.
- Koral, S. 2012. Türkiye'de Geleneksel Yöntemlerle İşlenmiş Balık Ürünlerinde Biyojenik Amin Miktarlarının Tespiti ve Oluşumuna Neden Olan Faktörlerin İncelenmesi. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. 231s.
- Koral, S., Köse, S. 2005. Tütsülenmiş hamsinin (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) buzdolabı koşullarında (4±1°C) depolanması esnasında kalite değişimlerinin belirlenmesi. Türk Sucul Yaşam Dergisi, 3: 551-554,
- Koral, S., Köse, S., Turan, T. 2009. Investigating the quality changes of raw and hot smoked garfish (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) at ambient and refrigerated temperatures. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 9: 53-58.
- Koral, S., Sevim, K., Bekir, T. 2010. The effect of storage temperature on the chemical and sensorial quality of hot smoked Atlantic Bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) packed in aluminium foil. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10, 439-443.
- Koral, S., Tufan, B., Başçınar, N., Köse, S. 2015. Quality Changes and Shelf-Life of Cultured and Wild Hot-Smoked Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus*



- mediterraneus*, Steindachner, 1868) at Frozen Storage (-20±2°C). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 15: 495-504.
- Koral, S., Tufan, B., Başçınar, N., Köse, S. 2016. Quality changes and shelf life of cultured and wild hot-smoked Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) at refrigerated (4±1°C) conditions. Journal of Aquatic Food Product Technology Online: <http://dx.doi.org/10.1080/10498850.2015.1008715>.
- Köse, S. 2010. Evaluation of Seafood Safety Health Hazards for Traditional Fish Products: Preventive Measures and Monitoring Issues. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10, 139-160.
- Köse, S., Erdem, M.E. 2004. An Investigation of Quality Changes in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Stored at Different Temperatures. Turk J. Vet. Anim. Sci. 28; 575-582.
- Kuplulu, O., İplikçioğlu Çil, G., Korkmaz, S.D., Aykut, O., Ozansoy, G. 2018. Determination of Metal Contamination in Seafood from the Black, Marmara, Aegean and Mediterranean Sea Metal Contamination in Seafood. J. Hellenic Vet. Med. Soc. 69(1): 749-758.
- Kurt Kaya, G., 2009. Marine Edilmiş Levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), Çipura (*Sparus aurata* (L., 1758)) ve Karabalıkta (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) depolama Süresince Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 177s.
- Kurt Kaya, G., Baştürk, Ö. 2014. Organoleptic and chemical changes during storage of sea bass marinades (*Dicentrarchus labrax* L., 1758). J Food Process Pres. 38(3): 1072–1079.
- Kurt Kaya, G., Baştürk, Ö. 2015. Determination of some quality properties of marinated sea bream (*Sparus aurata* L., 1758) during cold storage. Food Sci. Technol, Campinas, 35(2): 347-353.
- Kurt Kaya, G., Baştürk, Ö. 2018. Sensory and Chemical Qualities of Marinated African Catfish (*Clarias gariepinus*, B., 1822) Preserved in Oil and Tomato Sauce. Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research, 1(1), 15-22.
- Kutlu, S., 1996. Salamura Hamsilerde Dayanma Süresi ve Kalite Değişimleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Künili, İ. E., 2010. İşlenmiş Su Ürünlerinde Bazı Patojen Mikroorganizmaların Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 94s.
- Lewis, M. N., Seburg, S., Flanagan, L. N. 2000. Enriched Eggs as a Source of N-3 Polyunsaturated Fatty Acids for Humans<sup>1</sup>. Poultry Science 79:971–974.
- Ludorf, W., Meyer, V. 1973. Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 309 p.
- MAFF, 1995. The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Food standards agency, UK food surveillance information sheets, 1995. Multi-element analysis of infant foods.
- Massa, A. E., Manca, E., Yeannes, M.I. 2011. Development of Quality Index Method for anchovy (*Engraulis anchoita*) stored in ice: Assessment of its shelf-life by chemical and sensory methods. Food Science and Technology International 18(4) 339–351.
- Mclay, B. R., 1972: Marinades. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Torry Advisory Note No:56 (14).
- McMillin, K. W. 2008. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. Meat Science, Vol. 80(1); pp. 43–65.
- Mol, S. 2008: Balık yağı tüketimi ve insan sağlığı üzerine etkileri. Journal of fisheries Sciences.com. Issn 1307-234.DOI: 10.3153/jfsc.com.2008023.

- Moret, S., Conte, L.S. 2002. A rapid method for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons determination in vegetable oil. *Journal of Separation Science*, 25; 96-100.
- Mullan, M., ve McDowell, D. 2003. Modified atmosphere packaging. London: Blackwell Publishing. In R. Coles, D. McDowell, & M. J. Kirwan (Eds.), *Food packaging technology*, pp. 303–339.
- Muratore, G., Licciardello, F. 2005. Effect of vacuum ve modified atmosphere packaging on the shelf-life of liquid-smoked Swordfish (*Xiphias gladius*) slices. *Food Chemistry ve Toxicology*, 70(5); 359-363.
- Nisbet, C., Terzi, G., Pilger, O., Sarac, N. 2010. Determination of heavy metal levels in fish sample collected from the Middle Black Sea. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Der.*, 16: 119-125.
- Oğuzhan, P. 2011. Sıcak Tütsülenen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetoları Üzerine Modifiye Atmosferde Ambalajlamanın Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 92s.
- Oğuzhan, P., Angıç, S., Haliloğlu, H., Atamanalp, M. 2006. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında sıcak tütsüleme sonrası kimyasal kompozisyon değişimleri. *E.U. Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 2006; 23 (1/3): 465-466.
- Olgunoğlu, İ. A., 2007. Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 111s.
- Olgunoğlu, İ. A., 2012. Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembelus mastacembelus*, Bank&Solender 1794)' nın Sıcak Tütsüleme Sonrası Aminoasit ve Organoleptik Kalitesi. *Hr. Ü. Z. F. Dergisi*, 2012,15(4):23-30.
- Oliveira, A. C. M., Bechtel, P. J., Morey, A., Demir, N. 2009. Composition of heads and livers of yelloeye rockfish (*Sebastes ruberrimus*) harvested in Alaska. *J. Aquat. Food Prod. T.* 18: 53–66.
- Ormancı, H. B. 2006. Farklı İşleme Teknikleri Uygulanmış Balıklarda Lipit Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 54s.
- Osman, H., Suriah, A.R., Law, E.C. 2001. Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Selected Marine Fish in Malaysian Waters. *Journal of Food Chemistry*, 73 (2001) 55-60.
- Öksüz, A., Alkan, Ş.B., Taşkın, H., Ayrancı, M. 2018. Yaşam Boyu Sağlıklı ve Dengeli Beslenme İçin Balık Tüketiminin Önemi. *Food and Health E-ISSN: 2602-2834* 4(1): 43-62. doi: 10.3153/JFHS18006.
- Öksüz, A., Özeren, A., Atlar, A. 2008. Palamut (*Sarda sarda*) Balıklarının Kırmızı ve Beyaz Kaslarındaki Bazı Biyokimyasal Parametrelerinin Karşılaştırılması. *Journal of Fisheries Sciences.com*. 2(4): 639-644 (2008).
- Öksüz, A., Özyılmaz, A. 2010. Changes in fatty acid compositions of Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during catching season. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 381-385.
- Özcan, T., Akpınar Bayizit, A., Şahin, O. I., Yılmaz Ersan, L. 2008. The occurrence of PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) in smoked cheeses. IV. Ulusal Biyomühendislik Kongresi. 15-18 Ekim 2008 İzmir, 149-150.
- Özden, Ö. 2005. Changes in Amino Acid and Fatty Acid Composition During Shelf-Life of Marinated Fish. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2015-2020.
- Özden, Ö., Baygar, T., 2003. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Marine Edilmiş Balıkların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 27(4):899-906.
- Özden, Ö., Erkan, N. 2006. Effect of Different Packing Methods on the Shelf Life of Marinated Rainbow Trout. *Archiv Für Lebensmittelhygiene*, 57:69- 75.

- Özden, Ö., Erkan, N. 2011. A preliminary study of amino acid and mineral profiles of important and estimable 21 seafood species. *British Food Journal*, 113: 4, 457 – 469.
- Özer, Ö. 2010. Doğal ve Yapay Renklendiriciler Uygulanarak Buzdolabı Koşullarında Muhafaza Edilen Sıcak Dumanlanmış Zargana Balığının (*Belone belone euxini* Günther, 1866) Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 122s.
- Özoğul, F. 2001. The effect packaging systems on quality and safety of herring. PhD dissertation. Lincoln, U.K: Univ. of Lincoln. pp.20-36.
- Özoğul, F., Özoğul, Y. 2006. Biogenic Amine Content and Biogenic Amine Quality Indices of Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging. *Food Chemistry*, 99, 574-578.
- Özoğul, F., Polat, A., Özoğul, Y. 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, 85:49-57.
- Özoğul, Y., Özoğul, F., Kuley, E. 2010. Effects of Combining of Smoking and Marinating on the Shelf Life of Anchovy Stored at 4°C. *Food Sci. Biotechnol.* 19(1): 69-75 (2010) DOI 10.1007/s10068-010-0010-5.
- Özoğul, Y., Özoğul, F., Küley, E. 2006. Modifiye Edilmiş Atmosfer Paketlemenin Balık ve Balık Ürünlerine Etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2):193–200.
- Pantazi, D., Papavergou, A., Pournis, N., Kontominas, M. G., Savvaidis, I. N. 2008. Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions: Microbiological, biochemical and sensory attributes. *Food Microbiology*, 25:136–143.
- Phillips, C.A. 1996. Review: Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *International Journal of Food Science and Technology*, 31:463-479.
- Provincial, L., Gil, M., Guillen, E., Alonso, V., Roncales, P., Beltran, J. A., 2010. Effect of modified atmosphere packaging using different CO<sub>2</sub> and N-2 combinations on physical, chemical, microbiological and sensory changes of fresh sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology* 45 (9): 1828-1836.
- Quinn, B. 2004. New Recommendations for Omega-3 Fatty Acids [http://www.wadsworth.com/nutrition-d/special\\_featers/news/feb03/omega3.html](http://www.wadsworth.com/nutrition-d/special_featers/news/feb03/omega3.html).
- Randell, K., Hattula, T., Ahvenainen, R. 1997. Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and baltic herring fillets. *Lebensm. Wiss. u.-Technol.*, 30:56-61.
- Reddy, N. R., Paradis, A., Roman, M. G., Solomon, H. M., Rhodehamel, E. J. 1996. Toxin development by *Clostridium botulinum* in modified atmospherepackaged fresh tilapia fillets during storage. *Journal of Food Science*, 61- (3):632-635.
- Rennie, T. J. ve Tavoularis, S. 2009. Perforation-mediated modified atmosphere packaging Part I. Development of a mathematical model postharvest biology and technology, Vol. 51; pp. 1–9.
- Rora, A. M. B., Birkelve, S., Hultmann, L., Rustad, T., Skara, T. and Bjerkg, B. 2005. Quality characteristics of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets high in soybean or fish oil as affected by cold-smoking temperature. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 38; 201-211.
- Rora, A.M.B., Kvale, A., Markore, T., Rorvik, K.A., Steien, S.H., Thomassen, M.S.1998. Process yield, colour and sensory qualition of smoked atlantik salmon (*S. salar*) in relation to raw material characteristics, *food research international*, 31(8), 601-609.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A. 2001. Chilled bulk storage of gutted hake (*Merluccius merluccius* L.) in CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> enriched controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 74:317-325.

- Sağlam, D., Şeker, E. 2016. Gıda Kaynaklı Bakteriye Patojenler. Kocatepe Vet J (2016) 9(2): 105-113.
- Sallam, K. I., 2007. Antimicrobial and Antioxidant Effects of Sodium Acetate, Sodium Lactate, and Sodium Citrate in Refrigerated Sliced Salmon. Food Control, 18:566-575.
- Sallam, K.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M., Eldaly, E.A. 2007. Chemical Quality and Sensory Attributes of Marinated Pacific Saury (*Cololabis saira*) During Vacuum-Packaged Storage at 4°C. Food Chemistry, 102, (4), 1061– 1070.
- Sancar, T. 2016. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Buzdolabı Koşullarındaki Etsiz Çiğ Köftenin Dayanma Süresine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 44s.
- Schormüller, J. 1968. Handbuch der Lebensmittel chemie. BandIII/2 Teil. Trierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1341 1397, 1482-1584.
- Schormüller, J. 1969. Handbuch der Lebensmittel chemie, vol IV. Springer, Heidelberg, Berlin.
- Sen, M. K. C., Temelli, S. 2003. Microbiological and Chemical Qualities of Marinated Anchovy Prepared with Different Vegetable Additives and Sauce. Revue de Medecine Veterinaire, 154 (11), 703-707.
- Simon, R. La Calle, B. Palme, S. Meier, D., Anklam, E. 2005. Composition ve analisis of liquid smoke flavouring primary products. Journal of Sep. Sci. 28; 871-882.
- Simopoulos, P. A. 2002. Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Diseases. Journal of the American College of Nutrition, Vol. 21, No. 6, 495–505 (2002).
- Sivertsvik, M. 2007. The optimized modified atmosphere for packaging of prerigor filleted farmed cod (*Gadus morhua*) is 63 ml/100ml oxygen and 37 ml/100ml carbon dioxide. LWT-Food Science and Technology, 40(3):430-438.
- Sivertsvik, M., Rosnes J.T., Bergslin H. 2002. Modified Atmosphere packaging,. In: T. Ohlsson and N. Bengtsson Minimal Processing technologies in the food industry. CRC Press Boca Raton Boston NewYork Washington, DC. p.61- 86.
- Sivertsvik, M., Rosnes, J.T., Kleiberg, G.H. 2003. Effect of modified atmosphere packaging and superchilled storage on the microbial and sensory quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. Journal of Food Science, 68(4):1467-1472.
- Sojini, O. S., Olofinyokun, L., Idowu, A. O., Mosaku, A. M., Oguntuase, B. J. 2019. Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) In Smoked Fish and Meat Samples In Abeokuta. J. Chem Soc. Nigeria, Vol. 44, No. 1, pp 096 -106.
- Soyer, A. 1999. Balıkta Avlama Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişimler. Gıda, 1, 33-39.
- Spencer, K.C. 2005. Modified atmosphere packaging of ready-to-eat foods. Chapter 12; pp. 185–201. Innovations in Food Packaging ISBN: 0-12-3 1 1632-5.
- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V. 2000. Biyoistatistik, Hatiboğlu Yayınları:53, 9. Baskı, Ankara, 269 s.
- Szymczak, M, Kołakowski, E. 2016. Total Volatile Basic Nitrogen in Meat and Brine During Marinating of Herring. Journal Of Aquatic Food Product Technology. Vol. 25, No. 3, 373–387.
- Terzi, G., Çelik, T.H. 2006. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Bazı Gıdalarda Bulunuşu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gıda 31(6): 295-301
- TGK, 2011a. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm>
- TGK, 2011b: Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229m3-6.htm>

- Tırakoğlu, T. 2003. Farklı Yöntemlerle Depolanan ve Marinat Hamsi Üretiminde Kullanılan Hamsinin Tazeliğinin Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkilerinin Saptanması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tosun S. Y., Özden, Ö. 2014. Survey Of Inhibition Of *Listeria Monocytogenes* In Hot-Smoked Rainbow Trout Fillets For Food Safety. *Journal of Food Processing and Preservation* ISSN 1745-4549.
- Turan, H., Erkoyuncu, İ., Kocatepe, D. 2013. Omega-6, Omega-3 Yağ Asitleri ve Balık. *Yunus Araştırma Bülteni* 2013 (2): 45-50.
- Turan, H., Kaya, Y., Sönmez, G. 2006. Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. *EÜ. Su Ürünleri Dergisi* 23(1/3); 505-508.
- Turan, H., Kocatepe, D., Keskin, İ., Altan, C.O., Köstekli, B., Candan, C., Ceylan, A. 2017. Interaction between rancidity and organoleptic parameters of anchovy marinade (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) include essential oils. *J Food Sci Technol* 54(10):3036–3043.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. 2017 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri. <http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27669>.
- Türksönmez, Ç., Diler, A., Özer, N. P. 2017. Marmara Denizi'nden Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)'lerde Hg, Pb ve Cd Miktarlarının Belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* E-ISSN: 1308-0261, 10(2): 28-30.
- Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K. 2003. Gıda Hijyeni. Teknik Yayınevi, Türkiye.
- Uran, H. 2005. Farklı Pişirme Yöntemlerinin Hamsi Balığının Besinsel Ve Kalite Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 104s.
- Uysal, K., Yöntem, M., Dönmez, M. 2005. Balık yağının koroner kalp hastalıkları üzerine etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Sayı:8.
- Ünlüsayın, M., Kaleli, S., Gülyavuz H. 2001. The Determination of Flesh Productivity and Protein Compenents of Some Fish Species After Hot Smoking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 661-664.590.
- Ünlütürk, A., Turantas, F. 1999. Gıda Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Mengi Tan Basımevi, 598 s, Çınarlı, İzmir.
- Varlet, V., Serot, T., Knockaert, C., Cornet, J., Cardinal, M., Monteau, F., Bizec, B. And Prost, C. 2007. Organoleptic characterization ve PAH content of salmon (*Salmo salar*) fillets smoked according to four industrial smoking techniques. *Journal of the Science of Food ve Agriculture*. 87; 847-854.
- Varlık, C., Erkan, N., Metin, S., Baygar, T., Özden, Ö. 2000. Marine Balık Köftesinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci* 24 (2000) 593-597.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T. 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, Yayın No: 4465, Su Ürünleri Fakültesi No:7, 491s. İstanbul.
- Varlık, C., Mol, S., Baygar, T., Tosun, Y. 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisinin Temelleri. İst. Üniv. Yayın, İstanbul Üniversitesi. İstanbul.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H. 1993. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, Ankara, 174s.
- Visciano P, Perugini M, Amorena M, Ianieri A. 2006: Polycyclic aromatic hydrocarbons in fresh and cold-smoked Atlantic salmon fillets. *J. Food Prot.* 69:1134-1138. December, Pages 857 869.
- Whfoods, 2012: The world's healthiest foods. <http://whfoods.org/genpage.php?tname=nutrient & dbid=84>.

- Yeannes, M. I. ve Casales, M.R. 2007. Modifications in the chemical compounds and sensorial attributes of *Engraulis anchoita* fillet during marinating process. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(4): 798-803, out.-dez. 2008.
- Yerlikaya, P., Gökoğlu, N., Uran, H. 2005. Quality Changes of Fish Patties Produced from Anchovy during Refrigerated Storage. European Food Research and Technology, 220:287-291.
- Yılmaz, M., Ceylan, Z. G., Kocaman, M., Kaya, M., Yılmaz, H. 2009. The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of *Listeria* in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. Journal of Muscle Foods, 20:465-477.



## ÖZGEÇMİŞ

### 1. Kişisel Bilgiler

Ad soyad	İrfan KESKİN
Doğum Tarihi	1985
Doğum Yeri	Hanak/Ardahan
E-posta	irfanskkn@gmail.com

### 2. Eğitim Bilgileri

Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Mühendisliği
Yüksek Lisans	Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD
Doktora	Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD

### 3. İş Deneyimi

2011- 2019	Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arş. Gör.
------------	--

### 4. Yayınlar Çalışmalar

#### Makale

1. Köstekli, B., **Keskin, İ.**, Erdem, M.E. Determination of Quality Changes of Hot Smoked Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Fillets Kept in The Deep Freeze for Different Storage Time Periods. Fresenius Environmental Bulletin. (Accepted: 19/04/2019)
2. Kocatepe, D., Erdem, M.E., **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Kaya, Y. Differences on Lipid Quality Index and Amino Acid Profiles of European Anchovy Caught from Different Area in Turkey. Ukrainian Journal of Food Science. (Accepted 04.03.2019)
3. Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Ceylan, A., Candan, C. Influence of different essential oils on marinated anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during refrigerated storage. Food Science and Technology. (Accepted: 09.09.2018)
4. Kocatepe, D., **Keskin, İ.**, Kaya, Y. 2019. The effect of frying-the chemical, microbiological and acrylamide composition of mussels as a street food. Journal of Aquatic Food Product Technology. 28 (1), 117-128.
5. **Keskin, İ.**, Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., Köstekli, B., Ceylan, A., Candan, C. 2018. Marinasyon işlemi sırasında hamside (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) meydana gelen renk değişiminin ve bazı kimyasal parametrelerin belirlenmesi. Gıda, 43 (4): 655-662 doi: 10.15237/gida.GD18051.
6. Turan, H., Kocatepe, D., **Keskin, İ.**, Altan, C.O., Köstekli, B., Canan, C., Ceylan, A. 2017. Interaction between rancidity and organoleptic parameters of anchovy marinade (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) include essential oils. J Food Sci Technol (September 2017) 54(10):3036–3043.

7. **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Eyuboğlu, A., Erdem, M.E., 2017. Comparison of Discoloration with Sensory and Chemical Qualities of Gray Mullet (*Mugil cephalus* L. 1758) Held at Room Temperature. The International Journal Of Engineering And Science (IJES). Volume 6 Issue Pages PP 60-65 ISSN (e): 2319 – 1813 ISSN (p): 2319 – 1805.
8. Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., **Keskin, İ.**, Ceylan, A. 2015. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) mince. Food Science and Technology International, 0(0), 1-10., Doi: 10.1177/1082013215601771 (Yayın No: 2035962).
9. Erdem, M.E., Koral, S., Tan, V., Bulut, C., **Keskin, İ.** 2010. The Determination of Quality Changes of Vacuum-Packaged Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Surimi Kept in Refrigerator. Research Journal of Biology Sciences, 4(1), 85-90. (Kontrol No:1981234).
10. Duyar, H.A., Gargacı, A., **Keskin, İ.**, 2010. Buzlanarak Depolanan Hamsi Balığının (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Buzdolabı Koşullarında (4±1°C) Raf Ömrünün Belirlenmesi. 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık, 17-18 Haziran 2010.
11. Erdem, M.E., Koral, S., Kayış, Ş., Çebi, H., **Keskin İ.**, 2010. Trabzon İlinde Avlanan Hamsi Balıklarında (*Engraulis encrasicolus*) Toplam Mezofil Bakteri ve Bazı Patojen Mikroorganizmaların Bulaşma Kaynaklarının Araştırılması. 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık, 156-163. (Yayın No:800464).

## **Bildiri**

1. Kocatepe, D., **Keskin, İ.**, Kaya, Y. 2018. A Research Study Into Consumers' Attitudes To Mussel Consumption. International Ecology 2018 Symposium. Kastamonu. 19-23 Haziran 2018.
2. Kaya, Y., **Keskin, İ.**, Kocatepe, D. 2018. Mussel's Amino Acids And Umami Taste. International Ecology 2018 Symposium. Kastamonu. 19-23 Haziran 2018.
3. **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Eyuboğlu, A., Kaya, Y. 2017. Determination of colour change and some chemical parameters during smoking and marination processes of seabass (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758). İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi, Sivas, 26-28 Ekim 2017.
4. **Keskin, İ.**, Yavuz, F., Köstekli, B., Eyuboğlu, A., Erdem, M.E. 2017. Determination of quality changes on anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) dried with natural and mechanical methods and packaged in various forms. İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi, Sivas, 26-28 Ekim 2017.
5. **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Eyuboğlu, A., Kaya, Y., 2017. Determination of the shelf life of smoked seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) marinade stored under refrigerated conditions (4°C). İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi, Sivas, 26-28 Ekim 2017.



6. **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Eyuboğlu, A., Kaya, Y., 2017. Determination of nutrient content and fatty acid composition of sea bass (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) marinade stored under refrigerated conditions (+4°C). İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi, Sivas, 26-28 Ekim 2017.
7. **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Tunçtaş, N., Erdem, M.E. 2017. Determination of Sensorial and Chemical Quality of Fish Crisp Made of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). 1th International Water Congress, 4. Ulusal Su Kongresi Afyon. 26-29 October 2017.
8. **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Erdem, M.E. 2017. Comparison of Nutrient Content of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Stored in Deep Freeze After Hot Smoking Process. 1th International Water Congress, 4. Ulusal Su Kongresi. Afyon. 26-29 October 2017.
9. **Keskin İ.**, Köstekli, B., Erdem, M.E. 2017. Determination of Quality Changes in Hot Smoked Rainbow Trout Stored in The Freezer at Different Storage Times. 1th International Water Congress, 4. Ulusal Su Kongresi. Afyon. 26-29 October 2017.
10. **Keskin İ.**, Köstekli, B., Erdem, M.E. 2017. Sinop İlinde Balık Yağı Takviyeleri Kullanımının Araştırılması. 19. Su Ürünleri Sempozyumu. Sinop 12-15 Eylül 2017.
11. Erdem, M.E., Tunçtaş, N., **Keskin İ.**, Köstekli, B. 2016. Effect of modified atmosphere and oxygen absorbers labels (fresh care) packaging treatments on fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage at refrigerator temperatures. (FABA). Antalya. 3-5 November 2016.
12. Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., **Keskin, İ.**, Ceylan, A., Köstekli, B., Candan, C. 2015. Esansiyel yağ asidi uygulamasının marine edilmiş hamsinin (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) raf ömrü üzerine etkisi. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, Nevşehir (Yayın No:2024527). 28-30 Nisan 2015.
13. Kaya, Y., **Keskin, İ.**, Daşbilek, K.M., Eyuboğlu, A., 2015. Tirsi (*Alosa fallax* Lacépede, 1803) Balığından Elde Edilen ve 4°C'de Depolanan Balık Ezmesinin (PATÉ) Raf Ömrünün Belirlenmesi. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, (Yayın No:1984928).
14. **Keskin, İ.**, Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., Ceylan, A., Köstekli, B., Candan, C. 2015. Hamsi balığının (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) marinasyon esnasındaki bazı fizikokimyasal değişimlerinin belirlenmesi. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, (Yayın No:1985312). 28-30 Nisan 2015.
15. Erdem, M.E., Baran, Y., **Keskin, İ.**, Köstekli, B. 2015. Sinop İlinde Balık Unu Yağı Fabrikalarının Genel Durumu. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, (Yayın No:1984472). 28-30 Nisan 2015.
16. Turan, H., Kocatepe, D., **Keskin, İ.**, Altan, C.O., Köstekli, B., Candan, C., Ceylan, A. 2015. Esansiyel Yağ İlaveli Hamsi (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) Marinatında Ransidite ile Organoleptik Parametreler Arasındaki Etkileşimler. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, (Yayın No:1985216). 28-30 Nisan 2015.

17. Köstekli, B., Erdem, M.E., **Keskin, İ.**, Aydın, C. 2015. Gıda İşinlama Teknolojisinin Su Ürünlerinde Kullanımı. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, (Yayın No:1984633). 28-30 Nisan 2015.
18. Erdem, M.E., **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Eyuboğlu, A., Doğan, B. 2014. Determination of the shelf life of fish sausages made from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). International symposium on fisheries and aquatic sciences (FABA Trabzon) 25-27 September 2014
19. **Keskin, İ.**, Köstekli, B., Eyuboğlu A., Erdem, M.E. 2014. The comparison with the color, organoleptic and chemical changes of the gray mullet kept in room temperature. International symposium on fisheries and aquatic sciences (FABA Trabzon) 2014 (Yayın No:1260244) 25-27 September 2014
20. Baydede, S., **Keskin, İ.**, Eyuboğlu, A., Kaya, Y., Erdem, M.E. 2014. GRAVLAX. 5. Doğu Anadolu Su Ürünleri Sempozyumu, (Yayın No:1260228). 31 Mayıs-2 Haziran 2014.
21. Tunçtaş N., Yavuz F., **Keskin, İ.**, Daşbilek, K.M., Erdem, M.E. 2013. The Determination of The Shelf Life of Refrigerated Bonito Casserole. The First International Fisheries Symposium in Northern Cyprus 2013 (Yayın No:802495). 24-27 March 2013
22. **Keskin İ.**, Tunçtaş, N., Yavuz, F., Gargacı, A., Erdem, M.E. 2013. The determination of the quality parameters of some processed fisheries market products. The First International Fisheries Symposium in Northern Cyprus 2013 (Yayın No:803246). 24-27 March 2013
23. **Keskin, İ.**, Yavuz, F., Tunçtaş, N., Erdem, M.E. 2013. Balık Pastırması. 3. Ulusal Alabalık Sempozyumu. Kastamonu. 24-26 Mayıs 2013.
24. Tunçtaş, N., Daşbilek, K.M., **Keskin, İ.**, Erdem, M.E. 2013. Su Ürünlerinin Paketlenmesi Ve Akıllı Etiketlerinin Kullanımı. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (Yayın No:1260231). 3-6 Eylül 2013.
25. **Keskin, İ.**, Erdem, M.E., Ercan, S. 2011. Hamsi Balığından (*Engraulis encrasicolus*) Hazırlanan Hamsi Mücverin 4°C'de Muhafaza Edilerek Raf Ömrünün Belirlenmesi. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (Yayın No:802010) 25-27 Ekim 2011. Antalya.
26. **Keskin, İ.**, Erdem, M.E., Tunçtaş, N. 2011. Doğal Yolla Kurutulan Hamsi Balığının Raf Ömrünün Belirlenmesi. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (Yayın No:801237). 25-27 Ekim 2011. Antalya.
27. Erdem, M.E., **Keskin, İ.**, Yıldırım, C., Şener, M. 2011. Trabzon Bölgesinde Bulunan Su Ürünleri İşleme Fabrikalarının Genel Özellikleri ve Çalışma Teknikleri. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (Yayın No:801879). 25-27 Ekim 2011. Antalya.
28. Erdem, M.E., **Keskin, İ.**, Yücel, Ş., Kartal, H.İ., Yıldız, T. 2011. Orta Karadeniz Bölgesinde Bulunan Su Ürünleri İşleme Tesislerinin Genel Özellikleri. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (Yayın No:801406). 25-27 Ekim 2011. Antalya.

29. Erdem, M.E., **Keskin, İ.**, Yücel, Ş., Tufan, A., Yazıcılar, Y.E. 2011. Rize Halkı Balık Tüketim Alışkanlığı Ve Dumanlanmış Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Halk Beğenisine Sunulması. F.A.B.A., Balıkçılık ve Akuatik Bilimler Sempozyumu, (Yayın No:801701). 7-9 Eylül 2011. Samsun.

### **Proje**

1. TÜBİTAK (1002), **Araştırmacı**. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) İle Paketlenen Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Köftesi Üretiminde Mikrobiyal Transglutaminaz (mtgaz) Enziminin Kalite Üzerine Etkisi ve Endüstriyel Kullanım Olanaklarının Araştırılması. ARDEB (Yurt İçi)
  2. Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), **Araştırmacı**. Farklı kızartma metodlarının midye tavanın besin kompozisyonu ve akrilamid içeriği üzerine etkisinin incelenmesi, midye tavada tüketicilerin gıda güvenliği algısının tespiti üzerine bir araştırma.
  3. Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), **Araştırmacı**. Buzdolabı Koşullarında (4°C) Depolanan Dumanlanmış Levrek (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) Marinatının Raf Ömrünün Belirlenmesi.
  4. Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), **Araştırmacı**. Doğal ve Mekanik Yöntemlerle Kurutularak Farklı Şekillerde Paketlenen Hamsi Balıklarında (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi.
  5. Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), **Araştırmacı**. Modifiye Atmosfer İle Paketlenmiş Alabalık Kıymasının Raf Ömrünün Belirlenmesi.
  6. Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), **Araştırmacı**. Gökkuşığı Alabalığı Filetolarında Modifiye Atmosfer Uygulama ve Oksijen Emici Etiketinin Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri.
-