



T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**KÜLTÜRÜ YAPILAN SARIAĞIZ BALIĞI (Argyrosomus regius  
Asso1801)'NİN  
SICAK DUMANLAMA TEKNOLOJİSİNE UYGUNLUĞUNUN  
ARAŞTIRILMASI**

**Ayça DEĞİRMENCİ (PERİN)**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Şengül BİLGİN**

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÜLTÜRÜ YAPILAN SARIAĞIZ BALIĞI (*Argyrosomus regius*  
Asso,1801) 'NİN  
SICAK DUMANLANMA TEKNOLOJİSİNE UYGUNLUĞUNUN  
ARAŞTIRILMASI**

**Ayça DEĞİRMENCİ (PERİN)**

**Danışman  
Doç.Dr. Şengül BİLGİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2014**

© 2014 [Ayça DEĞİRMENCİ]

## TEZ ONAYI

Ayça DEĞİRMENCİ (PERİN) tarafından hazırlanan "Kültürü Yapılan Sariağız Balığı(*Argyrosomus regius* Asso,1802)'nın dumanlama teknolojisine uygunluğunun araştırılması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç.Dr. Şengül BİLGİN  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Birol KILIÇ  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Levent İZCİ  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof.Dr.Ahmet ŞAHİNER



## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Ayça DEĞİRMENCİ (PERİN)**

## İÇİNDEKİLER

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| ÖZET .....                                                        | iv  |
| ABSTRACT .....                                                    | vi  |
| TEŞEKKÜR.....                                                     | vii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                              | xi  |
| 1. GİRİŞ .....                                                    | 1   |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ.....                                           | 6   |
| 2.1. Sariağz Balığı İle İlgili Bilgiler .....                     | 6   |
| 2.1.1. Sariağz balığının sistematik özellikleri .....             | 6   |
| 2.1.2. Sariağz balığının dünyadaki ve Türkiye’deki dağılımı ..... | 7   |
| 2.1.3. Sariağz balığının yetiştiricilik potansiyeli.....          | 9   |
| 2.1.4. Sariağz balığının avlanma ve pazar durumu.....             | 10  |
| 2.1.5. Sariağz balığının besinsel bileşimi .....                  | 13  |
| 2.2. Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi.....                    | 17  |
| 2.2.1 Dumanlama metotları .....                                   | 19  |
| 2.2.1.1. Sıvı dumanlama .....                                     | 19  |
| 2.2.1.2. Sıcak dumanlama .....                                    | 19  |
| 2.2.1.3. Soğuk dumanlama .....                                    | 20  |
| 2.2.2. Dumanlanmış ürün kalitesine etki eden faktörler .....      | 20  |
| 2.2.3. Dumanlanmış balıklarda meydana gelen değişimler.....       | 22  |
| 2.2.3.1. Su içeriğindeki değişimler .....                         | 23  |
| 2.2.3.2. Protein içeriğindeki değişimler .....                    | 25  |
| 2.2.3.3. Lipitlerdeki değişimler .....                            | 27  |
| 2.2.3.4. Ham kül içeriğindeki değişimler .....                    | 29  |
| 2.2.3.5. Protein olmayan azot bileşiklerindeki değişimler .....   | 32  |
| 2.2.3.5.1. Trimetilamin (TMA).....                                | 32  |
| 2.2.3.5.2. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) .....                  | 34  |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.3.5.3. Serbest amino asit içeriği.....                          | 35 |
| 2.2.3.6. Tiyobarbiturik asit (TBA) .....                            | 36 |
| 2.2.3.7. pH.....                                                    | 37 |
| 2.2.3.8. Duyusal değişimler .....                                   | 40 |
| 2.2.3.9. Mikrobiyolojik değişimler .....                            | 40 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                         | 43 |
| 3.1. Materyal.....                                                  | 43 |
| 3.2. Yöntem .....                                                   | 44 |
| 3.2.1. Örneklerin hazırlanması .....                                | 44 |
| 3.2.1.1. Örneklerin ağırlık ve boy ölçümünün yapılması .....        | 44 |
| 3.2.1.2. İç organ temizliği ve fileto çıkarma.....                  | 45 |
| 3.2.1.3. Sıcak dumanlama öncesi tuzlama.....                        | 46 |
| 3.2.2. Sıcak dumanlama işlemi (SD).....                             | 46 |
| 3.2.3. Paketleme.....                                               | 48 |
| 3.2.4. Depolama .....                                               | 48 |
| 3.2.5. Duyusal ve kimyasal analizler.....                           | 49 |
| 3.2.5.1. Duyusal değerlendirme .....                                | 49 |
| 3.2.5.2. pH tayini .....                                            | 50 |
| 3.2.5.3. Tiyobarbiturik asit (TBA) tayini.....                      | 50 |
| 3.2.5.4. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini.....                | 51 |
| 3.2.5.5. Trimetilamin azotu (TMA-N) tayini.....                     | 52 |
| 3.2.6. Kimyasal bileşim analizleri .....                            | 53 |
| 3.2.6.1. Yağ asitleri tayini.....                                   | 53 |
| 3.2.7. Mikrobiyolojik analizler .....                               | 54 |
| 3.2.7.1. Mikrobiyolojik analizler için örneklerin hazırlanması..... | 54 |
| 3.2.7.2. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMA) sayısı .....          | 54 |
| 3.2.7.3. Toplam psikrofilik aerob bakteri (TPA) sayısı .....        | 54 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.7.4. Koliform grubu mikroorganizmaların sayısı.....                              | 55 |
| 3.2.7.5. Maya ve küf sayısı .....                                                    | 55 |
| 3.2.8. İstatistiksel değerlendirme .....                                             | 55 |
| 4. BULGULAR.....                                                                     | 56 |
| 4.1. Taze ve Sıcak Dumanlanmış Balıkların Kimyasal Bileşen Analiz<br>Sonuçları ..... | 56 |
| 4.1.1. Yağ asitleri analiz sonuçları .....                                           | 56 |
| 4.2. Taze ve Dumanlanmış Balıkların Kimyasal Kalite Analiz Sonuçları .....           | 58 |
| 4.3. Taze ve Dumanlanmış Balıkların Mikrobiyolojik Kalite Analiz<br>Sonuçları .....  | 59 |
| 4.4. Dumanlanmış Balıkların Duyusal Kalite Analiz Sonuçları .....                    | 60 |
| 5.TARTIŞMA.....                                                                      | 62 |
| 5.1. Kimyasal Bileşenlerindeki Değişimler .....                                      | 62 |
| 5.2. Kimyasal Kalite Değişimleri.....                                                | 68 |
| 5.3.Mikrobiyolojik Değişimler .....                                                  | 73 |
| 5.4.Duyusal Değişimler .....                                                         | 76 |
| 5.5. Sonuç.....                                                                      | 77 |
| KAYNAKLAR .....                                                                      | 79 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                        | 89 |

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

#### KÜLTÜRÜ YAPILAN SARIAĞIZ BALIĞI (*Argyrosomus regius* Asso,1801) 'NIN SICAK DUMANLANMA TEKNOLOJİSİNE UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

Ayça DEĞİRMENCİ(PERİN)

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şengül BİLGİN

Bu çalışmada, yetiştiriciliği yapılan sariağız balığının sıcak dumanlama teknolojisine uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır. Sariağız balıklarına sıcak dumanlama yöntemi uygulanarak balıklar fileto haline getirilmiş ve vakumlanarak buzdolabında depolanmıştır. Depolama sırasında fiziksel, kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik değişimler ile yağ asiti içeriğindeki değişimler incelenmiştir.

Kimyasal bileşen analizleri sonucunda yağ içeriğinin oldukça düşük, bu yönüyle diyetetik değere sahip bir tür olduğu anlaşılmıştır. Sariağız balığının doymamış yağ asitleri yönünden zengin bir tür olduğu özellikle PUFA içeriğinin yüksek olduğu saptanmıştır. Sıcak dumanlama sonrası toplam PUFA ve toplam MUFA değerlerinde depolamaya bağlı azalmanın olduğu bu azalmanın düşük oranlarda olduğu belirlenmiştir. Beslenme açısından önem taşıyan DHA içeriğinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur. EPA + DHA (taze balıkta % 18.53±0.83) değerinin, günlük EPA + DHA ihtiyacını karşılayabileceği sonucuna varılmıştır. Plazma lipid seviyesi ve kalp sağlığı için önem arzeden n3/n6 oranının ideal sınırlarda olduğu belirlenmiştir. Yağ asiti analizleri sonucu n-6 grubu yağ asitlerinin n-3'lerden daha az olduğu, Linoleik asit (18:2 n-6)'ın n-6'lar içerisinde en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kimyasal kalite açısından pH, TBA ve TMA değerlerinin hem taze hem de sıcak dumanlanmış balıkların depolanması sırasında limit değerleri aşmadığı, TVB-N'nin ise sıcak dumanlanmış örneklerin 49. gününde sınır değeri aştığı tespit edilmiştir. Su ürünleri için kabul edilen mikrobiyolojik limit değerlerine göre; taze sariağız balıkları depolamanın 7. gününden sonra, sıcak dumanlanmış sariağız balıkları da depolamanın 35. gününden sonra tüketim özelliklerini

yitirmişlerdir. Sariağız balığının dumanlama teknolojilerine uygun bir materyal olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sariağız balığı, *Argyrosomus regius*, yağ asitleri, raf ömrü, sıcak dumanlama teknolojisi.

**2014, 89 sayfa**

## ABSTRACT

### M.Sc. Thesis

#### INVESTIGATION OF APPROPRIATENESS OF REARED MEAGRE (*Argyrosomus regius* Asso,1801) FOR THE HOT SMOKING TECHNOLOGY

Ayça DEĞİRMENCİ(PERİN)

Süleyman Demirel University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Fishing and Fish Processing Technology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şengül BİLGİN

The aim of this study was to investigate appropriateness of reared meagre for the hot smoking technology. Hot smoking method was applied to the meagre, the smoked fish were used to obtain fillets which were vacuum-packed then, stored in the refrigerator. During storage, the physical, chemical, organoleptic and microbiological changes as well as changes in fatty acid composition were analyzed.

According to chemical components analysis, meagre has very low fat content, proving that this species has dietetic value. It was determined that meagre is a species rich in unsaturated fatty acids particularly high PUFA content. After hot smoking process total MUFA and total PUFA contents decreased due to the storage, the rate of this reduction was found to be a low. DHA content, important in term of nutrition was determined to be high. The study results indicated that EPA + DHA ( 18.53±0.83 % in fresh fish ) value can meet human daily needs of EPA + DHA. n3/n6 ratio which is great importance for the plasma lipid levels and heart health was determined to be in the ideal limit. In results of fatty acid analysis showed that n- 6 group fatty acids were lower than the n -3 fatty acid, it was determined that linoleic acid (18:2 n - 6) had the highest value within the n-6 fatty acids.

In terms of chemical quality indicated that pH, TBA and TMA values did not exceed limit values during the storage of both fresh and hot smoked fish, TVB – N value exceeded limit values at 56<sup>th</sup> days of the hot smoked samples. According to microbiological limit values accepted for seafood, fresh and hot smoked meagre lost consumption characteristics after 7 and 35 days of storage respectively. Meagre was determined as appropriate material for the hot smoking technology.

**Keywords:** Meagre, *Argyrosomus regius*, fatty acids, shelf life, hot smoking technology.

**2014, 89 pages**

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Şengül BİLGİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm Kanyon Su Ürünleri Vet. Hiz Ltd. Şti.'ye teşekkür ederim.

2832-YL No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanma ve basım aşamasındaki desteklerinden dolayı Dilara Yayıncılık Ticaret Limited Şirketine teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşim Yakup Değirmenci'ye sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ayça DEĞİRMENCİ(PERİN)  
ISPARTA, 2014

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                        | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1. Sariağız balığı ( <i>Argyrosomus regius</i> ) .....         | 7     |
| Şekil 2.2. Sariağız balığının sarı renkli ağız yapısı .....            | 7     |
| Şekil 2.3. 2002 verilerine göre sariağızbalığını üreten ülkeler.....   | 8     |
| Şekil 2.4. 2006 verilerine göre sariağız balığını üreten ülkeler ..... | 9     |
| Şekil 2.5. 2014 yılı sariağız balığı üretimini yapan bölgeler .....    | 9     |
| Şekil 3.1. Sariağız Balığı (granyoz).....                              | 43    |
| Şekil 3.2. Tartımı ve boy ölçümü yapılmış sariağız balığı .....        | 44    |
| Şekil 3.3. Pulları temizlenen sariağız balığı .....                    | 45    |
| Şekil 3.4. Yaprak filetosu çıkarılmış sariağız balığı .....            | 46    |
| Şekil 3.5. Dumanlama kabiniindeki sariağız balığı .....                | 47    |
| Şekil 3.6. Dumanlanmış, filetosu çıkarılmış sariağız balığı .....      | 48    |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                         | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1. Dünya çapında avcılıktan elde edilen sariağız balığı üretim miktarları.....                                                                | 11    |
| Çizelge 2.2. Dünya çapında yetiştiricilikten elde edilen sariağız balığı üretim miktarları .....                                                        | 12    |
| Çizelge 2.3.2005–2008 yılları arasında ülkemizde sariağız balığı üretimi miktarları .....                                                               | 12    |
| Çizelge 2.4. <i>Argyrosomus regius</i> 'un et verimi ve bazı kompozisyonları .....                                                                      | 13    |
| Çizelge 2.5. Temmuz ve kasım aylarında örneklenen sariağız filetolarının yağ asit kompozisyonu .....                                                    | 14    |
| Çizelge 2.6. Sariağız ve levrek balıklarının et verimi ile bazı bileşenlerce karşılaştırılması.....                                                     | 14    |
| Çizelge 2.7. 2 farklı(A-B) boy grubundaki sariağız balığının vitamin içerikleri.....                                                                    | 15    |
| Çizelge 2.8. 2 farklı(A-B) boy grubundaki sariağız balığının toplam yağ asidi değerleri.. .....                                                         | 15    |
| Çizelge 2.9. 2 farklı(A-B) boy grubundaki sariağız balığının aminoasit değerleri.....                                                                   | 16    |
| Çizelge 2.10. Farklı protein ve yağ içerikli yemle beslenen sariağız balığının bileşenleri .....                                                        | 17    |
| Çizelge 2.11. Doğal ve kültürü yapılmakta olan sariağız balığının et verimi                                                                             | 17    |
| Çizelge 2.12. Doğal ve kültürü yapılmakta olan sariağız balığının bazı kimyasal bileşenleri.....                                                        | 17    |
| Çizelge 2.13. Soğuk dumanlanmış salmonların su içeriği .....                                                                                            | 24    |
| Çizelge 2.14. Sıcak dumanlanmış uskumruda depolamaya bağlı olarak su içeriğindeki değişimler .....                                                      | 25    |
| Çizelge 2.15. Tuzlama ve sıcak dumanlama sonrası $2\pm0,5$ °C'de depolanan uskumrunun tuz içeriği.....                                                  | 31    |
| Çizelge 2.16. Soğuk ve sıcak tütsülemenin ardından $4\pm1$ °C'de depolanmış alabalıkların pH içeriği üzerine etkisi.....                                | 38    |
| Çizelge 2.17. Sıcak dumanlanmış Eğrez ( <i>V. vimba tenella</i> ) ve <i>S. trutta macrostigma</i> 'nın depolama süresince pH değerindeki değişimi ..... | 38    |
| Çizelge 2.18. Taze, tuzlanmış ve iki farklı yöntemle sıcak dumanlanmış uskumrunun 2°C'de depolama sonrası pH içeriği .....                              | 39    |
| Çizelge 2.19. Dumanlanmış çipuranın duyuşal değerlendirme sonuçları .....                                                                               | 40    |
| Çizelge 2.20. Dumanlanmış eğrez balıkları ( <i>V.vimba tenalla</i> )'nın depolama süresinde mikrobiyolojik analiz bulguları.....                        | 41    |
| Çizelge 3.1. Tuzlanmış derili filetoda uygulanan sıcaklık ve süreleri.....                                                                              | 47    |
| Çizelge 3.2. Dumanlanmış sariağız balığını değerlendirmede kullanılan puanlama çizelgesi.....                                                           | 50    |
| Çizelge 4.1. Taze ve Dumanlanmış <i>A. regius</i> 'un bazıkimyasal bileşenleri.....                                                                     | 56    |
| Çizelge 4.2. Taze ve dumanlanmış sariağız balığının yağ asitlerinin depolama günlerine göre değişimi .....                                              | 57    |
| Çizelge 4.3. Taze sariağız balığının buzdolabı koşullarında ( $4\pm1$ °C) depolanması sırasındaki kimyasal kalite değişimleri .....                     | 59    |

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.4. Dumanlanmış sarıağız balığının buzdolabı koşullarında<br>(4±1 °C) depolanması sırasındaki kimyasal kalite değişimleri . | 59 |
| Çizelge 4.5. Taze sarıağız balığı örneklerinin 4±1 °C'deki mikrobiyolojik<br>analiz sonuçları .....                                  | 60 |
| Çizelge 4.6. Sıcak dumanlanmış sarıağız balığı örneklerinin 4±1 °C'deki<br>mikrobiyolojik analiz sonuçları .....                     | 60 |
| Çizelge 4.7. Sıcak dumanlanmış sarıağız balığı örneklerinin 4 ±1 °C'deki<br>depolanması sırasındaki duyu analizi sonuçları .....     | 61 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| DHA         | Docosaheptaenoik asit                 |
| EPA         | Eicosapentaenoik asit                 |
| Ex          | Ekstraksiyon                          |
| HCl         | Hidro klorik asit                     |
| kob/g       | Koloni oluşturan birim/ gram          |
| MDA         | Malon di aldehid                      |
| mg          | Miligram                              |
| MUFA        | Tekli Doymamış Yağ Asitleri           |
| Overall SEM | Ortalamaların genel standart hatası   |
| PUFA        | Çoklu Doymamış Yağ Asitleri           |
| SD          | Sıcak dumanlanmış örnekler            |
| SFA         | Doymuş Yağ Asitleri                   |
| STPP        | Sodyum tripolifosfat                  |
| Sx          | Standart hata                         |
| TBARS       | Tiyobarbiturik asit reaktif maddeleri |
| TBA         | Tiyobarbiturik asit                   |
| TCA         | Triklor asetik asit                   |
| TVB-N       | Toplam uçucu bazik azot               |
| w:v         | Ağırlık : Hacim                       |

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz su ürünleri potansiyeli açısından hem deniz hem de içsular bakımından oldukça şanslı bir konumdadır. Yetiştiricilik ve avcılık yoluyla pekçok su ürünü işlenerek veya doğrudan taze olarak iç ve dış piyasaya satılmaktadır. Ülkemizde içsularda gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), denizlerde ise başta çipura ve levrek balıkları olmak üzere bazı deniz balığı türlerinin yetiştiriciliği başarıyla yapılmaktadır. Son yıllarda denizel türlerimizden biri olan ve granyoz olarak da bilinen sariağız balığı (*Argyrosomus regius* Asso, 1801)'nın yetiştiriciliği bazı firmalarca yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Sariağız balığı ticari değeri yüksek deniz balıklarındandır. Son yıllardaki akuakültür çalışmalarında bu türün yetiştiriciliğine ilişkin çalışmalar artış göstermiştir. İlk yetiştiricilik çalışmaları Fransa'da başlamış sonra İtalya'da devam etmiştir. İtalya'daki ilk ticari üretim yılı 2002 olarak bildirilmiştir (FAO, 2010). Ülkemizde ise 2000 yılının sonunda ilk yetiştiricilik çalışmaları başlamış, 2005 yılında başarıya ulaşmıştır (Tokşen vd., 2007). Günümüzde de Fransa, İtalya ve Mısır gibi pekçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Sariağız balığı taze, soğutulmuş ve donmuş olarak pazarlanmaktadır. İyi bir albenisi olan sariağız balığının ortalama boyu, 50 – 60 cm olup en çok 2 m ve 75 kg olanlarına da rastlanır. Etinin lezzet ve verimliliğinden dolayı ekonomik değeri yüksektir (Balıkçılar, 2010) Hızlı büyümesi, yem dönüşüm oranının yüksek olması, geniş tuzluluk aralığında yaşayabilmesi ve kaliteli et yapısı ile yetiştiricilik için büyük potansiyele sahip alternatif bir tür olarak kabul edilmektedir (Tokşen vd., 2007).

İtalya Bölgesel Kalkınma ve Tarımsal Yenilikler Acentesi (ARSIA) tarafından Sariağız balığına ilişkin son yıllarda araştırma projeleri yürütülmektedir. Bu kapsamda proje konularını türün üretimi, besicilik, kalite ve raf ömrü gibi konular oluşturmaktadır (FAO, 2008). FAO'ya göre sariağız balığını ön plana çıkaran önemli sebepler şunlardır:

- İşleme açısından verimli, düşük yağlılık, bu bakımdan sağlıklı ve uzun raf ömrüne sahip olması,
- Yüksek kalitede pazarlanabilir bir ürün olması,
- Balığın lipit düzeyi düşük olduğu için lipit içeriği yüksek yağlarla beslense bile kas lipit oranının fazla artış göstermemesi,
- Hızlı bir şekilde kısa sürede büyük ticari boya ulaşması,
- Etinin lezzetli olması ve yetiştirilebilir bir tür oluşu nedeniyle işleme endüstrisi için umut verici görünmesi; levrek ve çipura balıklarıyla karşılaştırıldığında sariağzın farklı pazar uygunluğunun yaratılabilir olmasıdır (FAO, 2008).

Sariağz balığının Mısır'da yetiştiriciliği üzerine yapılan bir çalışmada Afrika'nın batı kıyılarında, Avrupa'nın Atlantik kıyıları boyunca, Karadeniz ve Akdeniz'de yaygın bir şekilde bulunduğu, ticari olarak bu türün çok değerli olduğu ve deniz ürünlerini tüketen tüketiciler tarafından çok beğenildiği bildirilmiştir. Ayrıca Sariağz balığının üretiminin ve bu alandaki yatırımların karlı olduğu ve yüksek gelir elde edilebileceği ifade edilmiştir (El-Shebly vd., 2007).

Sariağz balığı Akdeniz Ülkeleri'nden başta Fransa ve İtalya'da olduğu gibi (FAO, 2008) ülkemizde de başarılı bir şekilde kültürü yapılan alternatif deniz balığı türlerinden birisidir. Ekonomik değeri yüksek, eti lezzetli ve beğenilerek tüketilen bu tür genellikle; taze, soğutulmuş ve dondurulmuş olarak bütün veya fileto şeklinde pazara sunulmaktadır (Kopuz-Mar, 2010). İç piyasada 400-600 g fileto, 600-800 g ve 800-1000 g taze soğutulmuş olarak, İspanya ve Yunanistan'da 2000-3000 g taze soğutulmuş olarak tercih edilmektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu 2012 verilerine göre sariağz balığının üretim miktarı toplam 56 tondur. Satış fiyatının 12 TL/kg olduğu bildirilmiştir. Diğer adı Granyoz olarak bilinen bu türün bugün Muğla ilinde yetiştiriciliği 2005 yılından beri başarı ile yapılmakta olup balıkların hızlı büyüme gösterdikleri yetiştiricilerce bildirilmektedir (Anonim, 2012).

Su ürünlerinin; bozulmadan hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun olarak uzun süreli muhafaza ihtiyacının artması, ürünün bol olduğu dönemlerde işlenerek diğer mevsimlerde tüketime sunulması, uygun işleme tekniği ile işlenerek atıklarının da ekonomiye kazandırılması, hazır ürün haline getirilerek tüketicieye kolaylık ve seçenekli ürün sağlanması gibi pek çok gereksinim nedeniyle işlenerek değerlendirilmesi son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Ayrıca teknolojik gelişmeler ve çalışma koşullarındaki değişimler, insanları zamanlarını daha tutumlu kullanmaya yönlendirmiş, bu nedenle gelişmiş ülkelerin çoğunda beslenme alışkanlıklarında değişiklikler meydana gelmiş, tüm bu gelişmeler “ısıt ve ye” cinsi su ürünleri için geniş bir potansiyel oluşturmuştur. Çünkü bu tip ürünlerde hazırlık sırasında ortaya çıkan zorluklar ve koku en az düzeye indirilmiş, bunun sonucunda da günümüzde yeni tekniklerle işlenmiş farklı ürünler geliştirilerek başarıyla pazara sunulmuştur (Anonim, 2001).

Ülkemiz, su ürünleri potansiyeli açısından dünyada önemli bir konumda bulunmaktadır. İşlendirme olanağı yaratması ve ihracat potansiyelinin yüksek olması nedeniyle balıkçılık, ülkemizde önemli bir sektör niteliğindedir. Ülkemizde özellikle son yıllarda su ürünleri işleme ve değerlendirme sanayisinde, hijyen ve kalite şartları çerçevesinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

Su ürünleri, içerdiği besin bileşenleri yönünden değerli besin maddelerindendir. Balık etindeki protein miktarı türlere göre az çok değişir. Bu ürünün temel amino asitleri (Treonin, valin, arginin, fenilalanin, histidin, lisin, triptofan, lösin, isolösin ve metionin) en uygun oranda içerdiği belirtilmektedir. Balık eti proteinden başka protein olmayan azotlu maddeleri de bulundurmaktadır. Bu maddeler hem lezzet hem de bozulma olaylarından sorumludurlar. Balık yağı özellikle yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) yönünden oldukça zengindir. Balık eti aynı zamanda vitamin B1 (Tiamin), vitamin B2 (Riboflavin), vitamin B6 (Pridoksin) gibi B-kümesi vitaminleri de bulundurmaktadır. Vitamin C (L-askorbik asit)'nin ise önemli miktarda bulunmadığı bildirilmiştir. Balık etinde iyot, fosfor ve çinko diğer minerallere göre daha fazla bulunmaktadır. Bu

nedenlerle balık eti biyolojik değeri oldukça yüksek bir besin maddesidir (Burt, 1988).

Deniz ve iç sulardan elde edilen çeşitli balık türleri ve kabuklular yüksek oranda protein sağlayan su ürünlerini oluşturmaktadır. Seçenekli protein kaynakları ile karşılaştırıldığı zaman su ürünlerinin, daha değerli bir besin kaynağı olduğu, değişik yöntemlerle işlenerek depolandığı zaman, protein değerini yitirmeden tüketilebileceği bilinmektedir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Dumanlama teknolojisi dünyada yaygın bir şekilde kullanılan, ekonomik yönden önemli, geleneksel balık işleme yöntemlerinden birisidir. Bilinen en eski besin koruma yöntemlerinden biri olan dumanlama teknolojisinde amaç, dumanın aroma ve renginden yararlanarak ürünün duyu özelliklerinin geliştirilmesi ile ısıtma sonucu dehidrasyon, duman bileşenlerinin antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinden faydalanarak ürünün raf ömrünün arttırılmasıdır. Bu teknoloji, özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde çok gelişmiş olup su ürünleri ve kara hayvanları etleri yoğun olarak dumanlanmaktadır. Dumanlanmış ürünlerin en çok pazarlandığı ülkeler İngiltere, Fransa, diğer bazı Avrupa ülkeleri (İtalya, Almanya, Avusturya), Amerika ve Kanada'dır (Martin, 1994). Japonya gibi bazı uzak doğu ülkelerinde de popüler gıdalar arasında füme su ürünleri bulunmaktadır. Ülkemizde ise dumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi adı geçen ülkelere göre çok daha sınırlı düzeylerde dir. Ancak son yıllarda bazı su ürünleri işleme tesislerinin bu teknolojiye ilgileri artmıştır. Bu kapsamda 2003 yılında, dumanlanmış balık dış satışımız 378.211 kg iken 2005 yılında 3.2 kat artarak 1.199,069 kg'a yükselmiştir. Aynı şekilde 2003 yılında 2.319.191 \$ olan dış satımımız, 2005 yılında yaklaşık 3.9 kat artarak 9.054,424 \$ olmuştur. 2012 yılı verilerine göre bu değerler daha da artmış ve dumanlanmış balık ihracat rakamları 4.448,745 kg olup değeri 41.290,353 \$ olarak belirlenmiştir. Dumanlanmış balık türleri ülkemizde alabalık, tilapia, Sazan, nil levreği ve diğer bazı balık türleri, mürekkep balıkları, kalamar olarak belirtilmiş olup en çok alabalığın dumanlanarak ihraç edildiği tespit edilmiştir ( 3.746,407 kg) (Anonim, 2012).

Besinler genellikle raf ömürlerine göre dayanıksız (kolay bozulan), yarı dayanıklı ve dayanıklı (zor bozulan) ürünler olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır. Balıklar bu sınıflandırma kapsamında kolay bozulan ürünler içerisinde yer almaktadır (Banja, 2002). Çünkü balıkların; bağ doku yapısının zayıf, enzim aktivitesi ve su içeriğinin yüksek olması diğer gıdalara göre bu ürünleri bozulmaya karşı daha duyarlı kılmaktadır (Özden ve Gökoğlu, 1996). Özellikle yağ oranı ve içerdiği çoklu doymamış yağ asitleri miktarının fazla olması gibi özellikler balıkların sunum olanağını sınırlamakta, geniş kitlelere ulaşmasını engellemekte ve üretimin yüksek olduğu dönemlerde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için çeşitli koruma teknolojileri uygulanarak raf ömrünün uzatılması bir zorunluluktur.

Bu çalışma ile ülkemizde yetiştiricilik çalışmaları her geçen gün artan, eti beğenilerek tüketilen ve iyi bir albenisi olan sarıağız balığının, sıcak dumanlama teknolojisine uygunluğunun araştırılması ve elde edilen ürünün alternatif bir lezzet olarak tüketici beğenisine sunulması amaçlanmıştır. Ayrıca; taze ve dumanlanmış örneklerin buzdolabı koşullarında ( $4\pm2$  °C) raf ömrü ile dumanlama işleminin raf ömrü üzerine olan etkisinin tespit edilmesi, depolamaya bağlı olarak bazı besinsel bileşenlerindeki değişimlerin belirlenmesi de hedeflenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Sariağız Balığı İle İlgili Bilgiler

#### 2.1.1. Sariağız balığının sistematik özellikleri

|           |                                        |
|-----------|----------------------------------------|
| Filum     | :Pisces                                |
| Alt sınıf | :Osteichthyes (Kemikli balıklar)       |
| Takım     | :Perciformes (Levrekler)               |
| Familiya  | :Scianidae (Gölge balıkları)           |
| Cins      | :Argyrosomus                           |
| Tür       | : <i>Argyrosomus regius</i> (Sariağız) |

Bu tür Sciaenidae familyasından olup bilimsel adı *Argyrosomus regius* (Syn: *Sciaena aquila*)'dur (Akşiray, 1987). Uzaktan bakılınca levreği andırır. Okyanusların ve bunların uzantısı olan diğer denizlerin sıcak ve ılıman bölgelerinde ve bu arada sularımızda da bulunur. Vücut yapısı itibariyle iri balıktır. Ortalama ağırlığı 20 kg'dır. Fransa'da Akdeniz sahillerinde olta ile avcılığı çok yaygındır. Vücudu füze şeklindedir (Şekil 2.1). Yan taraflarından biraz basıktır. Başı ve gözleri normal büyüklüktedir. Derisi ve kafa kısmı iri pullarla örtülüdür ve pullar deriye iyice yapışmıştır. Sırtı kirli sarı ve kurşuni renktedir. Vücudun alt bölgesi ise mat beyaz renktedir. Ağzının içi sarımsı olduğundan sariağız ismi verilmiştir (Şekil 2.2). Yanal çizgisi düzgündür ve üzerinde parlak pullar bulunmaktadır. Yüzme keseleri oldukça büyüktür. Sırt yüzgeci iki adettir. Birinci yüzgecin ışınları sivri ve batıcıdır. Kuyruk yüzgeci ise palet biçimindedir. Diğer yüzgeçleri normal gelişmiştir (Balıkçılar, 2010).



Şekil 2.1. Sariağız Balığı (*Argyrosomus regius*)



Şekil 1.2. Sariağız balığının sarı renkli ağız yapısı

### 2.1.2. Sariağız balığının dünyadaki ve Türkiye'deki dağılımı

Sariağız balıkları Akdeniz'in tüm kıyılarında geniş bir dağılım gösterirler. En büyük boya ulaşan Scianidae türlerinin Batı Afrika kıyılarında görüldüğü bildirilmiştir. Fransa'nın güneyinde doğadan anaç temini ile yapılan denemeler

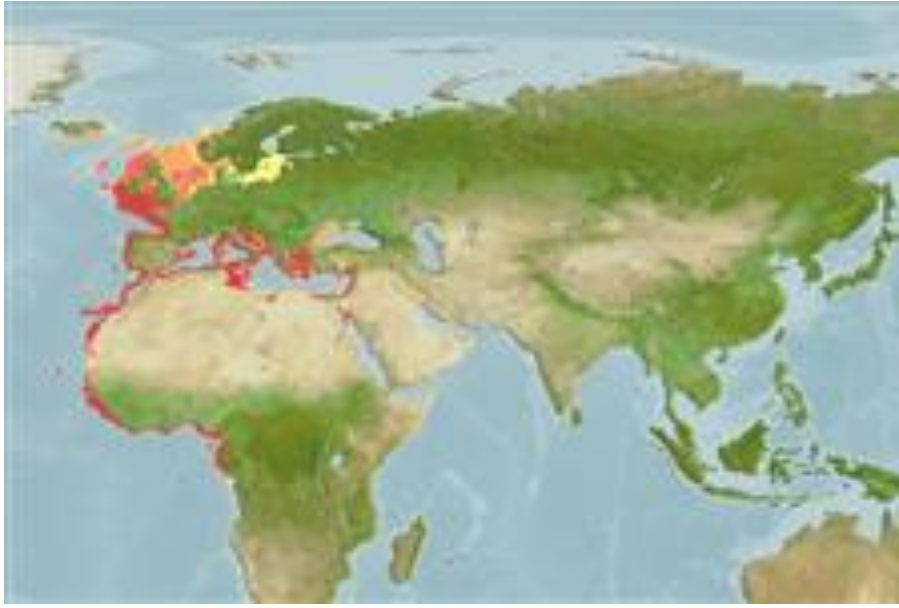
sonucu iyi bir yetiştiricilik potansiyeline sahip olduğu izlenimini uyandırmıştır. 1996 yılından itibaren Fransa'da yavru üretimi tek bir işletme ile sınırlı kalmıştır. İlk ticari üretim 1997 yılında Fransa'da gerçekleştirilmiştir. 1997 yılından itibaren yetiştiriciliği yavaş yavaş artmaya başlamış ve İtalya sahilinin Tiren denizi bölümünde ve Korsika'da üretimi gerçekleştirilmeye başlanmıştır. FAO kayıtlarına göre İtalya'daki ilk ticari üretimi 2002'de gerçekleşmiştir (FAO, 2008). Yıllara göre Sariağız balığı üretiminin yapıldığı bölgeler şekil 2.3, 2.4, ve şekil 2.5'te gösterilmiştir.



şekil 2.3. 2002 verilerine göre sariağız balığını üreten ölkeler (FAO, 2008)



Şekil 2.4. 2006 verilerine göre sarıağız balığını asıl üreten ülkeler (FAO, 2006)



Şekil 2.5. 2014 yılı sarıağız balığı üretiminin yapıldığı bölgeler (Fishbase, 2011)

### 2.1.3. Sarıağız balığının yetiştiricilik potansiyeli

Sarıağız balığının hızlı büyümesi, yem dönüşüm oranının yüksek olması geniş tuzluluk aralığında yaşayabilmesi ve kaliteli et yapısı ile yetiştiricilik için büyük potansiyele sahip alternatif bir tür olarak kabul edilmektedir. Bu türün üretimi ile ilgili denemeler İtalya ve Fransa ile birlikte, ülkemizde de yürütülmekte

olup, 2005 yılı itibari ile ülkemizde ticari olarak üretimi başarılmıştır (FAO, 2008).

Bir Scanid türü olan *A. regius* hem kafes, hem de karada kurulan tanklarda entansif olarak üretilebilmektedir. Üretim tesisleri başlıca Fransa'nın Akdeniz sahillerinde (Cannes, Camargue ve Korsika) ve İtalya'nın birkaç kentinde (La Spezia ve Orbetello) dağılım göstermiştir. Özellikle Ege Bölgesindeki bazı kuluçkahanelerde ticari düzeyde üretilmiştir. Ağ kafeslerde büyütmede iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yaklaşık 12 aylık büyütmede pazar boyu olan 300–350 g büyüklüğe ulaşmak mümkündür (FAO, 2008).

#### **2.1.4. Sariağız balığının avlanma ve pazar durumu**

Sariağız balığının avcılığı uzatma ağları, olta ve zıpkın ile gerçekleştirilir. Dip trolü ile de bu balığı avlamak mümkündür. Ülkemizdeki pazar durumu yetiştiriciliği yapan firmalara göre değişiklik gösterse de sariağız balığının % 40'ı yurt dışına % 60'ı ise yurt içine pazarlanmaktadır. Sariağız balıkları işlenip bütün, kılçıksız, fileto şeklinde taze ve donmuş olarak satılmaktadır.

TÜİK (2008), verilerine göre sariağız balığı üretim miktarı 56 ton olarak bildirilmiştir. Bu miktarın 55 tonu Akdeniz ve 1 tonu da Ege denizinden sağlanmıştır. Toplam 2008 yılı değerinin 504 TL olduğu bildirilmiştir. 1985-1991 yılları arasında çeşitli büyüklükte yakalanmış sariağız balığının pazar fiyatı 2-4 €/kg iken 1992 yılında yükselmiştir (4,5-6 €/kg). 1996 yılında Akdeniz kafeslerinde büyük oranda yetiştiriciliğinin başarılmasından dolayı fiyatı 4-5 €/kg a düşmüştür. 1999 yılındaki düşük üretimi takiben fiyatı aniden 6 €/kg' a çıkmıştır. O zamandan sonra 2 kg'dan daha büyük balıklar üretilmesine bağlı olarak fiyatı 7-12 €/kg olmuştur. Günümüzde hem avcılık hem de akuakültür üretimine dayalı olarak Güney Fransa ve İtalya'da bu türün (1-3 kg) çok önemli pazarı vardır. 2002 yılından günümüze kadar bu türün fileto veya tezgah satışı için 600-1000 g; dilim ve fileto için daha büyük balık (1 kg'dan 3-5 kg'a kadar) tercih edilmektedir. Sariağız balığının et kalitesi çok yüksek olup doymamış yağ asitleri bakımından çok mükemmeldir (FAO, 2008).

Sarıağız balığının ülkelere göre 2008 yılına kadar olan üretim rakamları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Dünya çapında avcılıktan elde edilen sarıağız balığı üretim miktarları (ton) (FAO, 2008)

|                      | 1980 | 1990 | 2000 | 2008 |
|----------------------|------|------|------|------|
| <b>Dünya toplamı</b> | 3207 | 5261 | 4108 | 5724 |
| <b>Mısır</b>         | 269  | 113  | 776  | 1202 |
| <b>Fransa</b>        | -    | 179  | 189  |      |
| <b>Ghana</b>         | -    | -    | -    | 2042 |
| <b>Gine-Bissau</b>   | -    | -    | 394  | 24   |
| <b>İsrail</b>        | 10   | 67   | 288  | 22   |
| <b>Moritanya</b>     | -    | 2000 | 600  | 1230 |
| <b>Fas</b>           | 1160 | 2544 | 1755 |      |
| <b>Portekiz</b>      | 937  | -    | 4    | 159  |
| <b>İspanya</b>       | 816  | 94   | -    | -    |
| <b>Türkiye</b>       | 15   | 193  | 70   | 56   |

Sarıağız balığı Atlantik Okyanusundan Norveç’in güneyi Moritanya ve Akdeniz’in kuzeyine geçer. Fransa’da sarıağız balığı avcılığı Girande ağzına yakın bölgelerde yoğunlaşmıştır. Portekiz’in güneyinde ise genel olarak 5 kg’ın üzerinde sarıağız balıkları yakalanmaktadır (FAO, 2010). Sarıağız balığının yetiştiriciliği 90’lı yılların başında Fransa’da başlamıştır. Yetiştiricilik Fransa’dan sonra İtalya’da da devam etmiştir. 2000-2008 yılları arası dünyada yetiştirilen sarıağız balığı miktarları ve yetiştirildiği ülkeler Çizelge 2.2’de verilmiştir.

2013 yılında sarıağız balığı üretiminde özellikle Avrupa’da düşüş görülmüş olup üretim miktarı 2730 ton olarak bildirilmiştir. 2011 verilerine göre (3770 ton) % 27.6 oranında bir azalma meydana gelmiştir. 2013 yılında Avrupa’daki asıl üretici ülkelerden birincisi İspanya (1640 ton) diğerleri Fransa ve İtalya’dır. Bu türün yetiştiriciliğinde dünyadaki öncü ülke Mısır olup 2010-2011-2012 yıllarındaki üretim miktarı 12.100 ton civarındadır (Anonim, 2014).

Çizelge 2.2. Dünya çapında yetiştiricilikten elde edilen sarıağz balığı üretim miktarları (ton) (FAO, 2008)

|                   | 2000 | 2003 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Fransa</b>     | 33   | 100  | 282  | 282  | 300  |
| <b>İtalya</b>     | -    | -    | 172  | 192  | 300  |
| <b>İspanya</b>    | -    | 3    | 489  | 251  | 1374 |
| <b>Portekiz</b>   | -    | -    | 47   | 25   | 15   |
| <b>Yunanistan</b> | -    | -    | -    | -    | 240  |
| <b>Türkiye</b>    | -    | -    | -    | -    | 512  |
| <b>Malta</b>      | -    | -    | 28   | 12   | 12   |
| <b>Mısır</b>      | -    | -    | -    | -    | 2031 |

Türkiye’de 2005-2008 yılları arasında sarıağz balığının yetiştiriciliği gerçekleştirilmiş olup Çizelge 2.3’te gösterilmiştir (FAO, 2010).

Çizelge 2.3. 2005–2008 yılları arasında ülkemizde sarıağz balığı üretimi miktarları (FAO, 2010)

| Yıl  | Üretim Miktarları |
|------|-------------------|
| 2005 | 836               |
| 2006 | -                 |
| 2007 | 1500              |
| 2008 | 512               |

Yetiştiriciliği yapılan sarıağz balığı bütün bir yıl boyunca hasat edilebilir. Kış mevsiminde büyük balıkların karın kısmı daha yağlı olduğu için soğuk sezonda daha çok küçük boylarının hasat edilmesi tavsiye edilmektedir. Hasat edilmiş balıklar mümkün olduğu kadar çabuk buzlu suya daldırılır. Hasat sırasında pulları çok çabuk döküldüğü için dikkatli olunmalıdır. Ayrıca gözleri oldukça narin olduğu için parlaklığını kaybedebilir (FAO, 2008).

Hasattan hemen sonra iç organlar hemen temizlenip bütün şekilli veya fileto şeklinde pazarlanır. Fransa ve İtalya marketlerinde kilogramı 7-12 €’dan satışa sunulmaktadır. 2002 yılından bu yana sarıağz balığı farklı şekillerde pazarlanabilmektedir. 600 -1000 g arası balıklar bütün veya fileto şeklinde, 1 kg –3-5 kg arası balıklar fileto dilimlenmiş ve dumanlanmış olarak satışa sunulmaktadır. Dumanlama işlemi son yıllarda uygulanmakta ve iyi sonuçlar vermektedir (FAO, 2008).

### 2.1.5. Sariağız balığının besinsel bileşimi

Sariağız balığının et kalitesi çok yüksek olup doymamış yağ asitleri bakımından mükemmel olduğu belirtilmiştir (FAO, 2008). Fransa'da ticari boya gelmiş kültür sariağız balıklarının et kalitesi ve kalite değişimleri araştırılmış ve türün vücut kalite özellikleri, fileto kompozisyonu ile et verimi hesaplanmıştır ve Çizelge 2.4'te verilmiştir (Poli vd., 2003).

Çizelge 2.4. *A. regius*'un et verimi ve bazı kompozisyonları (Poli vd., 2003)n=26-28

|                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
| <b>Ağırlık (g)</b>                       | 935.5-1502,5 |
| <b>Yüzgeç (%)</b>                        | 1.53-1.86    |
| <b>Solungaç (%)</b>                      | 3.56-4.11    |
| <b>Deri (%)</b>                          | 5.66-6.76    |
| <b>İç organ (%)</b>                      | 5.50-6.03    |
| <b>Karaciğer (%)</b>                     | 1.33-1.44    |
| <b>Kafa (%)</b>                          | 26.79-28.71  |
| <b>Total dressing waste (%)</b>          | 52.49-54.32  |
| <b>Dressing (T.ağırlık-iç organ) (%)</b> | 93.47-94.50  |
| <b>Derili fileto (%)</b>                 | 43.51-44.28  |
| <b>Su (%)</b>                            | 74.46-75.96  |
| <b>Toplam yağ (%)</b>                    | 2.06-2.93    |

Fransa'da ticari boya gelmiş kültür sariağız balıklarının et kalitesi ve kalite değişimleri araştırılmış ve türün vücut kalite özellikleri ve fileto kompozisyonu; fileto (deriyle % 42.77; derisiz % 34.60), toplam karkas (% 16.96), işleme oranı (% 94,78) içorganlar (% 6 civarında), mesenterik yağ (% 0.88) toplam yağ (% 2.24), deri (% 4.79) olarak hesaplanmıştır. Baş, yüzgeç, solungaçların toplamı ve fileto artıkları % 52.5 ile % 54.3 arasında olduğu kafanın önemli bir değer taşıdığı bu nedenle et verimi yüksek bir tür olduğu bildirilmiştir. Çalışmada sariağızın vücudu su yönünden zengin lipid yönünden fakir olduğu ifade edilmiş ve doymuş yağ asiti oranı % 31.18, tekli doymamış yağ asiti oranı % 33.18, çoklu doymamış yağ asitleri % 2.36 (n-3) ve % 7.64 (n-6) olarak bulunmuştur. Doymamış yağ asitleri yönünden zengin bir tür olduğu vurgulanmıştır. Aynı araştırmacılar temmuz ve kasım aylarında örneklenen sariağız filetolarının yağ asit kompozisyonunu incelemişlerdir (Çizelge 2.5). Yetiştiriciliği yapılan sariağızın yapılan bu çalışmada işleme değeri bakımından çipura ve levrekten

daha yüksek, lipit kalitesi ve fileto değerlerinin hem levrek hem de çipuradan belirgin olarak farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 2.6) (Poli vd., 2003).

Çizelge 2.5. Temmuz ve kasım aylarında örneklenen sarıağız filetolarının yağ asit kompozisyonu (Poli vd., 2003)(%)

|                           | Temmuz       | Kasım        |
|---------------------------|--------------|--------------|
| Ağırlık(g)                | 1204.4±91.13 | 1466.5±85.11 |
| C14:0 (Miristik Asit)     | 4.32±0.55    | 4.41± 0.57   |
| C16:0 (Palmitik asit)     | 21.18 ±0.46  | 22.15 ±0.41  |
| C16:1n-7(Palmitoleikasit) | 5.16 ±0.49   | 4.46 ±0.34   |
| C18:0 (Stearik asit)      | 4.87 ±0.30   | 5.90 ±0.21   |
| C18:1 n-9 (Oleik asit)    | 19.24 ±0.53  | 18.55 ± 0.54 |
| C18:2 n-6 (Linoleik)      | 6.28 ± 0.19  | 6.01 ± 0.36  |
| C18:3 n-3 (Linolenik)     | 0.99 ± 0.11  | 1.20 ± 1.67  |
| C20:1 n-9 Eikosenoik      | 4.51 ± 0.54  | 2.43 ± 0.25  |
| C20:4 n-6 araşidonik      | 0.96 ± 0.13  | 1.35 ± 0.13  |
| C20:5 n-3 EPA             | 6.74 ± 0.38  | 7.07 ± 0.48  |
| C22:1 Erusik              | 4.88 ± 0.40  | 3.22 ± 0.41  |
| C22:5 n-3                 | 1.17 ± 0.04  | 1.42 ± 0.08  |
| C22:6 n-3 DHA             | 15.24 ± 1.65 | 17.25 ± 1.45 |
| SFA                       | 31.38 ± 0.69 | 33.72 ± 0.61 |
| MUFA                      | 34.25 ± 1.50 | 29.05 ± 1.41 |
| PUFA n-6                  | 7.88 ± 0.42  | 8.26 ± 0.48  |
| PUFA n-3                  | 26.17 ± 1.42 | 28.59 ± 1.56 |

Çizelge2.6. Sarıağız ve levrek balıklarının et verimi ile bazı bileşenlerce karşılaştırılması (Poli vd., 2003) n=6

|                                | Sarıağız balığı<br>(606.63± 52.74 g) | Deniz levreği<br>(728.40 ± 65.43 g) |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Toplam boy (cm)                | 41.22 ±0.34                          | 37.60                               |
| Standart boy (cm)              | 36.46 ±0.43                          | 31.88                               |
| Kondüsyon fak.                 | 0.94 ±0.03                           | 1.24                                |
| Yüzgeç (%)                     | 1.75 ±0.07                           | 1.49                                |
| Solungaç (%)                   | 4.08 ±0.16                           | 3.14                                |
| Deri (%)                       | 4.79 ±0.57                           | 7.81                                |
| İç organ (%)                   | 5.22 ±0.64                           | 10.85                               |
| Karaciğer (%)                  | 1.17 ±0.13                           | 1.18                                |
| Mesenterik yağ (%)             | 0.88 ±0.54                           | 7.85                                |
| Kafa (%)                       | 29.95 ±1.38                          | 20.70                               |
| Dressing(T.ağırlık-içorgan)(%) | 94.78 ±0.64                          | 89.15                               |
| Derili fileto (%)              | 42.77 ±1.69                          | 48.61                               |
| Derisiz fileto (%)             | 34.60 ±1.84                          | 36.78                               |
| Toplam lipit (%)               | 2.24 ±0.44                           | 12.78                               |
| SFA (%)                        | 31.18 ±0.17                          | 27.81                               |
| MUFA (%)                       | 33.18 ±0.52                          | 37.74                               |
| PUFA (%) n-6                   | 7.64 ±0.14                           | 7.44                                |
| PUFA (%) n-3                   | 27.36 ±0.55                          | 25.85                               |

İspanya’da yapılan bir araştırmada sarıağız balığının buzda depolanması sırasında duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değışimleri incelenmiş olup 18 gñnlük depolama sonucunda duyuşal özellikler açısından 9 gñnden daha uzun raf ömrüne sahip olduğu mikrobiyolojik değerlere göre türün taze olarak 9 gñn depolanabileceği belirlenmiştir (Hernandez vd., 2009).

Ülkemizde 2005’ten beri yetiştiriciliği yapılmakta olan bu türe ilişkin raf ömrü ve işlemerciliği üzerine herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Ülkemiz kültür balıkçılığı için yeni bir tür olan sarıağız balığının besinsel özellikleri ile ilgili bir çalışmada 2 farklı şekilde beslenen sarıağız balıklarının besinsel analizleri sonucu yağ asiti, vitamin ve amino asit içerikleri incelenmiştir ve Çizelge 2.7, Çizelge 2.8, Çizelge 2.9’da verilmiştir (Dinçer vd., 2008).

Çizelge 2.7. 2 farklı(A-B) ağırlık grubundaki sarıağız balığının vitamin içerikleri (Dinçer vd., 2008)

|                      | <b>A(203.18 ±31.81 g)</b> | <b>B(1231.02 ±266.00 g)</b> |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| B1 vitamin(mg/100g)  | 0.15 ±0.00                | 0.14 ±0.01                  |
| B2 vitamin(mg/100g)  | 0.16 ±0.01                | 0.04 ±0.00                  |
| B6 vitamin(mg/100g)  | 0.21 ±0.00                | 0.47 ± 0.01                 |
| A vitamin (mcg/100g) | 30.87 ±0.31               | 15.89 ±0.40                 |
| E vitamin(mg/100g)   | 1.68 ±0.01                | 0.13 ± 0.01                 |

Çizelge 2.8. 2 farklı(A-B) ağırlık grubundaki sarıağız balığının toplam yağ asidi değeri(Dinçer vd.,2008)

|            | <b>A(203.18 ±31.81 g)</b> | <b>B(1231.02 ±266.00 g)</b> |
|------------|---------------------------|-----------------------------|
| SFA(%)     | 29.55±0.07                | 27.54±0.13                  |
| MUFA(%)    | 29.61±0.02                | 28.86±0.11                  |
| PUFA(%)    | 28.74±0.11                | 33.34±0.06                  |
| EPA/DHA(%) | 0.55                      | 0.60                        |
| n:3        | 15.16                     | 13.02                       |

Çizelge 2.9. 2 farklı(A-B) ağırlık grubundaki sarıağız balığının aminoasit değerleri (Dinçer vd., 2008)

|                 | A(203.18 ±31.81 g) | B(1231.02 ±266.00 g) |
|-----------------|--------------------|----------------------|
| Protein(%)      | 19.51 ±0.17        | 17.35 ±0.18          |
| Alanin          | 964.1 ±0.75        | 1345.00 ±13.92       |
| Glisin          | 864.0 ±7.30        | 1124.80 ±1.71        |
| Valin           | 841.73 ±5.61       | 1040.63 ±13.51       |
| Lösin           | 1392.43 ±11.82     | 1795.43 ±13.56       |
| Isolösin        | 846.17 ±11.81      | 995.87 ±9.48         |
| Treonin         | 657.90 ±5.20       | 877.10 ±9.64         |
| Serin           | 606.13 ±7.82       | 832.23 ±11.18        |
| Prolin          | 666.37 ±15.69      | 804.83 ±5.75         |
| Aspartik asit   | 3350.40 ±22.87     | 2799.10 ±7.98        |
| Methionin       | 501.33 ±5.29       | 644.33 ±8.00         |
| Hidroksi prolin | 0.00 ±0.00         | 76.70 ±3.75          |
| Glutamik asit   | 2329.10 ±22.79     | 3001.00 ±43.66       |
| Fenilalanin     | 733.50 ±3.91       | 877.00 ±22.07        |
| Lisin           | 1583.20 ±9.60      | 2118.13 ±45.70       |
| Histidin        | 357.03 ±29.62      | 331.27 ±15.27        |
| Tirosin         | 688.63 ±8.86       | 731.93 ±16.29        |

Poli vd. (2003), sarıağız balığının kalitesine ilişkin yaptıkları çalışmada pH değerinin ölümden hemen sonra 7 olduğu ve 24 saat sonra 6.3'e, 48 saat sonra 6.3-6.4 arasında 72 saat sonra 6.2'ye yaklaştığı ve 168. saatten sonra yükselmeye başladığını 216. saatte 6.6'ya yaklaştığını belirlemişlerdir.

Aynı araştırmacılar tazelik indeksi olan K değerinin ölümden sonra 216. saate kadar artış gösterdiğini, rigor indeksinin ise ölümden sonraki 48. saatten 240. saate kadar azaldığını tespit etmişlerdir. Sonuçta bu türün buzdolabı koşullarında uzun süre tazeliğini koruduğunu ve bunun tüketiciler ve pazarlamacılar açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Piccola vd. (2008), *A. regius*'u 2 farklı yem ile besleyerek bazı analizler yapmışlardır. Bu yemler ile beslenen sarıağız balıklarından elde edilen sonuçlar Çizelge 2.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.10. Farklı protein ve yağ içerikli yemle beslenen sarıağz balığının bileşenleri (Piccola vd., 2008)

|               | <b>A Yemi</b> | <b>B yemi</b> |
|---------------|---------------|---------------|
| Kül (%)       | 1,24          | 1,31          |
| Nem(%)        | 74,10         | 75,42         |
| Toplam yağ(%) | 3,60          | 2,41          |
| Protein (%)   | 21,09         | 20,89         |

Doğal sarıağz balığı ve kültürü yapılan sarıağz balığını et verimleri ve bazı kimyasal bilşenleri Çizelge 2.11 ve Çizelge 2.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.11. Doğal ve kültürü yapılmakta olan sarıağz balığının et verimi (Bektaş, 2010)

|                     | <b>Doğal Sarıağz Balığı</b> | <b>Kültür Sarıağz Balığı</b> |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Boy(cm)             | 54,990±0,968                | 48,60±0,960                  |
| Ağırlık(g)          | 1359,5±46,392               | 1007,5±62,312                |
| İç Organ (%)        | 11,639±0,252                | 11,002±0,736                 |
| Kafa (%)            | 15,830±0,562                | 14,954±1,185                 |
| Yüzgeçler(%)        | 4,628±0,203                 | 4,831±0,120                  |
| İskelet (%)         | 22,606±0,703                | 21,490±1,102                 |
| Et (Deri Dahil) (%) | 46,669±1,345                | 49,161±0,724                 |

Çizelge 2.12. Doğal ve kültürü yapılmakta olan sarıağz balığının bazı kimyasal bileşenleri (Bektaş, 2010)

|                    | <b>Doğal Sarıağz Balığı</b> | <b>Kültür Sarıağz Balığı</b> |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Su (%)             | 77,101±0,484                | 76,620±0,098                 |
| Protein (%)        | 16,549±0,135                | 17,733±0,378                 |
| Yağ (%)            | 3,750±0,317                 | 4,696±0,350                  |
| İnorganik madde(%) | 1,445±0,147                 | 1,345±0,199                  |

## 2.2. Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi

Dumanlama ilk çağlardan beri kullanılan geleneksel bir işleme ve koruma yöntemidir. Avcılık yoluyla besinlerini temin eden ilk insanlar ateşi keşfettikten kısa bir süre sonra avladıkları hayvanları açık odun ateşi üzerinde pişirerek tüketmeye başladıklarında bu yöntemin hem besinlerine lezzet verdiğini hem de dayanma süresini arttırdığını gözlemlemişlerdir (Gökoğlu, 2002).

Günümüzde gıda maddesinin hijyenik ve ekonomik olmasının yanı sıra, protein, yağ, karbonhidrat, vitamin, mineral maddeleri dengeli biçim ve oranda içermesi

istenmektedir. Bu isteğe cevap veren gıda maddesi ise su ürünleri olup, bu gıda grubu içinde ilk sırayı balık almaktadır. Balık eti, biyolojik yönden yüksek değerli protein, yağ ve yağda eriyen vitaminler açısından önemli bir kaynaktır. Baliketi, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu vitamin ve mineral madde ve vücut için gerekli protein, yağ kompozisyonuna sahiptir.

Su ürünleri üretiminde dünyada oldukça iyi durumda olan Türkiye’de gerek denizlerden, gerekse yetiştiricilikle elde edilen balıkların hemen hemen tamamı taze olarak pazarlanmaktadır. İşlenmiş balık ise çok az bir kısmını oluşturur. Oysaki dünyada elde edilen balığın büyük bir kısmı işlenerek tüketime sunulmakta, böylece balığın hem raf ömrü artmakta, hem de piyasaya farklı tat ve aromada ürün sağlayarak çeşitliliği temin edilmektedir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

İşleme yöntemlerden biri de dumanlamadır. Bilinen en eski gıda muhafaza yöntemlerinde biri olan dumanlama, ürünün saklama süresi uzadığı gibi, duman bileşenlerinin ürüne verdiği aroma ile değişik bir lezzet ortaya çıkmaktadır. Bu arada tütsüleme teknolojisi gereği, uygulanan tuzlama ve ku-rutma ile ürünün su aktivitesi düşerken, dumanın yapısında yer alan maddeler de mikroorganizmaların faaliyetini engelleyici ve mikroorganizmaları öldürücü etki yapmaktadırlar (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Varlık vd., 2004). Bu teknoloji Kuzey Avrupa ülkelerinde çok gelişmiş olup su ürünleri ve kara hayvan etleri yoğun olarak dumanlanmaktadır. Dumanlanmış ürün üreten ülkeler Hollanda, İngiltere, Norveç, Kanada, Japonya, Amerika ve Almanya’dır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Ülkemizde ise dumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi adı geçen ülkelere göre sınırlı düzeylerde dir.

Dumanlanmış balığın raf ömründe çeşitli faktörler etkindir. Bunlar; balığın türü, tazeliği, dumanlama yöntemi, dumanlanmış ürünün su ve tuz oranı, paketlenme ve depolama şeklidir. Dumanlanmış ürünlerin raf ömürleri 7 gün ile 6 ay arasında değişmektedir (Gülyavuz ve Altınkurt, 1991).

### **2.2.1 Dumanlama metotları**

#### **2.2.1.1. Sıvı dumanlama**

Sıvı dumanlama; odunun damıtılmasıyla elde edilen ve duman içerisindeki kimyasal bileşikler içeren duman sıvısı kullanılarak uygulanan dumanlama yöntemidir. Duman sıvısı belli oranlarda seyreltilerek içerisinde % 0,5-% 2 oranında tuz ve istenirse çeşitli baharatlar katılarak oluşturulan çözeltide balıkların uzun süre bekletilerek lezzet kazanması sağlanır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Sıvı dumanlama maddesi su ile çoğunlukla sirke ve sitrik asit katılarak seyreltilmektedir. Genellikle sıvı tütsü pişirmeden hemen önce ürün üzerine püskürtülmektedir (Varlık vd., 2004). Diğer dumanlama yöntemlerine göre bu yöntemle daha düşük kaliteli ürünler elde edilmekte, bu yöntemle, kurutulacak ve konserve edilecek ürünlere duman kokusu verme amacı güdülmektedir (Bykowski ve Dutkiewicz, 1996; Horner, 1997; Gökoğlu, 2002).

#### **2.2.1.2. Sıcak dumanlama**

Sıcak dumanlama yönteminde ürünün yüksek sıcaklıkta pişirilmesi, duman lezzetinin kazandırılması ön plandadır. Sıcak dumanlamada ürünlerdeki su içeriğinin yüksek oluşu sebebiyle kurutma işlemi daha önemlidir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Sıcak dumanlamanın sıcaklık aralığı 30-120 °C'dir. Amaç, dumanlama işleminin yanında ürünü pişirme işlemi ile tüketilebilir hale getirmektir (Varlık vd., 2004).

Sıcak dumanlamada; mikrobiyal gelişim, sıcaklığın yükselmesi ve duman bileşimindeki antimikrobiyal maddelerle azaltılmakta, yalnız mezofilik ve termofilik mikroorganizmalar üründe kalabilmektedir. Dumanlama işleminden önce balıklara tuzlama işlemi % 2 oranında uygulanıp, tuzun balık etine geçişi sağlanmakta, böylece ürüne uygun bir tat verilmekte ve yüksek su ve yüksek tuz içermesi nedeniyle daha az dayanıklı bir ürün elde edilmektedir (Bykowski ve Dutkiewicz, 1996; Horner, 1997; Gökoğlu, 2002).

### 2.2.1.3. Soğuk dumanlama

Soğuk dumanlama yöntemi genellikle 15-30 °C arasında düşük sıcaklıklarda yapılan dumanlamadır. 27-30 °C arasında yapılan soğuk dumanlama işlemi en yaygın olarak kullanılan şeklidir (Patır ve Duman, 2006). Sıcaklığın hiçbir zaman 30 °C'yi aşmaması istenir eğer sıcaklık aşılsa dumanlama sırasında ürün kokuşabilir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Soğuk dumanlama teknolojisi çok eski yıllardan beri kullanılan geleneksel bir işleme ve muhafaza yöntemidir. Balıklar 3–7 gün arası tuzlama işlemine tabi tutulup, ardından 3–4 hafta süreyle dumanlanarak işlem tamamlanmaktadır (Motohiro, 1988; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Dumanlama süresi ürünlere göre değişmekle beraber, birkaç günden birkaç haftaya kadar değişebilmektedir (Varık vd., 2004). Soğuk dumanlanmış ürünleri tuz miktarı % 8'e kadar çıkar (Çaklı, 2007). Soğuk dumanlama sonucunda dumanın kurutucu ve konserve edici etkisi, tuzlu balığın yüksek oranda tuz ve düşük randa su içermesi özelliği ile birleşerek ürünün düşük sıcaklıkta muhafaza edilmesi ile daha uzun süre dayanması sağlanır (Gökoğlu, 2002). Dumanlama işleminde balığa uygulanan yöntemin yanı sıra dumanlama süresinin de kalite ve raf ömründe etkisi bulunmaktadır. Soğuk dumanlama ile ilgili bir çalışmada *Rutilus frisii kutum* balığına farklı soğuk dumanlama süreleri uygulanarak dumanlama süresinin besin kalitesi ve raf ömrüne etkisi incelenmiştir. 3 ve 6 gün olmak üzere balıklar soğuk dumanlanmıştır. 6 gün süresince soğuk dumanlama işlemine tabi tutulan balıkların raf ömrü daha uzun olarak saptanmıştır (Anwari vd., 2014).

### 2.2.2. Dumanlanmış ürün kalitesine etki eden faktörler

Dumanlanmış ürünün kalitesinde kullanılan tuz, ısıtma-kurutma ve duman olmak üzere üç faktör etkilidir. Tuzlama işlemi, dumanlama işleminden önce materyale uygulanan ve son ürünün kalitesinde önemli rol oynayan ön işlemlerden biridir. Balık yüzeyine yapılan tuzlama sırasında balık etine tuz girerken, balık eti su

kaybeder. Gerek tuzun antimikrobiyal etkisi, gerekse balık etinin su kaybetmesi nedeniyle mikroorganizma etkinliği yavaşlar. Ayrıca tuzlu ortamda oksijen çözünürlüğü azalacağından aerobik bakteri etkinliği olumsuz yönde etkilenir. Doğal olarak tuz besinlere bir lezzet kazandırır. Dumanlanacak balık etine giren tuz miktarı, balığın türüne, yağ oranına, tazeliğine, sıcaklığa ve tuz derişimine bağlıdır (Bilgin, 2003).

Bayat, dondurulmuş balıklarda etin yapısını oluşturan proteinlerin kısmen bozulması nedeniyle tuz girişı yavaşlar. Tuz derişimi ile balık etine giren tuz miktarının doğru orantılı olduğu, derişim arttıkça tuz girişinin arttığı saptanmıştır (Bilgin vd., 2001). Tuz derişimi % 10-12'nin altında iken, balık etine giren tuz miktarı az olacağından proteinlerin çözünürlüğü artar. Bu durumda balık eti bir miktar su soğurur. Su kaybı olmadığından da ağırlık artışı olur. Tuz derişimi % 12'nin üzerine çıktığında balık etine giren tuz miktarı da artacağından balık eti su kaybetmeye başlar. % 20-22 oranında tuz derişimi uygulandığında balık etine giren tuz miktarı artışına bağlı olarak da su kaybı da artar (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Kısa süreli tuzlamalarda % 18-22'lik derişimin sıcak dumanlamada en uygun oran olacağı bildirilmiştir (Bilgin, 2003).

Isıtma-kurutma işlemi ile su oranı daha da düşürülürken, ürün yüzeyinde hafif bir kabuk tabakası oluşturarak mikroorganizma geçişı engellenir. Dumanlamada kurutma önemli bir işlem basamağı olup, nitelik üzerinde etkilidir. Kurutma ile balık üzerindeki su azalmış olur. Mikroorganizmalar için uygun bir ortam oluşturan su biyokimyasal tepkimelerde bir çözücü olarak iş görmektedir (Bilgin, 2003).

Dumanın konserve edici ve renk verici olmak üzere iki önemli etkisi vardır. Konserve edici etkisi duman içerisindeki maddelerin mikrobiyosid ve mikrobiyostatik etkileri ve yine duman içeriğindeki bileşiklerin antioksidatif etkileri ile gerçekleşmektedir. Renk verici etkisi ise renkli duman öğelerinin alımı, duman öğelerinin polimerizasyon ve oksidasyonu, duman içeriğindeki maddelerin proteinlerle tepkimeye girmesi, asitlerle rengin fiksasyonu,

fenollerle diğ er duman bileşimindeki maddelerin tepkimeleri şeklinde meydana gelmektedir (G  koğlu, 2002).

Duman hem gaz hem de toz zerrecikleri içermektedir. Dumanın yapısında formaldehit, furfuraldehit, fenol, asetik asit, formik asit, butirik asit, kaprilik asit, metil alkol, etil alkol, progallol, ksilenol ve akrolein gibi bileşikler bulunur. Dumanın antioksidant etkisi fenollerden kaynaklanır. Fenolik bileşikler balık yağını oksidasyona karşı korurlar. Peroksit ve aldehitlerin ilk basamak tepkimelerinin durdurulması ile oluşan kimyasal olayların yanında biyolojik ve enzimatik yağ acılaşması da fenolik antioksidantlarca engellenir. Formaldehit ve asetik asit gibi duman bileşenleri ürün yüzeyinde bakteri ve küf gelişimini engeller. Genel olarak duman balık yüzeyini ince bir zar gibi örter ve mikroorganizmaların ete geçişini önler (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Ertaş, 2000; G  koğlu, 2002).

Dumanlama yüksek korumaya sahip bir yöntem değildir. Dumanlanmış balıklarda bozulma oranını azaltabilmek için balıklar mutlaka soğukta muhafazaya alınmalıdır. Depolama aşamasında, depolama ürünlerine etki eden bazı faktörler vardır. Bunların arasında tür, hammaddenin kalitesi, tuz konsantrasyonu, etin su aktivitesi, dumanlama süresince sistem sıcaklığı, paketlemenin tipi ve depolama sıcaklığı önemli rol oynamaktadır (Kolsarıcı ve  zkaya, 1998).

### **2.2.3. Dumanlanmış balıklarda meydana gelen değişimler**

Diğ er bazı gıdalarda olduğu gibi balık etlerinin ana bileşimini su, yağ ve proteinler oluşturur. Balıkların kimyasal bileşimi t re, yaşa, eşeyssel olgunluk durumuna, çevresel şartlara ve mevsime göre büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Bu değişimler, beslenme ve üreme g   leriyle yakından ilişkilidir (Huss, 1995).

Dumanlanmış balıklardaki değişimler, balığın türüne, tazeliğine, yağ oranına, dumanlama yöntemine, dumanlama işlemi öncesi yapılan tuzlamaya, kullanılan talaşın niteliğine, dumanlama süresi ve sıcaklığına göre farklılık gösterir.

#### 2.2.3.1. Su içeriğindeki değişimler

Dumanlanmış balıklarda ısıtma ve kurutmaya bağlı olarak su kaybı gerçekleşir. Birçok araştırmacı da yaptığı çalışmalarla bu durumu kanıtlamıştır.

Ünal (1995), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)'nın farklı tuz derişimlerini kullanarak yaptığı sıcak dumanlama sonucunda başlangıçtaki % 72.12'lik su içeriğinin % 6'lık tuz derişimi uygulanan örneklerde % 65.17, % 21'lik tuz derişimi uygulanan örneklerde % 64.23'e düştüğünü belirlemiştir. Holland vd. (1991), su oranının uskumru balıklarında dumanlama sonrasında % 64'den % 47.1'e, Atlantik salmonlarında ise % 68'den % 64.9'a düştüğünü belirlemişlerdir. Motohiro (1988), Vishwanath vd. (1998) ve Sigurgisladottir vd. (2000), dumanlama sırasında balık etinde su kaybı olduğunu saptamışlardır.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), *Salmo gairdneri*'nin raf ömrüne dumanlama yöntemlerinin etkisini araştırmış ve taze örneklerde % 29.05±0.75 olan kuru madde miktarının sıcak dumanlanmış örneklerde % 43.65±0.45, soğuk dumanlanmış örneklerde de % 37.80±0.80'e yükseldiğini saptamıştır.

Nykanen vd. (1999), tarafından, enjeksiyon yoluyla tuzlanmış alabalıkların 28 °C'de 6 saat soğuk dumanlama sonucunda su içeriğinin % 69'a düştüğü belirlenmiştir. Bilgin vd. (2001), kara yayın (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) türünün sıcak dumanlamasından sonra, su içeriğinin % 75.44'ten % 66.38'e azaldığını saptamışlardır.

Hultmann vd. (2004), tarafından farklı sıcaklıklarda soğuk dumanlanmış salmonlarda (*Salmo salar*) dumanlama sonrasında su içeriğinin azaldığı en düşük su içeriğinin 29.9 °C'de dumanlanmış örneklerde olduğu ve bir haftalık

depolama sonrasında önemsiz bir artışın gerçekleştiği belirlenmiştir (Çizelge 2.13).

Çizelge 2.13. Soğuk dumanmış salmonların su içeriği (%)(Hultmann vd., 2004)

| Dumanlama Sıcaklığı<br>(°C) | Depolama öncesi | Depolama sonrası |
|-----------------------------|-----------------|------------------|
| Taze                        | 72.4±0.6        |                  |
| 21.5                        | 65.0±1.8        | 65.7±0.8         |
| 24.3                        | 65.5±2.3        |                  |
| 28.2                        | 65.7±1.8        |                  |
| 29.9                        | 60.2±2.9        | 64.2±0.3         |

Bilgin (2003), taze dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858) örneklerinde % 78.90 olan su içeriğinin, sıcak dumanlama sonrası % 50.86'ya düştüğünü ve 4±0.5 °C'deki depolamanın 7. gününde dumanlanmış örneklerde % 50.81 olan su içeriğinin depolama sonunda (51. günde) % 53.70 değerine ulaştığını tespit etmiştir.

Vasiliadou vd. (2005), sıcak dumanlama sonrası kültür çipuralarının su içeriğinin % 69.96±0.89'dan % 57.45±1.81'e düştüğünü belirlemişlerdir. Uskumru (*Scomber japonicus*) balıklarının biyokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine dumanlama ve tuzlama işleminin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; taze, sıcak dumanlama öncesi tuzlanmış ve iki farklı şekilde sıcak dumanlandıktan sonra vakumda paketlenip 2-3 °C'de 30 gün depolanmış örneklerin toplam su içerikleri araştırılmıştır. Araştırmacılar taze örneklerde, her iki dumanlama işlemi sonucunda su içeriğinde ortalama % 2.2 – 22.4'lük bir azalma meydana geldiğini ve bunun istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişler ve Çizelge 2.14'te gösterilmiştir (Goulas ve Kontominas, 2005).

Çizelge 2.14. Sıcak dumanlanmış uskumruda depolamaya bağlı olarak su içeriğindeki değişimler (%) (Goulas ve Kontaminas, 2005).

| Depolama Süresi (Gün) | Taze*                   | Tuzlama sonrası*        | Dumanlanmış* (1.Yöntem) | Dumanlanmış* (2.Yöntem) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| K                     | 75.30±0.8 <sup>a</sup>  | 75.30±0.86 <sup>a</sup> | 75.30±0.86 <sup>a</sup> | 75.30±0.86 <sup>a</sup> |
| 1                     | 75.36±0.51 <sup>a</sup> | 75.04±0.35 <sup>a</sup> | 56.81±0.87 <sup>b</sup> | 56.67±0.28 <sup>b</sup> |
| 6                     | 75.20±0.82 <sup>a</sup> | 74.73±0.95 <sup>a</sup> | 59.24±0.26 <sup>b</sup> | 59.06±0.50 <sup>b</sup> |
| 12                    | 74.75±0.90 <sup>a</sup> | 75.32±1.39 <sup>a</sup> | 56.33±0.41 <sup>b</sup> | 56.18±0.28 <sup>b</sup> |
| 18                    | 75.13±0.37 <sup>a</sup> | 74.52±0.64 <sup>a</sup> | 61.50±0.96 <sup>b</sup> | 59.44±1.28 <sup>b</sup> |
| 24                    | 74.95±0.58 <sup>a</sup> | 74.28±0.52 <sup>a</sup> | 60.77±0.91 <sup>b</sup> | 59.71±0.48 <sup>b</sup> |
| 30                    | 75.80±0.46 <sup>a</sup> | 75.51±1.41 <sup>a</sup> | 59.35±1.38 <sup>b</sup> | 57.34±0.79 <sup>b</sup> |

\*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında ki değişim önemlidir (P<0,05)

Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'ne sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerinin uygulandığı çalışmada su içeriği taze örneklerde % 73.86±0.75 iken soğuk dumanlanmışlarda % 67.32±1.45, sıcak dumanlanmış örneklerde ise % 65.31±1.97 olarak bulunmuştur (Günlü, 2007).

Dumanlama süresinin *Rutilus frisii kutum* balığında biyokimyasal kompozisyona ve yağ asitleri içeriğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 3 ve 6 gün olmak üzere 2 farklı soğuk dumanlama süresi uygulanmış ve dumanlanan örnekler 60 gün oda sıcaklığında depolanmıştır. Taze örneklerde nem içeriği % 67.43±2.50 iken 3 gün dumanlanan örneklerde % 31.21±0.09 olarak bulunmuş, nem içeriğinin 6 gün dumanlanan örneklerde daha düşük (% 27.76±0.40) olduğu belirlenmiştir (Anvari vd., 2014).

#### 2.2.3.2. Protein içeriğindeki değişimler

Gıda ürünlerine ısı işlem uygulandıktan sonra ürünlerin protein yapılarında bozulma söz konusudur. Denaturasyon sıcaklığının balık türüne, protein çeşidine, balığın yaşadığı ortamın sıcaklığına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Genellikle proteinlerin % 90'ı 60-65 °C'de bozulurken, % 10'u

100 °C'ye kadar bozulmadan kalabilmektedir. Proteinlerde bozulma uzun süreli düşük sıcaklıkta depolama (dondurma) sırasında da görülebilmektedir (Opstvedt, 1988).

Atlantik salmonlarının taze örneklerinde % 18.4 olan protein oranının dumanlanmış örneklerde % 25.4'e yükseldiği saptanmıştır (Holland vd., 1991). *C. gariepinus*'a uygulanan farklı işleme teknolojilerinden sıcak dumanlama ile protein içeriğinin % 16.58'den % 22.58'e yükseldiği bildirilmiştir (Bilgin vd., 2001).

Dumanlanmış balıkların protein içeriğindeki değişimlere ilişkin olarak yılan balığında (İkiz vd., 1994), eğrezde (Diler vd., 2002) ve çipurada (Vasiliadou vd., 2005) sıcak dumanlama sonrası protein içeriğinin önemli oranda yükseldiği saptanmış, bu artışın nisbi bir artış olduğu ve su içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı bildirilmiştir.

Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'ne sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerinin uygulandığı çalışmada protein içeriği taze örneklerde %  $21.02 \pm 1.28$  iken soğuk dumanlanmışlarda %  $22.11 \pm 0.61$ , sıcak dumanlanmış örneklerde ise %  $24.56 \pm 1.19$  olarak bulunmuştur (Günlü, 2007).

Bauchart vd. (2007), tarafından gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kas proteinleri üzerine buzda depolama ve pişirme işleminin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, elektroforetik protein örneklerinde önemli değişikliklerin olmadığı, ölüm sonrası düşük molekül ağırlıklı bir kaç peptidin oluşmasına neden olan sınırlı bir proteolizisin gerçekleştiği belirlenmiştir.

*Rutilus frisii kutum* balığında farklı dumanlama süreleri uygulanmış ve soğuk dumanlanmış ürünler 60 gün oda sıcaklığında depolanmıştır. Çalışmada biyokimyasal kompozisyona ve yağ asitleri içeriğine farklı dumanlama sürelerinin etkisi araştırılmıştır. Taze örneklerde protein içeriği %  $23.42 \pm 0.70$  iken 3 gün dumanlanan örneklerde %  $32.81 \pm 0.49$  olarak bulunmuş, protein

içeriğinin 6 gün dumanlanan örneklerde daha yüksek (% 33.18±0.20) olduğu belirlenmiştir (Anvari vd., 2014).

Batı Afrika marketlerinde satışa sunulan duman kurusu balıklarda 2 balık (*Chrysichthys nigrodigitatus* ve *Pseudotolithus typus*) örneğinde mikrobiyolojik ve biyokimyasal bozulma araştırılmıştır. Balıklar 27–29 °C'de 4 hafta depolanmışlardır. Haftalık olarak besinsel ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda protein içeriğinin bozulma nedeniyle 4. haftada azaldığı tespit edilmiştir (Ikutegbe ve Sikoki, 2014).

### 2.2.3.3. Lipitlerdeki değişimler

Balıktaki yağ oranı; balığın türüne, mevsime, fizyolojik koşullara, biyolojik yapıya, besin türüne, yetiştirildiği ortama, büyüklüğüne, su sıcaklığına göre farklılıklar gösterir. Balıkta doymamış yağ asitlerince oldukça zengindir. Su ürünleri yağlarının yaklaşık % 20'si doymuş, % 80'i doymamış yağ asitlerini içerdiği kaydedilmiştir. Balıklarda yağın kaslarda, karın ve kuyruk bölgesinde, deri altında ve karaciğerde depolandığı görülmektedir. Doymamış yağ asitleri genellikle sıvı yağlar olup yüksek karbonlu yağ asidi bileşimini içermektedir. Balıklarda su ve yağ içeriği ters orantılıdır (Varlık vd., 2004).

Ünal (1995), gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nin dumanlanması ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada; % 6'lık tuz derişiminde taze balıktaki %3,62'lik yağ oranının % 4.79'a, % 21.2'lik tuz derişimi ile ön işleme tabi tutulanlarda bu oranın % 3.82'ye çıktığını belirlemiştir.

Dumanlanarak 7±2 °C'de 6 hafta boyunca depolanan yılan balıkları (*Anguilla vulgaris*)'nin yağ içeriğinde % 1.39'luk bir artış saptanmıştır (Salama ve Khalafalla, 1993). Gökkuşağı alabalığının raf ömrü üzerine dumanlama yöntemlerinin ve depolama sıcaklıklarının etkisi konulu çalışmada, taze örneklerdeki % 8.45±0.65'lik yağ içeriğinin sıcak dumanlama sonunda % 11.23±1.27'ye yükseldiği tespit edilmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Bilgin vd. (2001), *C. gariepinus*'a uyguladıkları sıcak dumanlama teknolojisi ile taze balıktaki % 5.38'lik orandaki yağ miktarının % 7.18'e yükseldiğini bulmuştur. Bazı araştırmacılar, balık yağları üzerine ısı işlemin olumsuz yönde etkili olduğunu, özellikle doymamış yağ asitlerinin bu etkiye duyarlı bir yapıda olduklarını ve dumanlama işleminin balıkların yağlarında değişimlere yol açabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar balık etine uygulanan ısı işlemin aşırı doymamış yağ asitlerinde oksidasyona neden olabileceğini, bu yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (22:5n-3) ile dokosaheksaenoik asit (22:6n-3)'in oksidasyona eğilimli olduklarını açıklamıştır (Bligh vd., 1988).

Bilgin (2003), *S. trutta macrostigma*'nın sıcak dumanlama sonrası yağ oranının yükseldiğini, bu yükselişin  $4 \pm 0.5$  °C'de depolanan balıklarda depolama süresince 28. güne kadar arttığını ve daha sonra tekrar azaldığını belirlemiştir.

Espe vd. (2001), tarafından yapılan çalışmada salmonlarda tuzlama ve soğuk dumanlama işleminin lipit oksidasyonu üzerine etkileri, ayrımlı örneklerle iki farklı sıcaklık ortamında belirlenmiştir. Kullanılan işleme yöntemlerinin toplam yağ içeriği üzerine etkili olduğu saptanmış, genelde tuzçözültisi ile tuzlanmış örneklerin, kuru tuzla tuzlanmış örneklerden daha az yağ içeriğine sahip olduğu tespit edilmiş, bu durum özellikle düşük sıcaklıkta dumanlanmış filetolarda daha net bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Atlantik salmonlarında farklı dumanlama metotlarının lipit oksidasyonu üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışmada, dumanlanmış filetoların kimyasal bileşiminin taze filetoların değerlerini genelde yansıttığı, fakat yağ içeriğinin uygulanan işlemler sırasında azaldığı yüksek sıcaklıklarda dumanlanan filetoların genelde daha fazla yağ içermesine rağmen belirlenen farkların önemsiz olduğu ve yüksek sıcaklıkta dumanlanmış örneklerin toplam yağ içeriğinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Espe vd., 2002).

Günlü (2007), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'ne sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerini uyguladığı çalışmasındada ham yağ içeriğini taze

örneklerde %  $3.74 \pm 0.29$  iken soğuk dumanlanmışlarda %  $4.49 \pm 0.31$ , sıcak dumanlanmış örneklerde ise %  $5.72 \pm 0.29$  olarak belirlemiştir.

Soğuk dumanlanmış *Rutilus frisii kutum* balığında farklı dumanlama süreleri uygulanmış ve soğuk dumanlanmış ürünler 60 gün oda sıcaklığında depolanmıştır. Çalışmada biyokimyasal kompozisyona ve yağ asitleri içeriğine farklı dumanlama sürelerinin etkisi araştırılmıştır. Taze örneklerde yağ içeriği %  $4.56 \pm 0.30$  iken 3 gün dumanlanan örneklerde %  $6.73 \pm 0.03$  olarak bulunmuş, yağ içeriğinin 6 gün dumanlanan örneklerde daha yüksek (%  $8.57 \pm 0.50$ ) olduğu belirlenmiştir (Anvari vd., 2014).

Sarıağz balığının dumanlaması ile ilgili herhangi bir yayına rastlanmamıştır. Ancak bu balıklar üzerine yapılan bir çalışmada yağ içeriği %  $1.06 \pm 0.19$  olarak tespit edilmiştir (Grigorakis vd., 2011).

Sarıağz balığından elde edilen ve % 0,1 oranında duman aroması da ilave edilen sosislerde besin kompozisyon analizleri sonucu tüm ürün gruplarının % 1.3-1.7 aralığında yağ ihtiva ettiği, EPA oranının % 5.5-5.7, DHA oranının % 13.3-14.8 aralığında olduğu % 26 oranlarında doymuş yağ içerdiği, toplam n3/n6 oranının 2.09-2.26 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ribeiro vd., 2013).

Ikutegbe ve Sikoki (2014), Batı Afrika marketlerinde satılan dumanlanarak kurutulan balıklarda mikrobiyolojik ve biyokimyasal bozulmayı araştırmışlardır. Çalışmada *Chrysichthys nigrodigitatus* ve *Pseudotolithus typus* olmak üzere 2 farklı balık seçilmiş ve 27–29 °C’de 4 hafta depolanmışlardır. Haftalık olarak besinsel ve mikrobiyolojik analiz yapılmıştır. Analizler sonucunda 4. haftada yağ içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

#### **2.2.3.4. Ham kül içeriğindeki değişimler**

Dumanlama öncesi su ürünleri isteğe bağlı oranda bir süre tuzlanır. Tuzlama ile balık etinde tuz oranı artarken su oranı azalır. Ayrıca ürüne istenilen sertlik ve lezzet kazandırılır. Böylece tuzun antimikrobiyal etkisi ve balık etinin su

kaybetmesi nedeniyle mikroorganizma faaliyetleri azalmaktadır. Ayrıca oksijen çözünürlüğünün tuzlu ortamda azalması, aerobik bakteri etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Balığın cinsine, yağ oranına, tazeliğine, ortam sıcaklığına ve tuz derişimine bağı olarak dumanlanacak ürüne giren tuz miktarı değışir. Yağı balıkların tuz alma yetenekleri daha azken bayat ve dondurulmuş balıklarda, balık etindeki proteinlerin kısmen bozulması nedeniyle tuz girişı azalmaktadır. Tuzlama derişimi artıkça ete tuz girişı de doğıru orantılı olarak artmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Salama ve Khalafalla (1993), *A. vulgaris'e* uyguladıkları sıcak dumanlama teknolojisi sonucu inorganik madde miktarının %  $1.31 \pm 0.11$ 'den %  $4.70 \pm 0.10$ 'e, tuz içeriğinin de %  $0.10 \pm 0.04$ 'den %  $3.68 \pm 0.05$ 'e yükseldiğini saptamıştır.

Dumanlanmış balıklarda tuz ve inorganik madde (kül) içeriğinin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Bilgin vd. (2001), tarafından yapılan bir çalışmada *C. gariepinus*'ların tuzlanıp sıcak dumanlanması sonucu inorganik madde miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Taze balıktaki inorganik madde miktarı % 1.21 iken dumanlanmış örneklerde bu oran % 3.65'e yükselmiştir.

Gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) ve dağı alabalığı üzerinde yapılan çalışmalarda tuzlama oranına koşut bir şekilde dumanlanmış ürünlerde mineral madde içeriğinin arttığı saptanmıştır (Ünal, 1995; Bilgin, 2003).

Sıcak dumanlama yöntemi uygulandıktan sonra 5-6 °C'de 60 gün depolanan gökkuşığı alabalıklarında tuz içeriğinin depolama süresince önemsiz bir değışim gösterdiği (Gökoğlu ve Varlık, 1992) pişirilmiş örneklerde kül içeriğindeki artışın dumanlanmış örneklerdeki tuz içeriğindeki artışla ilgili olduğu belirlenmiştir (Jittinandana vd., 2002). Benzer şekilde farklı sıcaklıklarda 6.5 saat soğuk dumanlanan *Salmo salar* örneklerinde dumanlama sıcaklığı artışı ile tuz içeriğı arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır (Hultmann vd., 2004).

Hassan (1988), sazan (*C. carpio*) balıklarının 12 saat soğuk dumanlanması sonrasında taze örneklerdeki tuz oranının, % 15'lik derişimle tuzlanan örneklerde %  $10.6 \pm 0.42$ , % 24'lük derişimle tuzlananlarda ise %  $12.3 \pm 0.38$  olarak tespit etmiştir.

Goulas ve Kontominas (2005), dumanlama ve tuzlama işlemleri üründe tuz içeriğini artırmakta, % 5'in üstündeki tuz derişimi mikrobiyal gelişimi engellemekte, tuz artışı dumanlama ile ilişkili su kaybına bağlanmakta ve tuz balık kaslarındaki çoklu doymamış yağların oksidasyonunu artırıcı etki göstermektedir (Çizelge 2.15).

Çizelge 2.15. Tuzlama ve sıcak dumanlama sonrası  $2 \pm 0.5$  °C'de depolanan uskumrunun tuz içeriği (Goulas ve Kontominas, 2005)

| Depolama Süresi<br>(Gün) | Tuzlama sonrası* | Sıcak<br>dumanlanmış*<br>(1. Yöntem) | Sıcak<br>dumanlanmış*<br>(2. Yöntem) |
|--------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 0                        | $0.1 \pm 0.04$   | $0.1 \pm 0.04$                       | $0.1 \pm 0.04$                       |
| 1                        | $3.8 \pm 0.4$    | $6.2 \pm 0.5$                        | $6.4 \pm 0.9$                        |
| 6                        | $3.7 \pm 0.6$    | $6.1 \pm 1.1$                        | $5.6 \pm 0.7$                        |
| 12                       | $3.5 \pm 0.9$    | $5.7 \pm 0.9$                        | $5.4 \pm 0.5$                        |
| 18                       | $3.4 \pm 0.8$    | $5.3 \pm 0.3$                        | $5.5 \pm 0.2$                        |
| 24                       | $3.8 \pm 0.3$    | $5.5 \pm 0.7$                        | $5.9 \pm 0.6$                        |
| 30                       | $3.4 \pm 0.6$    | $5.4 \pm 0.5$                        | $6.2 \pm 0.3$                        |

Günlü (2007), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'ne sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerini uyguladığı çalışmasında ham yağ içeriğini taze örneklerde %  $1.33 \pm 0.06$  iken soğuk dumanlanmışlarda %  $4.48 \pm 0.24$ , sıcak dumanlanmış örneklerde ise %  $3.50 \pm 0.38$  olarak belirlemiştir.

*Rutilus frisii kutum* balığının materyal olarak kullanıldığı bir çalışmada farklı soğuk dumanlama sürelerinin kimyasal bileşime ve kaliteye etkisi araştırılmıştır. Ürünler 60 gün oda sıcaklığında depolanmıştır. Taze örneklerde kül içeriği %  $4.63 \pm 0.37$  iken 3 gün dumanlanan örneklerde %  $32.06 \pm 0.64$  olarak bulunmuş, kül içeriğinin 6 gün dumanlanan örneklerde %  $32.13 \pm 1.19$  olduğu belirlenmiştir. Küldeki bu artışın soğuk dumanlama sonrası su içeriğindeki

azalmaya bağlı kuru maddedeki artıştan kaynaklandığı belirtilmiştir (Anvari vd., 2014).

#### **2.2.3.5. Protein olmayan azot bileşiklerindeki değişimler**

Bragadottir (2001), çalışmasında protein olmayan azotlu bileşiklerle ilgili bazı bilgilere yer vermiştir. Aynı araştırıcının Spinelli (1982)'den bildirdiğine göre, balık kaslarında toplam ağırlığın % 0.5'i ile % 1'i oranında protein olmayan azotlu bileşikler bulunmaktadır. Bu bileşiklerin oranının tre, büyüklüğe, mevsimlere, kas tipine, üreme dönemine, beslenmeye, tazeliğe ve çevresel şartlara göre değiştiği ifade edilmiştir (Huss, 1995; Bragadottir, 2001). Balıklar ve kabuklular diğer gıdalara nazaran yüksek miktarda azotlu bileşikler içerir. Kemikli balıklarda, protein olmayan azot bileşikler toplam azotun % 9-18'ini oluşturmaktadır. Balıklarda bulunan bu bileşikler, amonyak, trimetilamin oksit (TMAO), keratin, serbest aminoasitler, nükleotidler, pürinler gibi uucubazlar ve kıkırdaklı balıklarda bulunan redir (Bragadottir, 2001).

##### **2.2.3.5.1. Trimetilamin (TMA)**

Balıklarda kalite parametrelerinden biri olan TMA, pek çok deniz balığı türünün canlı dokularında doğal olarak bulunan TMAO'in bakteriler tarafından indirgenmesi sonucu bozulmaya başlamış balıklarda bulunan bir bileşiktir. TMAO kokusuz bir bileşik olmasına rağmen, TMA çok küçük değerlerde bile bayat balık ve balıkthane kokusu verir. TMA tek başına balık kokusundan sorumlu değildir. Fakat balık dokusundaki yağlarla tepkimeye girdiği zaman bozulmuş balık kokusundan sorumlu hale gelir (Shahidi ve Durnford, 1998; Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Bu maddenin bozulma bakterilerinin etkinliği sonucu oluştuğu dşnlmekle birlikte, bakteri sayısı ile TMA arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. Bu olağan dışı durumun, her zaman toplam bakteri florasının büyük bir bölümünü temsil etmeyen fakat ürünlerin bozulmasının temel sebebi olan, az miktardaki özel bozulma bakterilerinin ortamda bulunmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu bileşiğin ringa balığının kalitesinin belirlenmesinde iyi bir gösterge olmamasına rağmen pek çok

demersal deniz balığının kalitesinin ölçülmesinde oldukça etkili olduğu, soğutulmuş balık kaslarında hızla birikmesi ve duyuşal değışikliklere neden olduğundan buzda depolanan balıkların kalitesinin belirlenmesinde oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. Balık kalitesinin belirlenmesinde TMA analizi kullanımının avantajları; ürünün bakteri yükünün belirlenmesine gerek kalmadan bozulmanın derecesinin doğru ve hızlı bir şekilde tespit edilebilmesidir. Dezavantajı ise, bozulmanın erken evrelerinde bozulma derecesini tam olarak tanımlayamaması ve bazı balık türleri için güvenilir sonuçlar vermemesidir (Huss, 1995).

Cardinal vd. (2004), Soğuk dumanlanmış ve +4 °C'de depolanmış atlantik salmonlarında TMA-N içeriğı en düşük 0, en yüksek 19 ve ortalama 4.7 mg/100 g olarak bulunmuş, belirlenen büyük farklılığın örneklerin değışik merkezlerden temin edilmesi ve örneklerin bozulmanın farklı aşamalarında bulunmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Leroi vd. (1998), soğuk dumanlanmış salmonların 8 °C'de depolanması sonucunda TMA içeriğinin depolama başlangıcındaki 3.5 mg/100g değerinden 35. günde 16.8 mg/100g'a yükseldiğini bildirmiştir.

Dondero vd. (2004), tarafından soğuk dumanlandıktan sonra vakumda paketlenmiş salmonların TMA-N içeriğinin 2.9-3.5 mg/100g arasında olduğunu, 0 °C'de depolanmış salmonların raf ömrünün 26 gün (10.2 mg/100g), 2 °C de depolanmış örneklerin 21 gün (7.3 mg/100g), 4 °C'de depolanmış örneklerin 20 gün (7.5 mg/100g), 6 °C'de depolanmış örneklerin 10 gün (7.4 mg/100g) ve 8 °C'de depolanmış örneklerin 7 gün (7.7 mg/100g) olduğu tespit edilmiştir.

Deniz levreğine sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerini uygulandığı diğer çalışmada TMA-N değeri taze örneklerde  $0.46 \pm 0.04$  mgN/100g iken sıcak dumanlanmış örneklerde ise  $1.23 \pm 0.02$  mgN/100g olarak tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolama sonucunda bu değerin sıcak dumanlanmış levrek balıklarında 50 günde  $5.99 \pm 1.27$  mgN/100g'a çıktığı saptanmıştır (Günlü, 2007).

#### 2.2.3.5.2. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N)

Su ürünlerinin tazelik belirlenmelerinde çok fazla kullanılan kimyasal parametrelerden biri olan TVB-N, depolama sırasında bozulmanın ilerlemesi nedeniyle sürekli artma eğilimindedir (Gökoğlu ve Varlık, 1992; Bilgin, 2003). Bu değerin kabul edilebilir limit değerleri balık türlerine göre değişmekte, yeni yakalanmış balıklarda 5-20 mg/100g arasında bulunmaktadır. Çeşitli araştırmacılara göre buzda depolanmış soğuk su balıkları için bu değerin 20-35 mg/100 g olarak değiştiği bildirilmektedir (Connell, 1995; Kim vd., 2002; Goulas ve Kontominas, 2005).

Gökkuşığı alabalıklarına sıcak dumanlama teknolojisinin uygulandığı bir çalışmada balıklar buzdolabı koşullarında depolanmıştır. Taze balıktaki 17 mg/100g olan TVB-N değerinin depolamanın 60. Gününde 62 mg/100g'a ulaştığı bildirilmiştir (Gökoğlu ve Varlık, 1992). Kaya (1994), sıcak dumanlanan gökkuşığı alabalığı, som balığı, palamut ve tirsi balıklarının TVB-N değerlerinin depolama süresince düzenli olarak arttığını ve bu olaya koşut bir şekilde ürünlerde nitelik yitiminin başladığını tespit etmiştir.

Gökkuşığı alabalıklarına farklı tuz oranları uygulanarak sıcak dumanlamanın yapıldığı bir çalışmada, % 6'lık tuzlamadan sonra sıcak dumanlama teknolojisi uygulanan ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde başlangıçta 33,8 mg/100g olan TVB-N değerinin depolama sonunda (87.gün) 35 mg/100g'a, % 22'lik tuzlama uyguladıktan sonra sıcak dumanlama teknolojisi kullanılarak depolanan balıklarda ise depolama sonunda (87. gün) 39.2 mg/100g'a ulaştığı saptanmıştır. Bu çalışmada dumanlanmış balığın TVB-N içeriğinin; hammadde kalitesi, salamura derişimi, dumanlama teknolojisi, elde edilen ürünün paketlenme şekli ve depolama koşullarına göre de değişebileceği vurgulanmıştır (Ünal, 1995).

Sıcak dumanlama işlemi uygulanarak +4 °C de 51 gün süreyle depolamaya alınan *S. trutta macrostigma*'larda TVB-N değerinin başlangıçta 13.968±1.936

mg/100g iken 51. Günde  $34.378 \pm 0.541$  mg/100g'a yükseldiği belirtilmektedir (Bilgin, 2003).

Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'ne sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerini uygulandığı bir çalışmada TVB-N değeri taze örneklerde  $15.48 \pm 0.51$  mg N/100g iken sıcak dumanlanmış örneklerde ise  $19.67 \pm 1.93$  mgN/100g olarak tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolama sonucunda bu değerin sıcak dumanlanmış levrek balıklarında 50 günde  $38.54 \pm 0.48$  mgN/100g'a çıktığı saptanmıştır (Günlü, 2007).

*Rutilus frisii kutum* türünün soğuk dumanlanması ve oda sıcaklığında depolanması sırasındaki kalite ve besin değişimlerinin tespitine yönelik bir yapılan araştırmada TVB-N değerinin taze örneklerde  $8.86 \pm 0.40$  mg/100g iken 3 gün boyunca soğuk dumanlanan balıklarda  $18.06 \pm 0.14$  mg/100g, 6 gün süreyle dumanlananlarda  $13.20 \pm 0.69$  mg/100g olarak tespit edilmiştir. 60 günlük depolama sonunda bu değerin artış gösterdiği, 3 gün dumanlama uygulananlarda  $36.06 \pm 1.40$  mg/100g, 6 gün dumanlananlarda  $14.23 \pm 0.25$  mg/100g olduğu belirlenmiştir (Anvari vd., 2014).

#### **2.2.3.5.3. Serbest amino asit içeriği**

Serbest aminoasit deyimi, proteinleri veya kas peptitlerini oluşturmayan, esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitlerin hepsini kapsamaktadır. Balık kaslarındaki serbest aminoasitler genellikle kas protein aminoasitlerine benzemektedir (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001).

Kemikli balıklarda protein olmayan azotlu bileşiklerin temel bileşenini serbest aminositler (prolin, arginin, glisin, alanin, histidin, glutamik asit ve taurin)ve keratin oluşturur. Bu bileşikler tat ve lezzetten doğrudan sorumlu olmasının yanında aromatik bileşiklerin metabolizmasıyla da ilişkili olduğu bilinmektedir. Soğutulmuş balıkların depolanması sırasında serbest amino asitlerdeki değişim ilk olarak kaslarda otolize, daha sonra da mikroorganizmaların gelişmesine neden olmaktadır. Balıklar soğutularak depolandıkları zaman serbest

aminoasitler mikroorganizma gelişmesi için mevcut bir substrat olarak kullanılmakta, bu da balıklardaki kalite değişimleri için yol gösterici olmaktadır. Bundan dolayı balık kaslarında serbest aminoasitlerin üretimi ve yıkımı arasında kas enzimleriyle ilişkin dinamik bir denge bulunmaktadır (Günlü, 2007).

Lung ve Nielsen (2001), depolama sonrası soğuk dumanlanmış salmon (*Salmo salar*) balıklarının serbest amino asit içeriğindeki değişimleri incelemişler ve serbet amino asitlerin bütün örneklerde baskın olduğu ve en yüksek değeri histidin amino asitine ait olduğunu belirlemişlerdir. Depolama ve dumanlama sonrası salmonların serbest amino asit içeriklerinde önemli bir değişimin olmadığı, ancak 21 gün depolanıp soğuk dumanlanmış örneklerde histidin içeriğinde önemli düzeyde azalmanın meydana geldiği, bunun histamin düzenlenmesinden kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir.

#### **2.2.3.6. Tiyobarbiturik asit (TBA)**

Su ürünlerindeki bozulmanın en önem sebeplerinden birisi de yağın, özellikle de çoklu doymamış yağ asitlerini etkileyen yağların oksidasyonudur. Yağların otooksidatif bozulması ürünlerde renk, aroma, tat, tekstür ve besinsel değer gibi gıda kalitesindeki değişimler olarak ortaya çıkmaktadır (Fernandez vd., 1997). Balık etlerindeki oksidasyon düzeyi türe, yağ içeriğine, diğer kimyasal özelliklere, uygulanan işleme teknolojisine ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Balığın depolama süresini etkileyen faktörlerden biri de yağların hidrolizi ve oksidasyonu sonucu bozulmalarıdır. Yağlardaki acılaşmayı gösteren parametrelerden birinin TBA olduğu ve lipit oksidasyonu derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Bligh vd., 1988; Ünal, 1995).

Kaya (1994), sıcak dumanlama yapılarak depolanan (4 °C) gökkuşağı alabalığı, palamut, som balığı ve tirsi balıklarının TBA değerinin depolama süresince düzenli olarak yükseldiğini, Diler vd. (2002), 43 gün depolanan (4±1 °C) eğrez balıklarının da TBA değerinin tuzlama işlemi ile birlikte arttığını, dumanlama

sonrası artışın önemli olmadığını ve bu değerin düzensiz bir şekilde değiştiğini bildirmiştir. Benzer şekilde sıcak dumanlanarak depolanan (4 °C'de 28 gün) *Salmo trutta magro stigma*'da TBA değerinin depolama süresince düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir (Bilgin, 2003).

Günlü (2007), deniz levreğine sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerini uyguladığı çalışmasında TBA değerini taze örneklerde  $0.36 \pm 0.10$  mgMDA/kg iken sıcak dumanlanmış örneklerde ise  $0.71 \pm 0.05$  mgMDA/kg olarak tespit etmiştir. Buzdolabı koşullarında depolama sonucunda bu değerin sıcak dumanlanmış levrek balıklarında 50 günde  $1.09 \pm 0.06$ 'ya çıktığı saptanmıştır.

Farklı tuz derişimi bulunduran ortamlarda bekletildikten sonra sıcak dumanlanan tilapialarda TBA değerinin bütün deneme kümelerinde depolamaya (4 °C) bağlı olarak düzenli bir şekilde arttığı, artışın tuz derişimi ile doğru orantılı olduğu görülmüştür (Yanar vd., 2006).

Kaya (1994), balık dumanlama teknolojisinde çeşitli faktörlerin kalite ve dayanma sürelerine etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmada sıcak dumanlanarak 4 °C'de depolanan gökkuşağı alabalığı, palamut, som balığı ve tirsi balıklarının TBA değerinin depolama süresince düzenli olarak artmıştır.

#### **2.2.3.7. pH**

Su ürünlerinde kalite belirlemede yapılan analizlerden biri pH analizidir. pH balıklarda bozulma ve parçalanmanın belirlenmesinde önemli bir faktör olduğu bildirilmektedir. Taze balıklarda 7 civarında olan bu değerin ölüm sonrasında oluşan laktik asit nedeniyle 5.6-5.7 sınırlarına gerileyeceği, dokuda bozulma ve parçalanmanın başlamasıyla 7.0-8.0 düzeyine çıkabileceği, depolama süresine bağlı olarak artabileceği ifade edilmektedir. Tüketilebilirlik sınır değerinin 6.8-7.0 arasında olduğu belirtilmiştir (Varlık vd., 1993).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), gökkuşağı alabalığı ile yaptıkları bir çalışmada, soğuk dumanlanmış örneklerde pH değerinin raf ömrünün sonuna doğru

önemli bir azalış gösterdiğini, sıcak dumanlanmış örneklerde de düzensiz değişimlerin olduğunu tespit etmişlerdir (Çizelge 2.16).

Çizelge 2.16. Soğuk ve sıcak tütsülemenin ardından  $4\pm1$  °C'da depolanmış alabalıkların pH içeriği üzerine etkisi (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998)

| Günler | Soğuk dumanlanmış | Sıcak dumanlanmış |
|--------|-------------------|-------------------|
| K      | 6.12              | 6.12              |
| 0      | 6.45              | 6.42              |
| 4      | 6.08              | 6.56              |
| 8      | 6.03              | 6.44              |
| 12     | 6.08              | 6.59              |
| 16     | 6.00              | 6.49              |
| 20     | -                 | 6.36              |
| 24     | -                 | 6.46              |
| 28     | -                 | 6.25              |
| 32     | -                 | 6.49              |
| 36     | -                 | 6.56              |
| 40     | -                 | 6.52              |
| 44     | -                 | 6.35              |
| 48     | -                 | 6.47              |

Farklı tuz derişimleri kullanarak yapılan sıcak dumanlama işleminde Gökkuşığı alabalığı (*O.mykiss*) kullanılmış, depolama sırasında pH değerinin 6.05-6.26 arasında değiştiği (Ünal, 1995), eğrez balığında (*V. vimba tenella*) yapılan sıcak dumanlama sonrası pH değerinde önemli olmayan artışların belirlendiği, depolamaya bağlı olarak düzensiz değişimlerin ortaya çıktığı (Diler vd., 2002), *S.trutta macrostigma*'nın sıcak dumanlama sonrası depolama sırasında ( $4\pm0.5$  °C'de 51 gün) pH değeri 6.61 iken 6.29'a düştüğü saptanmıştır ve Çizelge 2.17'de gösterilmiştir (Bilgin, 2003).

Çizelge 2.17. Sıcak dumanlanmış Eğrez (*V. vimba tenella*) ve *S. trutta macrostigma*'nın depolama süresince pH değerindeki değişimi

| Diler vd.,(2002) |                 | Bilgin, (2003) |                  |
|------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Gün              | pH              | Gün            | pH               |
| K                | 7.00 $\pm$ 0.07 | K              | 6.605 $\pm$ 0.01 |
| 1                | 7.11 $\pm$ 0.10 | 1              | 6.425 $\pm$ 0.01 |
| 7                | 6.72 $\pm$ 0.08 | 7              | 6.500 $\pm$ 0.01 |
| 14               | 6.75 $\pm$ 0.08 | 14             | 6.495 $\pm$ 0.01 |
| 21               | 7.06 $\pm$ 0.05 | 21             | 6.460 $\pm$ 0.01 |
| 28               | 7.16 $\pm$ 0.09 | 28             | 6.510 $\pm$ 0.01 |
| 43               | 7.23 $\pm$ 0.06 | 36             | 6.500 $\pm$ 0.10 |
|                  |                 | 51             | 6.290 $\pm$ 0.01 |

Uskumru (*Scomber japonicus*) balığına sıcak dumanlama işleminin uygulandığı çalışmada pH içeriği dumanlama işlemi sonucunda taze örneklerle göre azalmış, 2°C'deki depolama sonucunda görülen değişimlerin ise önemsiz olduğu bildirilmiştir. Taze ve dumanlama öncesi tuzlanmış örneklerde depolamaya bağlı olarak pH içeriğinde önemli artışlar belirlenmiş bu artışlara bozulma bakterileri tarafından üretilen amonyak ve TMA gibi uçucu bazik bileşiklerin neden olduğu vurgulanmıştır ve Çizelge 2.18'de gösterilmiştir (Goulas ve Kontominas, 2005).

Günlü (2007), deniz levreğine sıcak ve soğuk dumanlama yöntemlerini uyguladığı çalışmasında da pH değerini taze örneklerde  $6.55 \pm 0.12$  iken sıcak dumanlanmış örneklerde ise  $6.32 \pm 0.06$  olarak tespit etmiştir. Buzdolabı koşullarında depolama sonucunda bu değer sıcak dumanlanmış levrek balıklarında azaldığını ve 50 günde  $5.92 \pm 0.05$ 'e düştüğü saptanmıştır.

Çizelge 2.18. Taze, tuzlanmış ve iki farklı yöntemle sıcak dumanlanmış uskumrunun 2°C'de depolama sonrası pH değeri (Goulas ve Kontominas, 2005)

| Depolama süresi (gün) | Taze*             | Tuzlama sonrası*  | Sıcak dumanlanmış* (1. Yöntem) | Sıcak dumanlanmış* (2. Yöntem) |
|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| K                     | $6.12 \pm 0.09^a$ | $6.12 \pm 0.09^a$ | $6.12 \pm 0.09^a$              | $6.12 \pm 0.09^a$              |
| 1                     | $6.33 \pm 0.05^c$ | $6.17 \pm 0.10^b$ | $6.00 \pm 0.06^a$              | $5.93 \pm 0.08^a$              |
| 6                     | $6.36 \pm 0.09^c$ | $6.19 \pm 0.04^b$ | $5.95 \pm 0.10^a$              | $6.00 \pm 0.04^a$              |
| 12                    | $6.44 \pm 0.06$   | $6.38 \pm 0.12^b$ | $6.01 \pm 0.03^a$              | $6.05 \pm 0.11^a$              |
| 18                    | $6.53 \pm 0.05$   | $6.40 \pm 0.04^b$ | $6.04 \pm 0.12^a$              | $6.02 \pm 0.09^a$              |
| 24                    | $6.67 \pm 0.06^c$ | $6.42 \pm 0.15^b$ | $6.03 \pm 0.05^a$              | $6.03 \pm 0.07^a$              |
| 30                    | $6.78 \pm 0.07^c$ | $6.57 \pm 0.10^b$ | $6.10 \pm 0.11^a$              | $6.08 \pm 0.13^a$              |

\* Aynı satırda farklı harflerle gösterilendeğerler arasında ki değişim önemlidir ( $P < 0, 5$ )

*Rutilus frisii kutum* türünün soğuk dumanlanması ve oda sıcaklığında depolanması sırasındaki kalite ve besin değişimlerinin tespitine yönelik bir çalışmada pH değerinin taze örneklerde  $6.34 \pm 0.08$  iken 60 günlük depolama sonunda azaldığı, 3 gün dumanlama uygulananlarda  $5.86 \pm 0.40$  ve 6 gün dumanlananlarda  $5.44 \pm 0.30$  olduğu belirlenmiştir (Anvari vd., 2014).

### 2.2.3.8. Duyusal değişimler

Altuğ ve Elmacı (2005), duyusal değerlendirmeyi, gıdaların çeşitli karakteristiklerini görme, koklama, tatma dokunma veya işitme duyularının tepkilerini oluşturan, ölçen, analizleyen ve yorumlayan bir disiplin olarak tanımlamakta, su ürünlerinin kalitelerinin belirlenmesinde yoğun olarak kullanıldığını belirtmektedirler.

Sıcak dumanlanmış çipura (*Sparus aurata* L.) balığında tüketici beğenisinin belirlenmesi için tuzluluk, keskin duman aroması ve tekstür için 7 noktalı, lezzet için 5 noktalı ve renk için de 3 noktalı değerlendirme skalası kullanılarak yapılan duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, panelistler tarafından dumanlanmış çipuraya iyi puanlar verilmiş ve ürünün beğeniyle tüketilebileceği bildirilmiş olup Çizelge 2.19'da gösterilmiştir (Vasiliadou vd., 2005).

Soğuk ve sıcak dumanlanarak +4°C'de depolanan gökkuşuğı alabalık (*Salmo gairdneri*)'ları 9 puan üzerinden değerlendirilmiş ve sıcak dumanlanmış örnekler, soğuk dumanlanmışlara göre daha yüksek puanlar almış, soğuk dumanlanmışların 16., sıcak dumanlanmışlarda 44. günde tüketilebilirliklerini kaybettiği bulunmuştur (Kolsacı ve Özkaya, 1998).

Çizelge 2.19. Dumanlanmış çipuranın duyusal değerlendirme sonuçları (Vasiliadou vd., 2005)

|                    | <b>Tuzluluk</b> | <b>Kuvvetli duman aroması</b> | <b>Tekstür</b> | <b>Lezzet</b> | <b>Renk</b> |
|--------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------------|-------------|
| Dumanlanmış çipura | 4.025±0.09      | 3.994±0.09                    | 4.000±0.10     | 4.500±0,12    | 1.969±0.05  |

### 2.2.3.9. Mikrobiyolojik değişimler

Dumanlama işlemi uygulanacak balığın başlangıçtaki mikroorganizma yükü elde edilecek son üründe oldukça önemlidir. Dumanlama teknolojisinde özellikle de sıcak dumanlamada hammaddenin sahip olduğu mikroorganizmaların bir kısmı

uygulanan ön işlemlere (temizleme ve tuzlama) sıcaklığın ve dumanın bakterisid etkisi ile azaltılabilse de tamamen yok edilmez.

Diler vd. (2002), sıcak dumanlama işleminin eğrez balığı (*V.vimba tenalla*)'nın kalitesine etkilerine belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada elde edilen ürün  $\pm 4$  °C'de 43 gün süreyle depolanmıştır. Toplam mezofilik aerobik (TMA), toplam psikrofik aerobik (TPA), koliform grubu ve maya-küf miktarında 43. günde artış saptanmıştır. TMA'da 1. gündeki  $4.77 \pm 0.01$  log<sub>10</sub>kob/g'dan  $8.05 \pm 0.02$  kob/g'a, TPA'da ise sırasıyla  $4.51 \pm 0.01$  log<sub>10</sub>kob/g'dan  $8.33 \pm 0.02$  log<sub>10</sub> kob/g'a, koliform grubunda ise sırasıyla  $1.10 \pm 0.60$  log<sub>10</sub> kob/g'dan  $7.63 \pm 0.03$ 'a, maya-küfte ise  $2.05 \pm 0.06$  log<sub>10</sub>kob/g'dan  $6.82 \pm 0.03$  log<sub>10</sub>kob/g'a yükseldiği bildirilmiştir (Çizelge 2.20).

Çizelge 2.20. Dumanlanmış eğrez balıkları (*V.vimba tenalla*)'nın depolama süresinde mikrobiyolojik analiz bulguları (Diler vd., 2002)

| Gün | TMA<br>* $\pm$ SH | TPA<br>* $\pm$ SH | Koliform<br>* $\pm$ SH | Maya-Küf* $\pm$ SH |
|-----|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| 1   | $4.77 \pm 0.03$   | $4.51 \pm 0.01$   | $1.10 \pm 0.60$        | $2.05 \pm 0.06$    |
| 7   | $7.39 \pm 0.02$   | $7.40 \pm 0.04$   | $5.47 \pm 0.01$        | $4.15 \pm 0.03$    |
| 14  | $6.95 \pm 0.01$   | $5.71 \pm 0.06$   | $4.63 \pm 0.0$         | $3.86 \pm 0.04$    |
| 21  | $8.01 \pm 0.06$   | $7.36 \pm 0.06$   | $7.08 \pm 0.07$        | $6.67 \pm 0.04$    |
| 18  | $7.81 \pm 0.03$   | $6.97 \pm 0.29$   | $6.09 \pm 0.40$        | $4.81 \pm 0.02$    |
| 43  | $8.05 \pm 0.03$   | $8.33 \pm 0.02$   | $7.65 \pm 0.03$        | $6.82 \pm 0.03$    |

Ünal (1995), gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nı sıcak dumanlayarak 3 ve -3 °C'de depolayarak muhafaza altına almıştır. Taze örneklerde toplam mikroorganizma sayısı % 6'lık oranda tuzlananlarda  $2.07 \times 10^5$ , % 21'lik tuzlananlarda  $1,13 \times 10^6$  adet/g bulunmuştur. Depolama koşulları dikkate alındığında buzdolabında depolanan balıklarda sıcaklık dalgalanmalarına bağlı olarak mikroorganizma sayısı önemli derecede değişim gösterirken, derin dondurucuda depolanan örneklerde gittikçe düşen değerler sergilediği belirlenmiştir. % 6'lık tuz derişimi ile tuzlanarak derin dondurucuda depolanan örneklerde başlangıçta toplam mikroorganizma sayısı  $2.1 \times 10^4$  adet/g iken % 21'lik tuz derişimi ile tuzlananlarda  $89.2 \times 10^4$  adet/g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 7. ayında bu değerlerin sırasıyla  $3.1 \times 10^2$  ve  $1.1 \times 10^2$  adet/g düzeyine indiği belirlenmiştir.

Koliform ilk grupta 40 adet/g iken ikinci grupta değerlendirilen örneklerin genelinde 11 adet/g'dan daha az rastlanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, 04.03.2012 tarihinde İzmir ili Gerende Körfezin’de bulunan Kuzey Su Ürünleri deniz balığı üretim tesisinden temin edilen ortalama  $35.754 \pm 1.739$  cm boy ve  $382.134 \pm 55.927$  g ağırlığındaki 51 adet sariağız (*Argyrosomus regius*) balığı kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Sariağız balığı (Granyöz)

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Örneklerin hazırlanması

Ağ kafeslerden hasat edilen balıklar buzla soğutulmuş su bulunan tanklara daldırılarak hızla öldürülmüştür. Hasat sonrası balıklar özel strafor kutular içerisine yerleştirilmiş, üzerlerine buzla doldurulmuş plastik torba yerleştirilerek ve strafor kutunun kapağı düzgünce kapatılarak bekletilmeden S.D.Ü Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Gıda Laboratuvarına getirilmiştir.

##### 3.2.1.1. Örneklerin ağırlık ve boy ölçümünün yapılması

Laboratuvara getirilen örnekler buz ile soğutulmuş su ile iyice yıkandıktan sonra balıkların her biri 0.001 g duyarlı hassas terazide (Shimadzu BX420H, Japonya) tartılmış ve boy ölçüm tahtası ile boyları ölçülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Tartımı ve boy ölçümü yapılmış sariağz balıkları

### 3.2.1.2. İç organ temizliği ve fileto çıkarma

Örneklerin iç organları dikkatlice çıkarılmış ve pulları temizlenmiştir (Şekil 3.3). Dumanlama işlemi için kullanılacak 40 adet balık ayrılmıştır. 11 adet balığın derisiz yaprak filetoları çıkarılmıştır (Şekil 3.4), (11 balıkta=22 adet yaprak fileto). Deneme grupları taze (T) ve sıcak dumanlanmış (SD) (Şekil 3.5) rneklerden oluşturulmuştur.



Şekil 3.3. Pulları temizlenen sarıağız balığı



Şekil 3.4. Yaprak filetosu çıkarılmış ve vakum paketlenmiş taze sarıağız balığı

#### **3.2.1.3. Sıcak dumanlama öncesi tuzlama**

Sıcak dumanlama işlemine tabi tutulacak 40 adet sarıağız balığı; 1/1 oranında (balık/salamura); minimum % 99.8 NaCl içeren yemeklik tuz ile hazırlanmış % 20'lik tuz çözeltisine (8-10 °C) yerleştirilip, 90 dakikalık tuzlama işleminden sonra salamuradan çıkarılmış ve soğutulmuş su ile yüzeydeki tuz görüntüsünün giderilmesi için yıkanmıştır.

#### **3.2.2. Sıcak dumanlama işlemi (SD)**

Sıcak dumanlama işleminde Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999), tarafından bildirilen metot modifiye edilerek kullanılmış, elektrostatik bir dumanlama dolabında ve dolap içerisindeki haznede kendi kendine yanma yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Tuzlanmış balıklar (% 20'lik NaCl'de 90 dakika) şişlere geçirilerek dumanlama kabinine yerleştirilmiş, balıkların fazla suyunun süzülmesi için 15 dakika oda sıcaklığında tutularak dumanlama işlemine

geçilmiştir. Dumanlama işeminde meşe talaşı kullanılmış, sıcaklık Çizelge 3.1’de verilen sürelerde kademeli olarak artırılmıştır.

Çizelge 3.1. Tuzlanmış balıklara uygulanan sıcaklık ve süreler

| Süre (dakika) | Sıcaklık (°C) |
|---------------|---------------|
| 15            | 30            |
| 30            | 50            |
| 30            | 60            |
| 30            | 70            |
| 45            | 80            |
| Toplam        | 180           |

Sıcak dumanlama yapılan balıklar dumanlama dolabından çıkarılmadan önce baliketi sıcaklığının oda sıcaklığı ile dengelenmesi amacıyla bir gece dumanlama dolabında bekletilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Dumanlama kabinindeki sariağız balıkları

### 3.2.3. Paketleme

Dumanlanmış örnekler oda sıcaklığına geldikten sonra derisiz filetoları çıkarılmıştır. Taze ve dumanlanmış derisiz filetolar vakum poşetlerine yerleştirilmiş ve vakum cihazı (Abant Makine Sanayi, Adapazarı, Türkiye) kullanılarak vakumda paketlenmişlerdir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Dumanlanmış, filetosu çıkarılmış sarıağız balığı

### 3.2.4. Depolama

Vakumda paketlenmiş olan örnekler soğutma derecesi +4 °C'ye ayarlanmış buzdolabına (Ariston ETDF 335X, Türkiye) yerleştirilmiş ve raf ömürleri sona erinceye kadar depolanmışlardır. Buzdolabındaki sıcaklık sapmalarının belirlenmesi için depolama süresi boyunca her gün iki defa termometre kullanılarak sıcaklık ölçümü gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.5. Duyusal ve kimyasal analizler**

Taze sariağız balıklarında, 0, 3, 5, 7 ve 9. günlerde örnekler alınarak kimyasal kompozisyon, raf ömrü analizleri, yağ asidi analizleri yapılmıştır. Sıcak dumanlanmış sariağız balıklarında, 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 ve 56. günlerde örnekler alınarak kimyasal kompozisyon, raf ömrü analizleri, yağ asidi analizleri ve duyusal analizler yapılmıştır. Bütün analizler de kullanılacak materyal, balık filetosunun çeşitli bölgelerinden alınmıştır. Her gruptaki kimyasal kompozisyon, raf ömrü analizleri, yağ asidi analizleri ve duyusal analizler 2 farklı filetodan, iki tekerrürlü olarak aynı gün içerisinde analizlere alınarak yapılmış, analizleri yapılana kadar -80 °C'de depolanmış (Operon, Kore) ve her örnekten iki paralelli olarak analizler yapılmıştır.

#### **3.2.5.1. Duyusal değerlendirme**

Dumanlanmış sariağız balıkları görünüş, tat, sertlik, tuz, koku, tekstür ve renk bakımından panelistlerden (10 kişi) 1 ile 10 arasında kötüden iyiye doğru bir değerlendirme yapmaları istenmiştir (Çizelge 3.2). Duyusal analiz sonrası 3'ün altında puan alan örnekler bozulmuş olarak değerlendirilmiştir (Altuğ ve Elmacı, 2005).

Duyusal deney örnekleri değerlendirmeden önce buzdolabından çıkarılarak, 20 gramlık parçalar halinde kesilmiş, sıcak dumanlanmış örnekler oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra duyusal değerlendirmeleri yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Dumanlanmış sarıağız balığını değerlendirmede kullanılan puanlama çizelgesi (Altuğ ve Elmacı, 2005)

| Puan | Renk-Görünüm-Tat- Koku-<br>Tekstür |
|------|------------------------------------|
| 10   | Fevkelade                          |
| 9    | Mükemmel                           |
| 8    | Çok İyi                            |
| 7    | İyi                                |
| 6    | Oldukça İyi                        |
| 5    | Orta                               |
| 4    | Ortanın Biraz Altı                 |
| 3    | Sınırdı                            |
| 2    | Kötü                               |
| 1    | Çok Kötü                           |
| 0    | Tüketilemez                        |

### 3.2.5.2. pH tayini

Balık etleri 1/10 (w/v) oranında sulandırılarak blenderda (Waring Blender, USA) 30 sn homojenize edildikten sonra pH metre (Hanna HI 221, Romania) ile pH değerleri ölçülmüştür. Ölçüm öncesi cihazın kalibrasyonu uygun tampon çözeltilerle (pH 4 ve pH 7) yapılmıştır (Varlık vd., 2007).

### 3.2.5.3. Tiyobarbiturik asit (TBA) tayini

TBA anlizleri Erkan ve Özden (2007)'ın Weilmeier ve Regenstein (2004) ve Khan vd., (2006)'den bildirdikleri metoda göre yapılmıştır. Daha önceden homojenize edilmiş balık örneğinden 1.9-2.0 g (0.01g hassasiyetindeki terazi ile) balık eti tartılarak 50 ml'lik santrifüj tüplerine konulmuştur. Üzerine, etanolde 1 g/l olacak şekilde hazırlanan BHT (Bütüllennmiş hidroksi toluen )çözeltilisinden 100 µl ve 50 g/l olacak şekilde hazırlanan TCA (Trikloro asetik asit) çözeltilisinden 25 ml ilave edildikten sonra Ultra-Turrax ile orta devirde karıştırılarak parçalanmıştır. Elde edilen karışım Whatman No:1 filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 2ml alınarak 20ml'lik tüpe aktarılmış ve üzerine 2ml yeni hazırlanmış TBA reaktifi eklenerek ağzı sıkıca kapatılmıştır.

Standart Hazırlanması: 50 µl TEP (Tetra etoksi propan) maddesi 50 ml 0.1 N HCl ile tamamlanmış, 100 °C'de 10 dakika süre ile ısıtılmıştır. Bu işlem sonunda

elde edilen hidroliz asetalin 2.4 ml'si 100ml saf su ile işaretime kadar tamamlanmıştır. Elde edilen bu stok standartta 0.1 µM MDA (Malonaldehit)vardır. Buradan sıra ile aşağıdaki standartlar hazırlanmıştır.

Standart 1: Stok standarttan 1 ml alınarak 50ml saf su ile işaretime kadar tamamlanmıştır. Bu standartta 0.002 µM MDA vardır.

Standart 2: Stok standarttan 3ml alınarak 5 ml saf su ile işaretime kadar tamamlanmıştır. Elde edilen bu standartta 0.006 mM MDA vardır.

Standart 3: Stok standarttan 5 ml alınarak 50 ml saf su ile işaretime kadar tamamlanmıştır. Elde edilen bu standartta 0.01 mM MDA vardır.

Standart 4: Stok standarttan 7 ml alınarak 50 ml saf su ile işaretime kadar tamamlanmıştır. Elde edilen bu standartta 0.014 mM MDA vardır.

Hazırlanan bu standartlardan 5 ml (veya 2 ml, örnekten alınan miktar kadar) alınarak üzerine aynı miktarda TBA solüsyonu eklendikten sonra tüpler 70-80 °C'de 30 dakika su banyosunda tutulmuştur. Tüpler soğutulduktan sonra 532 nm'de spektrofotometrede köre karşı okuma yapılmıştır. Spektrofotometrede okunan örnek sonuçları standartların regresyon eğrisi denklemi üzerinden hesaplanarak TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) (µg MDA/ml) konsantrasyonu bulunarak aşağıdaki formülde yerine konulmuştur. Örneğimizdeki sonuç tam olarak seyreltme oranına ve ağırlığına bağlı olarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\text{TBARS } (\mu\text{g MDA/g}) = \text{MDA } (\mu\text{g MDA/ml}) \times 25 \text{ ml} / \text{Örnek Ağırlığı (g)}$$

#### **3.2.5.4. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini**

TVB-N analizi Nicholas (1992), tarafından ifade edildiği şekliyle Botta vd. (1984)'ne göre yapılmıştır. Analiz için vakum poşetlerinden çıkarılan sarıağz balıkları mikserde kıyma haline getirilmiştir. 25 g balık eti tartılarak mikser kabına alınmış ve üzerine 50 ml % 7.5'lik TCA (trikolaeoasetik asit) ilave edilmiş ve mikserde 30 saniye karıştırılarak homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım santrifüj tüpüne aktararak, dijital ayarlı Sigma 2-16 K marka soğutmalı santrifüjle 4000 r.p.m de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlem sonunda

santrifüj tüplerinde, altta balık eti ve üstünde TCA'lı sıvı kısım olarak iki ayrı faz oluşmuştur. Oluşan sıvı faz 100 ml'lik cam şişelere alınarak analiz yapılncaya kadar  $4 \pm 1$  °C soğukluğa sahip buzdolabına konmuştur. Analiz için bu şişelerden otomatik pipet ile 15 ml alınarak bir mezüre konmuş ve üzerine 4 ml % 10'luk NaOH ilave edilerek distilasyon ünitesine aktarılmıştır. Üzerine 10 ml distile su ilave edilmiştir. İçerisinde destilatın toplanacağı bir erlen içerisinde 15 ml % 4'lük Borik asit ve üzerine sekiz damla indikatör (iki kısım % 0.2 alkol metil kırmızısı : bir kısım % 0.2 alkol metilen mavisi) konulmuştur. Distilasyon işlemi ile oluşan 50 ml distilat alınarak, 0.25 N HCl ile renk dönüşümüne kadar titrasyona tabi tutulmuştur. HCl sarfiyat miktarı kaydedilerek,

$$[(\text{Titrasyondaki HCl sarfiyatı ml} \times \text{HCl'nin normalitesi} \times 14.007(\text{Azotun Kütlesi No}) \times (67.5 \text{ mL} / 15 \text{ mL})) \times (100 \text{ g} / 25 \text{ g})]$$
formülü ile TVB-N değeri hesaplanmıştır.

#### **3.2.5.5. Trimetilamin azotu (TMA-N) tayini**

TMA Aoac (2000), ve Varlık vd. (2007), metotlarından faydalanılarak yapılmıştır. Deneyin başlangıcında standart eğrinin çizilebilmesi için, Trimetil amonyum-klorit (TMA-HCl)'den 170 mg tartılarak 100 ml saf su ile balon jodede çözülmüştür. Hazırlanmış olan ana standarttan 1 ml alınıp 100 ml'ye saf suyla tamamlanmış, böylece 1. standart hazırlanmıştır. Daha sonra sırasıyla 2, 3 ve 4 ml ana standarttan alınarak saf suyla 100 ml'ye tamamlanmış, 2,3. ve 4. standart hazırlanmıştır.

10 g balık eti (Waring Blender, USA) 90 ml %10'luk TCA ile minimum 3 dakika blenderda homojenize edilmiş ve karışım kaba filtre kağıdından süzölmüş, elde edilen özütten 4 ml alınıp cam kapaklı tüplere konulmuştur. Üzerine sırasıyla 1 ml %20'lik Formaldehit, 10 ml % 99' luk Toluol ve 3 ml % 50'lik KOH ilave edilmiştir. Körün hazırlanması ise 4ml TCA (% 10'luk) üzerine sırası ile 1ml %20'lik Formaldehit, 10 ml % 99'luk Toluol ve 3 ml % 50'lik KOH ilave edilerek yapılmıştır. Kör, standartlar ve örneklerin kapağı sıkıca kapatılarak 80 kere çalkalanmış ve 10 dakika bekletilmiştir. Üste kalan toluol fazından 5 ml başka bir tüpe alınarak berrak toluol fazının üzerine 5 ml % 0.02'lik pikrik asit eklenmiş ve bekletmeksizin spektrofotometrede (Shimadzu UV-1201V, Japonya)

410 nm dalga boyunda köre karşı önce standartların, sonra da örneklerin absorbanları okunmuştur. Spektrofotometrede elde edilen değerler çizilen standart eğri üzerinden hesaplanmıştır (Aoac, 2000; Varlık vd., 2007).

#### **3.2.6.6. Kimyasal bileşim analizleri**

Tüm örneklerde nem analizi otomatik nem tayin cihazı (AND MX-50, Japonya) ile; protein miktarı Kjeldahl yöntemine (Nx6,25) (Metod no: 940.25) (AOAC, 2000b) göre, protein ön yakma ünitesi (Velp UD-20, İtalya) ve tam otomatik protein distilasyon ünitesi (Velp UDK 142, İtalya) kullanılarak; yağ içeriği Lovell (1975)'e göre; Kül (inorganik madde) tayini Lovell (1981)'e göre yapılmıştır.

##### **3.2.6.6.1. Yağ asitleri tayini**

Yağ asitleri tayini Çukurova Üniversitesi (CU) Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürlüğü'ne (gaz kromatografik yöntemle) yaptırılmıştır. Analiz koşulları aşağıda verilmiştir.

Gaz Kromatografisi Koşulları:

Cihaz: Perkin Elmer Canus 500 (GC)

Kolon: SGE kolonu(30m. 0.32mm ID. BPX20 0.25 um, USA)

Kolon Sıcaklığı:140 °C'de 5 dk, 4 °C/dk artışta 200 °C'ye, 1 °C/dk artışla 220 °C'ye getirilerek sonlandırılmıştır.

Enjeksiyon Sıcaklığı: 220 °C

Taşıyıcı Gaz: 16 psi

Split Oranı: 1:100

Dedektör: aleviyonizasyon dedektörü (FID)

Dedektör Sıcaklığı: 280 °C

Örnek Miktarı :2 µl

Ekstakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri, methanol ve n-heptan içinde 2M'lik KOH oluşmuş transmetillendirme yöntemi ile hazırlanmıştır. 10 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4ml 2M'lik KOH oluşan 2ml heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000

rpm'de 10 dakika süreyle santürüfj edilmiş ve heptan tabakası GC'de analiz için alınmıştır (Ichihara vd., 1996).

Yağ asitleri standartı 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır.

### **3.2.7. Mikrobiyolojik analizler**

#### **3.2.7.1. Mikrobiyolojik analizler için örneklerin hazırlanması**

Aseptik koşullarda steril pens, bisturi ve makas yardımı ile örneklerden 25 g balık eti tartılarak üzerine 225 ml tamponlanmış peptonlu su (Merck 7228) ilave edildikten sonra 2-3 dk önceden steril edilmiş blenderde homojenize edilerek  $10^{-1}$  sulandırılmıştır. Steril tamponlanmış peptonlu su ile  $10^{-6}$ 'ya kadar seyreltilmiş sulandırmalar yapılarak her bir sulandırmadan iki paralel olmak üzere dökme plak metodu kullanılarak ekimler yapılmıştır. Petri kutusunda üreyen kolonilerden 30-300 arasında koloni içeren plaklar sayılmıştır ( Varlık vd., 1993).

#### **3.2.7.2. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMA) sayısı**

Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı için "Plate Count Agar"(Merck5463) kullanılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra petri kutuları  $30\pm1$  °C'de 72 saat inkübe edilerek süre sonunda oluşan koloniler sayılmıştır ( Varlık vd., 1993).

#### **3.2.7.3. Toplam psikrofilik aerob bakteri (TPA) sayısı**

Toplam psikrofilik aerob bakteri sayımında "Plate Count Agar"(Merck5463) kullanılmıştır.  $4\pm1$  °C'de 10-14 gün inkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Arslan vd., 1997; Patır ve Duman, 2006; Diler vd., 2008).

#### **3.2.7.4. Koliform grubu mikroorganizmaların sayısı**

Besi yeri olarak “Violet Red Bile Agar” (Merck 1406) kullanılmıştır.  $30\pm1$  °C’de 48 saat inkübe edilerek plaklar değerlendirilmiştir (Arslan vd., 1997; Patır ve Duman, 2006; Diler vd., 2008).

#### **3.2.7.5. Maya ve küf sayısı**

Besi yeri olarak “Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar” (Merck 1.16000) kullanılmıştır. Plaklar  $22\pm1$  °C’de 3-5 gün inkübe edildikten sonra sayılmıştır (Varlık vd., 1993).

#### **3.2.8. İstatistiksel değerlendirme**

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, SPSS 15.00 Windows programı kullanılarak varyans analizine (F Testi) tabi tutulup, önemli varyans kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile önem seviyesi ( $P<0,05$ ) olarak seçilip karşılaştırılmıştır (Özdamar, 2001).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Taze ve Sıcak Dumanlanmış Balıkların Kimyasal Bileşen Analiz Sonuçları

Taze ve sıcak dumanlama teknolojisi uygulanan *A.regius*'un su, lipit, protein ve inorganik madde değerleri tespit edilerek sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'den de anlaşılacağı üzere sıcak dumanlama işlemi sonucu ürünün su içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Taze örneklerde % 79.28±0.51 olan su oranı dumanlanmış ürünlerde % 66.13±0.12'e düşmüştür. Taze örneklerde % 2.19±0.09 olan lipit miktarı dumanlamanın etkisiyle, dumanlanmış balıklarda artış göstermiştir. *A.regius*'un başlangıçtaki yağ içeriği % 2.19±0.09 iken dumanlama ile birlikte artmış olup % 3.32±0.08'e yükselmiştir. İnorganik madde içeriği dumanlama işlemi uygulanması ile artış göstermiştir.

Çizelge 4.1. Taze ve dumanlanmış *A.regius*'un bazı kimyasal bileşenleri

|             | Su (%)     | Ham protein (%) | Lipit (%) | İnorganik madde (%) |
|-------------|------------|-----------------|-----------|---------------------|
| Taze        | 79.28±0,51 | 17.28±0.41      | 2.19±0.09 | 1.25±0.03           |
| Dumanlanmış | 66.13±0,12 | 26.83±0.04      | 3.32±0.08 | 3.72±0.14           |

#### 4.1.1. Yağ asitleri analiz sonuçları

Çalışmada balık örneklerinde yağ asiti analizleri de yapılmıştır. Depolamanın farklı günlerinde doymuş, doymamış, çoklu doymamış yağ asitleri ile omega 3 ve omega 6 yağ asitleri ve bunların birbirine oranları, toplam doymuş ve doymamış yağ asiti değerleri, toplam omega 9 içeriği ve toplam eikosapentaenoik asit (EPA) ve dekosaheksaenoik asit (DHA) oranları da ayrı olarak hesaplanmıştır. Taze örneklerde PUFA oranı doymuş yağ asitlerine göre daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Sıcak dumanlanmış örneklerin depolanması sonucunda MUFA ve PUFA içeriklerinde önemli ( $P<0.05$ ) bir azalma SFA içeriğinde artış olmamıştır ( $P>0.05$ ) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Taze ve dumanlanarak depolanmış sarıağız balığının yağ asitlerinin depolama günlerine göre değişimi (%).

|            | Taze Balık                | Dum .1.Gün               | Dum. 7.gün               | Dum. 14.gün               | Dum. 21.Gün               | Dum. 28.Gün               | Dum. 35.Gün               | Dum. 42.Gün               | Dum.49.Gün               | Dum.56.Gün               |
|------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| C12:0      | 1.21±0.02 <sup>a</sup>    | 0.33±0.04 <sup>b</sup>   | 0.02±0.0 <sup>c</sup>    | 0.02±0.0 <sup>c</sup>     | 0.02±0.0 <sup>c</sup>     | 0.02±0.0 <sup>c</sup>     | 0.02±0.0 <sup>c</sup>     | 0.02±0.0 <sup>c</sup>     | 0.02±0.0 <sup>c</sup>    | 0.02±0.0 <sup>c</sup>    |
| C14:0      | 2.71±0.27 <sup>abc</sup>  | 2.84±0.04 <sup>ab</sup>  | 2,52±0.01 <sup>bcd</sup> | 2.67±0.25 <sup>abc</sup>  | 3.23±0.46 <sup>a</sup>    | 1.87±0.33 <sup>d</sup>    | 2.00±0.0 <sup>cd</sup>    | 2.50±0.05 <sup>bcd</sup>  | 2.51±0.04 <sup>bcd</sup> | 2.44±0.15 <sup>bcd</sup> |
| C14:1      | 0.1±0.0 <sup>ab</sup>     | 0.12±0.00 <sup>a</sup>   | 0.11±0.01 <sup>a</sup>   | 0.10±0.0 <sup>a</sup>     | 0.13±0.02 <sup>a</sup>    | 0.09±0.00 <sup>ab</sup>   | 0.08±0.00 <sup>ab</sup>   | 0.09±0.00 <sup>ab</sup>   | 0.10±0.00 <sup>ab</sup>  | 0.05±0.04 <sup>b</sup>   |
| C16:0      | 16.12±0.08 <sup>ab</sup>  | 15.32±0.05 <sup>b</sup>  | 16.21±0.41 <sup>ab</sup> | 16.59±0.026 <sup>a</sup>  | 16.58±0.13 <sup>a</sup>   | 15.27±0.01 <sup>b</sup>   | 17.07±0.01 <sup>a</sup>   | 16.58±0.41 <sup>a</sup>   | 16.83±0.40 <sup>a</sup>  | 16.65±0.064 <sup>a</sup> |
| C16:1      | 3.19±0.12 <sup>ab</sup>   | 3.76±0.25 <sup>a</sup>   | 3.67±0.32 <sup>a</sup>   | 3.36±0.05 <sup>ab</sup>   | 3.70±0.33 <sup>a</sup>    | 3.52±0.38 <sup>ab</sup>   | 3.57±0.53 <sup>ab</sup>   | 2.67±0.90 <sup>b</sup>    | 3.09±1 <sup>ab</sup>     | 3.69±0.18 <sup>a</sup>   |
| C17:0      | 0.11±0.02 <sup>c</sup>    | 0.15±0.01 <sup>ab</sup>  | 0.17±0.01 <sup>a</sup>   | 0.15±0.01 <sup>abc</sup>  | 0.18±0.02 <sup>a</sup>    | 0.15±0.01 <sup>abc</sup>  | 0.13±0.00 <sup>bc</sup>   | 0.14±0.00 <sup>abc</sup>  | 0.16±0.01 <sup>ab</sup>  | 0.15±0.15 <sup>ab</sup>  |
| C17:1 cis  | 0.04±0.01 <sup>e</sup>    | 0.08±0.00 <sup>a</sup>   | 0.07±0.0 <sup>ab</sup>   | 0.05±0.00 <sup>de</sup>   | 0.05±0.00 <sup>cde</sup>  | 0.07±0.01 <sup>abc</sup>  | 0.05±0.00 <sup>de</sup>   | 0.06±0.00 <sup>bcd</sup>  | 0.05±0.00 <sup>cde</sup> | 0.05±0.00 <sup>de</sup>  |
| C18:0      | 5.76±0.14 <sup>cde</sup>  | 5.14±0.07 <sup>e</sup>   | 5.25±0.55 <sup>de</sup>  | 6.40±0.10 <sup>abc</sup>  | 6.01±0.43 <sup>abcd</sup> | 5.85±0.135 <sup>cde</sup> | 6.77±0.10 <sup>ab</sup>   | 6.12±0.20 <sup>abcd</sup> | 6.63±0.13 <sup>abc</sup> | 6.93±0.17 <sup>a</sup>   |
| C18:1n9cis | 18.91±0.27 <sup>c</sup>   | 21.87±0.22 <sup>a</sup>  | 20.80±0.19 <sup>ab</sup> | 19.02±0.01 <sup>c</sup>   | 18.96±0.55 <sup>c</sup>   | 18.78±0.19 <sup>c</sup>   | 19.09±0.77 <sup>c</sup>   | 20.48±0.40 <sup>b</sup>   | 19.00±0.46 <sup>c</sup>  | 17.90±0.36 <sup>c</sup>  |
| C18:1n7    | 2.75±0.02 <sup>a</sup>    | 2.94±0.04 <sup>a</sup>   | 2,79±0.20 <sup>a</sup>   | 2.63±0.13 <sup>a</sup>    | 2.82±0.07 <sup>a</sup>    | 2.59±0.01 <sup>a</sup>    | 2.83±0.07 <sup>a</sup>    | 2.80±0.12 <sup>a</sup>    | 2.77±0.12 <sup>a</sup>   | 2.78±0.15 <sup>a</sup>   |
| C18:2n6cis | 13.75±0.73 <sup>abc</sup> | 14.87±0.08 <sup>a</sup>  | 14.52±0.12 <sup>ab</sup> | 13.16±0.01 <sup>cd</sup>  | 12.65±0.56 <sup>cd</sup>  | 13.75±0.11 <sup>abc</sup> | 13.52±0.13 <sup>bcd</sup> | 14.40±0.06 <sup>ab</sup>  | 13.11±0.53 <sup>cd</sup> | 12.47±0.31 <sup>d</sup>  |
| C18:3n3    | 1.47±0.19 <sup>c</sup>    | 1.90±0.03 <sup>ab</sup>  | 1.94±0.16 <sup>a</sup>   | 1.40±0.02 <sup>c</sup>    | 1.45±0.09 <sup>c</sup>    | 1.57±0.12 <sup>bc</sup>   | 1.57±0.07 <sup>bc</sup>   | 1.57±0.075 <sup>bc</sup>  | 1.48±0.12 <sup>c</sup>   | 1.38±0.01 <sup>b</sup>   |
| C20:0      | 0.07±0.02 <sup>b</sup>    | 0.07±0.0 <sup>b</sup>    | 0.08±0.01 <sup>b</sup>   | 0.07±0.01 <sup>b</sup>    | 0.11±0.00 <sup>a</sup>    | 0.08±0.00 <sup>b</sup>    | 0.06±0.01 <sup>b</sup>    | 0.08±0.01 <sup>b</sup>    | 0.07±0.00 <sup>b</sup>   | 0.06±0.00 <sup>b</sup>   |
| C20:1      | 0.35±0.45 <sup>b</sup>    | 0.38±0.01 <sup>ab</sup>  | 0.45±0.04 <sup>a</sup>   | 0.37±0.01 <sup>ab</sup>   | 0.33±0.03 <sup>b</sup>    | 0.36±0.02 <sup>b</sup>    | 0.37±0.00 <sup>ab</sup>   | 0.38±0.02 <sup>ab</sup>   | 0.35±0.01 <sup>b</sup>   | 0.34±0.01 <sup>b</sup>   |
| C20:2      | 1.08±0.55 <sup>ab</sup>   | 0.98±0.07 <sup>b</sup>   | 1.1±0.03 <sup>ab</sup>   | 1.27±0.00 <sup>a</sup>    | 1.02±0.18 <sup>ab</sup>   | 1.05±0.03 <sup>ab</sup>   | 1.22±0.05 <sup>ab</sup>   | 1.18±0.02 <sup>ab</sup>   | 1.26±0.00 <sup>a</sup>   | 1.24±0.02 <sup>a</sup>   |
| C20:3n6    | 0.09±0.05 <sup>ab</sup>   | 0.11±0.00 <sup>a</sup>   | 0.12±0.00 <sup>a</sup>   | 0.10±0.00 <sup>ab</sup>   | 0.06±0.40 <sup>bc</sup>   | 0.03±0.00 <sup>c</sup>    | 0.11±0.00 <sup>a</sup>    | 0.11±0.00 <sup>a</sup>    | 0.11±0.00 <sup>a</sup>   | 0.10±0.00 <sup>ab</sup>  |
| C20:4n6    | 0.34±0.05 <sup>abcd</sup> | 0.40±0.01 <sup>a</sup>   | 0.38±0.00 <sup>ab</sup>  | 0.31±0.0 <sup>cd</sup>    | 0.29±0.01 <sup>d</sup>    | 0.34±0.01 <sup>abcd</sup> | 0.36±0.00 <sup>abc</sup>  | 0.38±0.01 <sup>ab</sup>   | 0.32±0.01 <sup>bcd</sup> | 0.30±0.00 <sup>cd</sup>  |
| C20:5n3    | 2.57±0.16 <sup>a</sup>    | 1.72±0.05 <sup>bc</sup>  | 1.83±0.03 <sup>bc</sup>  | 2.14±0.13 <sup>ab</sup>   | 1.99±0.09 <sup>bc</sup>   | 1.80±0.22 <sup>bc</sup>   | 1.67±0.21 <sup>bc</sup>   | 1.70±0.08 <sup>bc</sup>   | 1.45±0.01 <sup>c</sup>   | 1.44±0.02 <sup>c</sup>   |
| C22:1n9    | 0.06±0.01 <sup>a</sup>    | 0.06±0.05 <sup>a</sup>   | 0.06±0.00 <sup>a</sup>   | 0.06±0.00 <sup>a</sup>    | 0.05±0.00 <sup>a</sup>    | 0.07±0.00 <sup>a</sup>    | 0.05±0.01 <sup>a</sup>    | 0.06±0.00 <sup>a</sup>    | 0.05±0.01 <sup>a</sup>   | 0.05±0.01 <sup>a</sup>   |
| C22:2      | 0.20±0 <sup>a</sup>       | 0.02±0.00 <sup>d</sup>   | 0.02±0.00 <sup>d</sup>   | 0.03±0.00 <sup>cd</sup>   | 0.03±0.00 <sup>cd</sup>   | 0.03±0.01 <sup>cd</sup>   | 0.03±0.00 <sup>cd</sup>   | 0.07±0.00 <sup>b</sup>    | 0.04±0.00 <sup>c</sup>   | 0.02±0.00 <sup>d</sup>   |
| C23:0      | 0.55±0.03 <sup>a</sup>    | 0.39±0.00 <sup>b</sup>   | 0.47±0.03 <sup>ab</sup>  | 0.57±0.00 <sup>a</sup>    | 0.47±0.08 <sup>ab</sup>   | 0.51±0.03 <sup>ab</sup>   | 0.52±0.03 <sup>a</sup>    | 0.50±0.00 <sup>ab</sup>   | 0.52±0.04 <sup>ab</sup>  | 0.56±0.01 <sup>a</sup>   |
| C24:0      | 0.95±0.03 <sup>ab</sup>   | 0.88±0.03 <sup>b</sup>   | 0.95±0.25 <sup>ab</sup>  | 1.04±0.01 <sup>a</sup>    | 0.86±0.7 <sup>b</sup>     | 0.86±0.06 <sup>b</sup>    | 1.03±0.02 <sup>a</sup>    | 0.98±0.03 <sup>ab</sup>   | 1.03±0.00 <sup>a</sup>   | 1.05±0.06 <sup>a</sup>   |
| C22:6n3    | 15.96±0.66 <sup>ab</sup>  | 16.09±0.12 <sup>a</sup>  | 15.96±0.76 <sup>ab</sup> | 16.05±0.34 <sup>ab</sup>  | 14.9±0.23 <sup>ab</sup>   | 15.46±0.46 <sup>ab</sup>  | 15.34±0.02 <sup>ab</sup>  | 15.02±0.02 <sup>ab</sup>  | 15.04±0.04 <sup>ab</sup> | 14.66±0.38 <sup>b</sup>  |
| SFA        | 27.51±0.48 <sup>ab</sup>  | 25.14±0.10 <sup>cd</sup> | 25.69±0.08 <sup>c</sup>  | 27.53±0.34 <sup>ab</sup>  | 27.48±0.04 <sup>ab</sup>  | 24.62±0.07 <sup>d</sup>   | 28.03±0.04 <sup>a</sup>   | 26.94±0.17 <sup>b</sup>   | 27.78±0.17 <sup>ab</sup> | 27.88±0.73 <sup>ab</sup> |
| MUFA       | 25.41±0.05 <sup>cd</sup>  | 29.23±0.21 <sup>a</sup>  | 27.96±0.37 <sup>b</sup>  | 25.60±0.14 <sup>c</sup>   | 26.05±0.15 <sup>c</sup>   | 25.49±0.14 <sup>cd</sup>  | 26.04±0.15 <sup>c</sup>   | 26.24±0.09 <sup>c</sup>   | 25.42±0.45 <sup>cd</sup> | 24.92±0.40 <sup>d</sup>  |
| PUFA       | 35.53±0.13 <sup>ab</sup>  | 36.11±0.03 <sup>a</sup>  | 35.89±0.99 <sup>a</sup>  | 34.42±0.51 <sup>abc</sup> | 33.00±0.84 <sup>cd</sup>  | 3.03±0.25 <sup>c</sup>    | 33.83±0.12 <sup>bc</sup>  | 34.44±0.22 <sup>abc</sup> | 32.83±0.65 <sup>cd</sup> | 31.63±0.05 <sup>d</sup>  |
| N3         | 20.01±0.64 <sup>a</sup>   | 19.72±0.04 <sup>ab</sup> | 19.73±0.90 <sup>ab</sup> | 19.59±0.49 <sup>ab</sup>  | 18.93±0.04 <sup>abc</sup> | 18.83±0.36 <sup>abc</sup> | 18.58±0.30 <sup>abc</sup> | 18.30±0.13 <sup>bc</sup>  | 17.98±0.09 <sup>c</sup>  | 17.48±0.39 <sup>c</sup>  |
| N6         | 14.19±0.8 <sup>abc</sup>  | 15.38±0.09 <sup>a</sup>  | 15.03±0.12 <sup>ab</sup> | 13.58±0.01 <sup>c</sup>   | 13.00±0.61 <sup>c</sup>   | 14.12±0.12 <sup>abc</sup> | 13.99±0.13 <sup>bc</sup>  | 14.89±0.07 <sup>ab</sup>  | 13.54±0.55 <sup>c</sup>  | 1.88±0.32 <sup>c</sup>   |
| N3/n6      | 1.41±0.12 <sup>ab</sup>   | 1.28±0.01 <sup>ab</sup>  | 1.31±0.05 <sup>ab</sup>  | 1.44±0.03 <sup>a</sup>    | 1.45±0.06 <sup>a</sup>    | 1.33±0.03 <sup>ab</sup>   | 1.32±0.03 <sup>ab</sup>   | 1.23±0.00 <sup>b</sup>    | 1.33±0.05 <sup>ab</sup>  | 1.35±0.06 <sup>ab</sup>  |
| EPA+DEHA   | 18.53±0.83 <sup>a</sup>   | 17.82±0.07 <sup>ab</sup> | 17.79±1.06 <sup>ab</sup> | 18.19±0.47 <sup>ab</sup>  | 17.48±0.14 <sup>abc</sup> | 17.26±0.24 <sup>abc</sup> | 17.01±0.23 <sup>abc</sup> | 16.72±0.05 <sup>bc</sup>  | 16.50±0.03 <sup>bc</sup> | 16.10±0.40 <sup>c</sup>  |

Harfler günler arasındaki farkı göstermektedir.(P<0.05)

#### 4.2. Taze ve Dumanlanmış Balıkların Kimyasal Kalite Analiz Sonuçları

Taze ve sıcak dumanlama teknolojisi uygulanan *A.regius*'un raf ömrünü belirlemek amacıyla pH, Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Tiobarbiturik asit (TBA) ve Trimetilamin (TMA) analizleri yapılmıştır. Taze ve sıcak dumanlanmış sarıağız balıklarının buzdolabı koşullarında depolanması sırasındaki kimyasal kalite değişimleri sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Yapılan pH analizlerinin sonuçlarına göre, taze ve dumanlanmış balık gruplarında depolamaya bağlı olarak pH değerinde önemli bir azalış belirlenmiş ( $P<0.05$ ), depolama sonucunda taze örnekte pH değeri 6.60'dan 6.25 seviyesine, dumanlanmış balıkta ise 6.32'den 6.23 seviyesine gerilemiştir (Çizelge 4.3-4.4)

Taze ve dumanlanmış sarıağız balığının TVB-N değeri depolama süresince yükselmiştir. Taze balıkta 1. gün 15.04 mg/100 g olan TVB-N değeri 7. günün sonunda 19.07 mg/100 g'a yükselmiştir. Dumanlanmış balıkta ise 7 günde 1 yapılan testler sonucunda sürekli artış gösterdiği 35. günde 30.6 mg/100 g'a 56. günde ise 39.50 mg/100 g yükseldiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3-4.4).

TBA değeri, taze balıklarda depolama başlangıcında 0,07 mg MDA /100g iken 7. günde önemli artış ile 0.44 mg MDA /100gr olduğu ( $P<0,05$ ), dumanlanmış üründe depolama başlangıcında 0.67 mg MDA /100gr olan bu değer 35. günde 0.97 mg MDA /100gr'a ve 56. günde 1.12 mg MDA /100gr'a yükseldiği ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4.3-4.4).

TMA değerinde, depolamaya bağlı olarak tüm gruplarda önemli ( $P<0,05$ ) artışlar görülmüş olup taze balıklarda depolama başlangıcında 0.67 mg/100 g olan TMA değeri 5. günün sonunda 2.11 mg/100 g'a ve 7. günün sonunda 4.50 mg/100 g'a yükselmiştir. Dumanlanmış balıklarda ise depolama başlangıcındaki TMA değeri 1.35 mg/100 g iken 35. günün sonunda 2.69' a yükselmiş ve 56. günün sonunda ise 5.57 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3-4.4).

Çizelge 4.3. Taze balığın buzdolabı koşullarında ( $4 \pm 1$  °C) depolanması sırasındaki kalite değişimleri.

| Gün | pH                     | TBA<br>(mgMDA/100g)     | TVB-N<br>(mg/100g)      | TMA<br>(mg/100g)       |
|-----|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 0   | 6.60±0.01 <sup>a</sup> | 0.07±0.005 <sup>c</sup> | 15.04±0.37 <sup>d</sup> | 0.67±0.35 <sup>c</sup> |
| 3   | 6.29±0.02 <sup>b</sup> | 0.077±0.03 <sup>c</sup> | 16.13±0.15 <sup>c</sup> | 1.53±0.13 <sup>b</sup> |
| 5   | 6.26±0.03 <sup>b</sup> | 0.25±0.05 <sup>b</sup>  | 17.23±0.37 <sup>b</sup> | 2.11±0.05 <sup>b</sup> |
| 7   | 6.25±0.01 <sup>b</sup> | 0.44±0.04 <sup>a</sup>  | 19.07±0.22 <sup>a</sup> | 4.50±0.09 <sup>a</sup> |

Aynı sütunda farklı harf alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ( $P<0.05$ )

Çizelge 4.4. Dumanlanmış sarıağız balığının buzdolabı koşullarında ( $4 \pm 1$  °C) depolanması sırasındaki kalite değişimleri.

| Gün | pH                      | TBA<br>(mgMDA/100g)      | TVB-N<br>(mg/100g)       | TMA<br>(mg/100g)        |
|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0   | 6.32±0.01 <sup>a</sup>  | 0.67±0 <sup>bc</sup>     | 19.58±0.22 <sup>b</sup>  | 1.35±0.08 <sup>d</sup>  |
| 7   | 6.29±0.02 <sup>ab</sup> | 0.29±0.10 <sup>d</sup>   | 22.02±0.30 <sup>g</sup>  | 1.72±0.07 <sup>d</sup>  |
| 14  | 6.30±0.03 <sup>ab</sup> | 0.53±0.03 <sup>cd</sup>  | 22.52±0.08 <sup>fg</sup> | 3.11±0.18 <sup>b</sup>  |
| 21  | 6.25±0.02 <sup>bc</sup> | 0.86±0.12 <sup>abc</sup> | 23.19±0.15 <sup>f</sup>  | 1.66±0.17 <sup>d</sup>  |
| 28  | 6.23±0.01 <sup>c</sup>  | 0.89±0.13 <sup>abc</sup> | 26.97±0.77 <sup>e</sup>  | 2.83±0.07 <sup>b</sup>  |
| 35  | 6.14±0.01 <sup>d</sup>  | 0.91±0.13 <sup>abc</sup> | 30.16±0.22 <sup>d</sup>  | 2.69±0.16 <sup>bc</sup> |
| 42  | 6.16±0.02 <sup>d</sup>  | 0.97±0.11 <sup>ab</sup>  | 31.43±0.17 <sup>c</sup>  | 2.31±0.05 <sup>c</sup>  |
| 49  | 6.32±0.01 <sup>a</sup>  | 1.08±0.14 <sup>a</sup>   | 35.97±0.22 <sup>b</sup>  | 2.83±0.13 <sup>b</sup>  |
| 56  | 6.23±0.02 <sup>c</sup>  | 1.12±0.20 <sup>a</sup>   | 39.50±0.37 <sup>a</sup>  | 5.57±0.02 <sup>a</sup>  |

Aynı sütunda farklı harf alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ( $P<0.05$ )

#### 4.3. Taze ve Dumanlanmış Balıkların Mikrobiyolojik Kalite Analiz

##### Sonuçları

Mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.5, 4.6' da verilmiştir. Depolama başlangıcında taze sarıağız balığındaki toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) miktarı sırasıyla  $3.25 \pm 0.14$  logkob/g ve  $3.07 \pm 0.12$  logkob/g iken 9.günde önemli bir artış ile  $7.87 \pm 0.13$  logkob/g,  $7.56 \pm 0.24$  logkob/g'a yükselmiştir. Depolama başlangıcında koliform ve maya-küfe rastlanmamış olup 9. günde  $1.36 \pm 0.09$  logkob/g ve  $2.53 \pm 0.07$  logkob/g'a yükseldiği gözlenmiştir (Çizelge 4.5).

Sıcak dumanlanmış sarıağız balığında depolama başlangıcında TMAB ve TPAB miktarları  $2.55 \pm 0.07$  logkob/g,  $2.60 \pm 0.17$  logkob/g olup, 56. gün sonunda  $11.21 \pm 0.28$  logkob/g,  $7.70 \pm 0.06$  logkob/g olarak hesaplanmıştır. Depolama başlangıcında sıcak dumanlanmış sarıağız balığında koliform ve maya-küfe

rastlanılmamış olup 56. Gün sonunda maya küf değeri  $2.46 \pm 0.03 \log \text{ kob/g}$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Taze sarıağız balığı örneklerin  $4 \pm 1$  °C'deki mikrobiyolojik analiz sonuçları(log kob/g).

|       | TMAB              | TPAB              | Koliform        | Maya-küf        |
|-------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1.gün | $3.25 \pm 0.14^e$ | $3.07 \pm 0.12^d$ | (-)             | (-)             |
| 3.gün | $3.59 \pm 0.08^d$ | $3.79 \pm 0.03^c$ | (-)             | (-)             |
| 5.gün | $4.24 \pm 0.07^c$ | $3.94 \pm 0.02^c$ | (-)             | (-)             |
| 7.gün | $5.97 \pm 0.05^b$ | $5.97 \pm 0.01^b$ | (-)             | (-)             |
| 9.gün | $7.87 \pm 0.13^a$ | $7.56 \pm 0.24^a$ | $1.36 \pm 0.09$ | $2.53 \pm 0.07$ |

Aynı sütunda farklı harf alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ( $P < 0.05$ ) (-): Tespit edilmedi

Çizelge 4.6. Sıcak dumanlanmış sarıağız balığı örneklerin  $4 \pm 1$  °C'deki mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

|        | TMAB               | TPAB              | Koliform | Maya-küf        |
|--------|--------------------|-------------------|----------|-----------------|
| 1.gün  | $2.55 \pm 0.07^h$  | $2.60 \pm 0.17^g$ | (-)      | (-)             |
| 7.gün  | $3.28 \pm 0.01^g$  | $3.23 \pm 0.11^f$ | (-)      | (-)             |
| 14.gün | $3.49 \pm 0.01^g$  | $3.75 \pm 0.08^e$ | (-)      | (-)             |
| 21.gün | $4.26 \pm 0.05^f$  | $4.35 \pm 0.13^d$ | (-)      | (-)             |
| 28.gün | $4.73 \pm 0.15^e$  | $4.65 \pm 0.13^d$ | (-)      | (-)             |
| 35.gün | $5.52 \pm 0.28^d$  | $5.47 \pm 0.18^c$ | (-)      | (-)             |
| 42.gün | $6.32 \pm 0.01^c$  | $6.56 \pm 0.21^b$ | (-)      | (-)             |
| 49.gün | $8.15 \pm 0.13^b$  | $6.95 \pm 0.24^b$ | (-)      | (-)             |
| 56.gün | $11.21 \pm 0.28^a$ | $7.70 \pm 0.06^a$ | (-)      | $2.46 \pm 0.03$ |

Aynı sütunda farklı harf alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ( $P < 0.05$ ) (-): Tespit edilmedi

#### 4.4. Dumanlanmış Balıkların Duyusal Kalite Analiz Sonuçları

Duyusal raf ömrü analiz sonuçları Çizelge 4.7 verilmiştir. Buzdolabı koşullarında 56 gün depolanmış sıcak dumanlanmış örneklerin duyusal değerlendirmeleri, deneyimli panelistler tarafından gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre 56. günde, dumanlanmış örneklerin 10 puan üzerinden sırasıyla koku bakımından  $2 \pm 0.15$ , tekstür ve görünüş bakımından  $2.90 \pm 0.18$  ve renk bakımından  $3 \pm 0.26$  puan aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Sıcak dumanlanmış sarıağız balığı örneklerinin  $4 \pm 1$  °C'deki depolanması sırasındaki duyusal analiz sonuçları.

| Günler | Renk              | Görünüş           | Koku                 | Tat                  | Tekstür           |
|--------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| 1      | $8 \pm 0,21^a$    | $8.20 \pm 0.20^a$ | $8.30 \pm 0.15^a$    | $8.50 \pm 0.22^a$    | $8.30 \pm 0.26^a$ |
| 7      | $7.90 \pm 0.18^a$ | $7.40 \pm 0.16^b$ | $7.80 \pm 0.25^{ab}$ | $7.60 \pm 0.22^c$    | $7.70 \pm 0.15^b$ |
| 14     | $7.30 \pm 0.21^b$ | $7.30 \pm 0.15^b$ | $7.60 \pm 0.22^b$    | $8 \pm 0.21^{bc}$    | $7.40 \pm 0.16^b$ |
| 21     | $7.20 \pm 0.20^b$ | $7.50 \pm 0.17^b$ | $8.10 \pm 0.10^{ab}$ | $8.30 \pm 0.15^{ab}$ | $8.30 \pm 0.15^a$ |
| 28     | $6.80 \pm 0.29^b$ | $6.30 \pm 0.21^c$ | $6.10 \pm 0.23^c$    | $6.20 \pm 0.25^d$    | $6.70 \pm 0.15^c$ |
| 35     | $5.50 \pm 0.17^c$ | $5.70 \pm 0.21^d$ | $6.40 \pm 0.16^c$    | $5.60 \pm 0.16^e$    | $6.60 \pm 0.16^c$ |
| 42     | $5.70 \pm 0.15^c$ | $6 \pm 0.21^{cd}$ | $4.80 \pm 0.13^d$    | -                    | $5.10 \pm 0.23^d$ |
| 49     | $3.90 \pm 0.18^d$ | $4 \pm 0.26^e$    | $3.60 \pm 0.16^e$    | -                    | $4.10 \pm 0.18^e$ |
| 56     | $3 \pm 0.26^e$    | $2.90 \pm 0.18^f$ | $2 \pm 0.15^f$       | -                    | $2.90 \pm 0.18^f$ |

Aynı sütunda farklı harf alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ( $P < 0.05$ ). (-) tat analizi yapılmamıştır.

## 5.TARTIŞMA

Bu araştırma, ülkemiz denizlerinde yetiştiriciliği yapılan sariağz balığının, dumanlama yöntemine uygunluğunun yanısıra yapılan işlemlerin ürün bileşimi ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla taze ve sıcak dumanlanmış sariağz balığının besin bileşenleri ile buzdolabı koşullarında depolanması sırasındaki kalite değişimleri araştırılmıştır.

### 5.1. Kimyasal Bileşenlerindeki Değişimler

Taze sariağz balığının kimyasal bileşen analizleri sonucunda % 79.28±0.51 nem, % 17.28±0.41 protein, % 2.19±0.09 yağ ve % 1.25±0.03 oranında kül içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Hernandez vd. (2009), aynı türle yaptıkları çalışmada besin kompozisyonunu % 19.8 protein, % 2.49 yağ, % 76.3 nem ve % 1.26 kül olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçların bulgularımıza benzer olduğu görülmektedir. Grigokaris vd. (2011) *A. regius* ile yaptıkları çalışmada yağ içeriğini % 1.06 ve nem oranını % 78.2 olarak bildirmişlerdir. Poli vd. (2003) sariağz balığının et kalitesinin yüksek olduğunu bildirmişler ve % 74.46 oranında nem, % 2.66 oranında yağ içerdiğini tespit etmişlerdir. Diğer deniz balıklarından sardalya (% 3.47) ve *Boops boops* (% 3.64) (Özoğul, 2007) ile karşılaştırıldığında sariağz balığının yağ içeriğinin düşük olduğu belirtilebilir. Hernandez vd. (2009), bu durumun tüketici açısından ilgi çekici olduğunu ifade etmişlerdir.

Dumanlanmış sariağz balığında ise kimyasal bileşen analizleri sonucunda % 66.13±0.12, % 26.83±0.04 protein, % 3.32±0.08 yağ ve % 3.72±0.14 kül içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Balıklara uygulanan işleme teknolojilerinin balık etlerinin besin bileşenlerini etkilediği, su içeriğinin işlenmiş ürünlerde azalma gösterdiği bilinmektedir. Su içeriği taze balıkta % 79.28±0.51 olarak belirlenirken sıcak dumanlama sonrasında örneklerde % 66.13±0.12 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Sıcak dumanlanmış sariağz balığının su içeriğinde görülen azalma, farklı

araştırmalarda çeşitli türlerdeki dumanlanmış balıklarda da görölmüştür. Bir başka çalışmada Bilgin vd. (2001), kara yayın balığı (*C. gariepinus*)'nın sıcak dumanlama işlemi sonucunda su miktarının azaldığını bildirmişlerdir.

Atlantik salmonu (*S. salar*) ile yapılan çalışmada taze örneklerde % 68 oranında bulunan su değerinin dumanlanmış örneklerde % 64.9'a düştüğü belirlenmiştir (Holland vd., 1991). Motohiro (1988), dumanlama sonucu balık etinde önemli düzeyde su kaybının olduğunu vurgulamıştır. Dumanlanmış ürünlerin su miktarına ilişkin bulunan tüm sonuçlar bulgularımızla uyum içindedir (izelge 4.1). Sıcak dumanlama işlemi sonucu ısının ve tuzun etkisiyle balık etinde su içeriğinin azaldığını farklı araştırıcılarca da vurgulanmaktadır (Ünal, 1995; Sigurgisladottir vd., 2000).

Protein oranı taze balıklarda %  $17.28 \pm 0.41$  iken sıcak dumanlamayla birlikte balıklarda %  $26.83 \pm 0.08$ 'e artmıştır (izelge 4.1). Bu artışın tuz ilavesine bağlı bir artış olduğu belirlenmiştir. Dumanlama sonrası protein içeriğinde gerçek bir artış olmamıştır. Atlantik salmon balıklarının taze örneklerinde % 18.4 olan protein oranı dumanlanmış örneklerde % 25.4'e yükselmiştir (Holland vd., 1991). *C. gariepinus*'a uygulanan farklı işleme teknolojilerinden sıcak dumanlama ile protein içeriğinin % 16.58'den % 25.58'e değin arttığı bulunmuştur (Bilgin vd., 2001). Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*S. gairdneri*) örneklerinde protein oranının arttığını saptamışlardır. Bu araştırmaların sonuçlarıyla çalışmamızdan elde edilen verilerin uyumlu olduğu görölmektedir.

Sarıağız balığının yağ içeriği sıcak dumanlama işlemi sonucu artış göstermiş olup  $2.19 \pm 0.09$ 'dan  $3.32 \pm 0.08$ 'e yükselmiştir ( $P < 0.05$ ) (izelge 4.1). Dumanlama teknolojisi uygulanan balık etlerinde yağların bozulabileceği çeşitli araştırıcılar tarafından belirtilmektedir (Halver, 1972; Bligh vd., 1988). Ünal (1995), gökkuşağı alabalığının dumanlanması ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada % 6'lık tuzlama ile taze balıktaki % 3.62'lik lipit oranının % 4.79'a, % 21.2'lik tuz derişimi ile ön işleme tabi tutulanlarda ise % 3.8'e çıktığını belirlemiştir.  $7 \pm 2$  °C'de 6 hafta boyunca

depolanmış yılan balıkları (*A. vulgaris*)'nın lipid içeriğinde azda olsa bir artış saptanmıştır (Salama ve Khalafalla, 1993). *C.gariepinus*'a uygulanan sıcak dumanlama teknolojisiyle taze balıktaki yağ miktarı artmıştır (Bilgin vd., 2001).

Bilgin (2003), sıcak dumanlama işlemi uyguladığı dağ alabalığının (*S.trutta macrostigma*)  $4\pm0.5$  °C'de 51. gün sonunda örneklerin lipid içeriğinin arttığını belirlemiştir. Hassan (1988), sazan (*C.carpio*) dumanlanmasıyla birlikte taze balıktaki %  $3.44\pm0.48$ 'lik lipid miktarının % 24'lük tuzlama kümesinde %  $4.29\pm0.39$ 'a çıktığını vurgulamaktadır. Görüldüğü gibi çalışma sonuçlarımızda dumanlama sonucu yağ içeriğindeki değişime paralel sonuçlar diğer araştırmacılarca da tespit edilmiştir.

İnorganik madde miktarı taze balıkta %  $1.25\pm0.03$  düzeyindeyken sıcak dumanlama işlemi uygulananlarda  $3.72\pm0.14$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Benzer sonuçların bulunduğu sıcak dumanlanmış uskumruda bu artışın uygulanan tuzlama ve ısıtma işleminden ileri geldiği bildirilmektedir (Goulas ve Kontominas, 2005).

Diler vd. (2002), sıcak dumanlamayla birlikte inorganik madde miktarının arttığını saptamıştır. Yapılan bir çalışmada, sıcak dumanlama uygulanan gökkuşağı alabalığının inorganik madde miktarı %  $1.31\pm0.11$ 'den %  $4.70\pm0.10$ 'e, tuz içeriğinin de %  $0.10\pm0.04$ 'den %  $3.68\pm0.05$ 'e kadar arttığı ve bu artışın önemli ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Sıcak dumanlamayla birlikte inorganik madde içeriğindeki benzer artışların olduğu Bilgin vd., (2001), tarafından da bildirilmiştir. Salama ve Khalafalla (1993), dumanlama sonucu *A. vulgaris* etinde tuz içeriğinin yükseldiğini saptamıştır. Tüm bu çalışma sonuçları bulgularımızla benzerdir.

Taze sarıağız balığı yağ asiti analizleri sonucunda *A. regius* 'un %  $27.51\pm0.48$  doymuş (SFA), %  $25.4\pm0.05$  tekli doymamış (MUFA) ve %  $35.5\pm0.13$  oranında da çoklu doymamış yağ asiti (PUFA) ihtiva ettiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Doymuş yağ asitlerinden Laurik asit ( $C_{12:0}$ ), Miristik asit ( $C_{14:0}$ ), palmitik

asit(C<sub>16:0</sub>), heptadekanoik asit(C<sub>17:0</sub>), stearik asit(C<sub>18:0</sub>), araşidik asit (C<sub>20:0</sub>), trikosanoik asit (C<sub>23:0</sub>), Lignoserik asit (C<sub>24:0</sub>) gibi yağ asitlerini içerdği, en yüksek doymuş yağ asiti değerinin palmitik asite ait olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2). Tekli doymamış yağ asitlerinden sariağz balığında tespiti yapılanlar ise Miristoleik asit (C<sub>14:1</sub>), Palmitoleik asit (C<sub>16:1</sub>), oleik asit(C<sub>18:1n9</sub>), oleik asit (C<sub>18:1n7</sub>), eikosanoik asit(C<sub>20:1</sub>), erusik asit (C<sub>22:1n9</sub>)’tir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden de linoleik asit (C<sub>18:2n6</sub>), Linolenik asit (C<sub>18:3n3</sub>), eikosadienoik asit (C<sub>20:2</sub>), eikosatrienoik asit (C<sub>20:3</sub>), araşidonik asit (C<sub>20:4n6</sub>), eikosapentaenoik asit (EPA) (C<sub>20:5n3</sub>), dekosadienoik asit (C<sub>22:2</sub>), dekosahexaenoik asit (C<sub>22:6n3</sub>) yağ asitleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Dumanlanmış sariağz balığında yağ asitleri analizleri 56 günlük depolama boyunca yapılmıştır. Dumanlamanın yapıldığı ilk gün doymuş yağ asiti (SFA) değeri % 27.51±0.48’den (taze) 25.14±0.10’a düşmüştür. Depolamanın 35. gününde doymuş yağ asiti (SFA) değeri önemli (P<0,05) oranda yükselerek % 28.03±0.04’ değerine ulaşmış ve 56. gün sonunda tekrar azalış (% 27.8±0.73) sergilemiştir. Çoklu doymamış yağ asiti (PUFA) değeri % 35.53±0.13’ten (taze) % 36.11±0.03’e (1.gün SD), tekli doymamış (MUFA) yağ asiti değeri ise % 25.4±0.05’den (taze) % 29.23±0.21’e (1. gün SD) yükselmiştir. Depolamanın 56. gününde en belirgin azalış oranı PUFA içeriğinde saptanmıştır. Taze balık ve sıcak dumanlanmış örneklerin yağ asit içeriklerindeki bu değişimlerin farkı önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Taze sariağz balığında toplam n-3 miktarı % 20.01 ± 0.64 iken, n-6 miktarı % 14.19±0.8, n3/n6 oranı % 1.41±0.12 ve EPA+DHA oranı da 18.53±0.83 olarak belirlenirken bu değerler dumanlanmış sariağz balığının ilk gününde sırasıyla % 19.72±0.04, % 15.38±0.09, % 1.28±0.01, % 17.82±0.07 olarak değişim göstermiştir. 56. gün sonunda ise n-3 % 17.48±0.39’a, n-6 % 12.88±0.32’ye, EPA+DHA oranı ise % 16.10±0.40’a düşmüştür. n3/n6 değeri ise % 1.35±0.06’a azalmıştır. Diğer bir ifadeyle tekli (MUFA) ve çoklu (PUFA) doymamış yağ asitlerinde depolamaya bağlı önemli (P<0.05)azalışlar olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2). Masniyom (2011), balık kaslarının yüksek oranda PUFA içerdiğini ve bu bileşiklerin işleme ve depolama sırasında oksidasyona uğrayabileceğini,

doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda hem pigmenti ve metalik iyonların etkili olduğunu belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada da sarıağız balığının PUFA bakımından zengin bir tür olduğu görülmüştür. PUFA ve MUFA değerlerindeki depolamaya bağlı azalmanın yağ asitleri oksidasyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada EPA + DHA oranı taze balıkta %  $18.53 \pm 0.83$ , sıcak dumanlanmış sarıağız balıklarında %  $17.82 \pm 0.07$  (1.gün), %  $16.10 \pm 0.40$  (56.gün) olarak belirlenmiştir. Amerikan Kalp derneği (AHA) günde 500mg EPA+DHA alınmasını tavsiye etmektedir (Kris-Etherton vd., 2002). Ribeiro vd. (2013), sarıağız balığı sosislerinin yağ asiti analizleri sonucu EPA + DHA oranını yaklaşık % 19 olarak tespit etmişler ve bu değerin günlük EPA + DHA ihtiyacı için iyi bir değer olduğunu (150 gramlık sosis için 420 mg EPA + DHA alınabileceği) bildirmişlerdir. Tez çalışmamızda yapılan analizler sonucu bulunan EPA + DHA değerinin bu değere yakın olduğu dolayısıyla günlük EPA + DHA ihtiyacını karşılayabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Hernandez vd. (2009), sarıağız balığının buzda depolanması sırasında duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerini inceledikleri çalışmalarında bu türde PUFA oranını her örnekleme gününde en yüksek oranda bulmuşlar, bunu SFA ve MUFA izlemiştir. Yaptığımız çalışmada da her örnekleme döneminde en yüksek değerin PUFA'ya ait olduğu saptanmıştır.

Nunes vd. (2003), balıklarda genellikle palmitik asit doymuş yağ asidinin diğer doymuş yağlara göre baskın olduğunu ve % 11.8-21.6 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bulgularımızı desteklemektedir (Çizelge4.2).

Sarıağız balığını yağ asiti sonuçlarına göre PUFA bakımından zengin bir tür olduğu, beslenme açısından önem taşıyan DHA içeriğinin yüksek olduğu, yine n3/n6 oranının ideal sınırlarda olduğu belirlenmiştir. n3/n6 oranının maksimum 4 olması gerektiği bu oranın daha yüksek olması halinde koroner kalp hastalıkları ve kanser riski yaratabileceği ve bu oranın plasma lipid seviyesi için çok önemli olduğu belirtilmiştir (Kinsella vd. 1990; Piggot ve Tucker, 1990;

Hmso, 1994). Sıcak dumanlama ve depolama sonrası bu değer çok fazla değişim göstermemiştir.

Ribeiro vd. (2013), Sariağız balığından elde edilen ve % 0.1 oranında duman aroması da ilave edilen sosislerde toplam n3/n6 oranının 2.09-2.26 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu oran ile bulgularımızdaki n3/n6 oranı ( $1.41 \pm 0.12$ ) arasında fark bulunduğu görülmektedir. Bu farkın ürün çeşitliliği ve buna bağlı olarak ilave edilen katkı maddelerinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Grigorakis vd. (2011), yetiştiriciliği yapılan *A. regius*'un lipit kalitesi ve fileto verimi konulu çalışmalarında polar lipit, nötral lipit ve total lipit oranları ve n-3, n-6 yağ asitleri ile aterosjenik indeks ve trombojenik indeks değerlerini incelemişlerdir. Çalışmada bu türün total lipit oranları kapsamında %  $26.9 \pm 1.03$  SFA, %  $34.8 \pm 1.15$  MUFA, %  $13.5 \pm 0.42$  n-6, %  $25.2 \pm 1.33$  n-3, n-3/n-6 oranı %  $1.85 \pm 0.10$  ve EPA+DHA oranı da %  $19.6 \pm 1.40$  olarak tespit edilmiştir. Aterosjenik indeks oranı % 0,388 bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada MUFA değeri hariç diğer oranların bulgularımızla oldukça yakın olduğu saptanmıştır (SFA %  $27.51 \pm 0.48$ , MUFA  $25.41 \pm 0.05$ , PUFA  $35.53 \pm 0.13$ , n-3 %  $20.01 \pm 0.64$ , n-6 %  $14.19 \pm 0.8$ , n3/n6 %  $1.41 \pm 0.12$ , EPA+DHA %  $18.53 \pm 0.83$ ). Çalışmada n-6 grubu yağ asitlerinin n-3'lerden daha az olduğu, n-6 yağ asitlerinden biri olan Linoleik asit (18:2 n-6)'in n-6'lar içerisinde en yüksek değere sahip olduğu belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında da benzer bir sonuç bulunmuştur (Çizelge 4.2). Çipura, levrek ve *Dentex dentex* gibi yetiştiricilik balıklarının materyal olarak kullanıldığı çalışmalarda aynı sonuç tespit edilmiştir (Grigorakis, 2007; Özden ve Erkan, 2008). Yetiştiricilik türlerinde Linoleik asitin yüksek olmasının nedeni kullanılan yemdeki bitkisel yağlara bağlanmaktadır. Hamsi, gümüş, doğal çipura, kefal gibi doğal türlerde bu yağ asitinin oldukça düşük oranlarda bulunduğu belirtilmektedir (Grigorakis vd., 2011). Bu araştırmacılar aynı zamanda aterosjenik indeks ve trombojenik indeks değerlerinin düşük olması nedeniyle sariağız balığının güçlü kalp koruyucu etkisinin olduğunu, DHA içeriğinin yüksek olmasından dolayı da yağ içeriği açısından besinsel öneminin olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu bilgilere karşıt bir şekilde tez çalışmamızda DHA içeriği

yüksek bulunmuştur. Sıcak dumanlama ve depolama işlemlerinin DHA içeriği üzerinde fazla bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

## 5.2. Kimyasal Kalite Değişimleri

pH analizleri sonucunda bu değerin nötre yakın değerler sergilediği saptanmıştır. Taze sarıağız balığında 0., 3., 5. ve 7. günlerde analizler yapılmış olup 0. Günde  $6,60 \pm 0,01$  olan pH değeri 7. günün sonunda  $6,25 \pm 0,01$ 'e düşmüştür (Çizelge 4.3).

Huss (1995), taze balığın nötre yakın pH'sının olduğunu ancak glikozun veya glikojenin anaerobik fermentasyonuna bağlı pH'da azalmalar olabileceğini bildirmiştir. Bu çalışmamızda pH değeri  $6,26 \pm 0,03$  (5.gün) ile  $6,29 \pm 0,02$  (3.gün) aralığında (Çizelge 4.3.) belirlenmiş olup Huss (1995)'in verdiği bilgilerle uyumluluk göstermiştir. Kyrana vd. (1997), çipura balığının buzda depolanması esnasındaki raf ömrünü belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada pH değerini 6.20 (0.gün) - 6.60 (24.gün) olarak tespit etmişler, bu artışın nedenini metabolik değişim sonucu TVB-N değerindeki artışa bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Sıcak dumanlanarak  $4 \pm 1$  °C'de depolanmış olan *A. Regius* örneklerinin pH değeri 1. günde  $6,32 \pm 0,01$  iken 56. günde  $6,23 \pm 0,02$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Dumanlanmış örneklerde 35. ve 42. günler arası dışında tüm günler arasındaki farklılık önemli ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nın 6.12 olan başlangıç pH'sının 8. günde 6.44, 28. günde 6.25 ve 48 günlük depolama ( $4 \pm 1$  °C) sonunda ise 6.47 olduğunu bildirmiştir. Diler vd. (2002), tarafından sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak  $4 \pm 1$  °C'de depolanmış eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nın pH değerinin  $7,11 \pm 0,10$ 'dan (1.gün),  $7,23 \pm 0,06$ 'ya (43.gün) yükseldiği belirlenmiştir. % 22'lik tuz konsantrasyonunda bekletilerek sıcak dumanlanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nın pH'sı başlangıçta 6.05; 5. günde 6.20 ve 45. günde 6.09 olarak bulunmuştur (Ünal, 1995).

*S. trutta macrostigma*'nın sıcak dumanlama sonrası  $4\pm0.5$  °C'de 51 gün koruma altına alınarak pH değişimlerinin belirlendiği bir çalışmada, başlangıçtaki  $6.605\pm0.005$  olan pH değerinin 51. günde  $6.290\pm0.01$ 'e düştüğü saptanmıştır (Bilgin, 2003). *A. regius* örneklerinden elde edilen sonuçlar da bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerdir (Çizelge 4.4).

Balıklarda en önemli kimyasal bozulma olayı lipit fraksiyonlarında meydana gelir. Oksidatif proses, otooksidasyon sadece oksijen ve doymamış yağların reaksiyonu sonucu oluşur. İlk etapta hidroperoksit oluşumu balık dokusunda renk değişimine sebep olur. Hidroperoksitlerin indirgenmesiyle aldehit ve ketonlar oluşur. Bunlar acı tatdaki bileşiklerdir. Bu bileşiklerden biri malonaldehit olup TBA değerinin ölçülmesinde kullanılan bileşiktir (Huss, 1995). Aldehidik ikincil oksidasyon ürünlerinin bazıları, spektrofotometrik olarak belirlenen kırmızımsı renkte bir ürün oluşturan TBA ile reaksiyona girmektedir. Bu ilke kullanılarak TBARS (Tiyobarbiturik asit reaktif madde) ölçümü yapılabilmektedir. TBARS değerleri gıdalarda her g yağda 1-2  $\mu\text{mol}$  MDA-equiv üzerinde ya da her 1 kg balıkta 10  $\mu\text{mol}$  MDA-equiv değerleri acı bir tat oluşturmaktadır (Çelik ve Küçükgülmez, 2007). Connel (1995), TBA değeri 1-2 mg MDA/kg balık kası olan balık etinde sorgulanabilir lezzet ve koku gelişimi ile ilgilidir. Çünkü TBA, lipit oksidasyon ürünü olduğu için istenmeyen lezzete ve koku oluşumuna yol açar. Varlık vd. (1993), çok iyi bir materyalde TBA sayısı 3.'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 arası olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada taze balıkta 0. Gün  $0.07\pm0.005$ mg olan TBA değeri 7. Gün sonunda  $0.44\pm0.04$ 'e yükselmiştir. Dumanlanmış sarıağız balığında 0. gün TBA değeri 0.67 mg olarak hesaplanmış ve sıcak dumanlama işlemi ile TBA değerinin artmıştır. 56. gün sonunda TBA değeri  $1.12\pm0.20$  yükselmiştir fakat TBA değeri açısından limit değerleri aşmadığını göstermiştir.

Sarıağız balığı filetosunun buzda depolanması sırasındaki kalite değişimlerini araştırdığı çalışmada 7. günde  $0.86\pm0.10$ , 11. günde  $0.82\pm0.69$ , 18. günde bu değeri 2.55mg MDA/kg olarak bulmuşlardır (Hernandez vd., 2009).

Çalışmamızda buz ile depolama söz konusu olmadığı için taze sarıağız balıklarının buzdolabında depolanması 7. günde sona ermiştir. Bu nedenle ilk depolama günlerindeki TBA değişimi bu çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Kaya (1994), balık dumanlama teknolojisinde çeşitli faktörlerin kalite ve dayanma sürelerini araştırmıştır. Bu çalışmada incelenen sıcak dumanlanarak 4 °C'de depolanan alabalıkta 5. günde 0.86 olan TBA, 35. gün sonunda 2.02, tirsi balığında ise sırasıyla 0.79 ve 2.56 mgMA/kg'a yükselmiştir. Tez çalışmamızda depolamanın 56. günü elde edilen değer 1.12 mgMDA/kg olup Kaya (1994)'nın çalışma sonuçlarından daha düşük olduğu görülmüştür.

Eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nın sıcak dumanlanmasıyla besin bileşenlerindeki değişimlerin ve raf ömrünün belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, 43gün  $+4\pm1$  °C'de koruma altına alınan örneklerin dumanlama öncesi (taze) TBA düzeyi  $0.27\pm0.02$  mgMA/kg iken dumanlama işlemi sonrasında 1. günde  $0.63\pm0.06$  mgMA/kg olarak bulunmuştur. Oluşan bu farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir (Diler vd., 2002). Salama and Khalafalla (1993), *A. vulgaris*'in dumanlama öncesinde muamele edildiği tuz konsantrasyonunun bozulma göstergelerinden biri olan TBA değerine önemli rol oynadığını belirtmiştir, % 7.5'lik tuzluluğa sahip çözeltide bekletilen *A. vulgaris*'de % 15'lik çözeltide bekletilenlere göre depolama boyunca TBA değeri daha çok yükselmiştir. Sarıağız balığı ile yapılan bu çalışmada ise dumanlama sonrası TBA değerinde artış görülmüş, ancak bu artışın çok az olduğu depolamanın sonlarına doğru daha yüksek değerler sergilediği saptanmıştır (Çizelge 4.3 ve 4.4)

Balık ve ürünlerinin tazelik kontrollerinde çok fazla kullanılan kimyasal ölçütlerinden biri de TVB-N değeridir. TVB-N taze ve işlenmiş ürünlerin kalitelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. TVB-N değerine göre kalite sınıflandırılmasında, 25 mg/100g'a kadar "çok iyi", 30 mg/100g'a kadar olanlar "iyi", 35 mg/100g'a kadar olanlar da "pazarlanabilir" olarak değerlendirilmektedir (Varlık vd., 1993). Avrupa Birliği (EEC 1995)'nin bildirdiğine göre tüketilebilirlik limit değeri 35 mgN/100g kas'tır (Goulas ve

Kontaminasyon, 2005). TVB-N'nin değerine ilişkin çeşitli araştırmacıların farklı kabul edilebilirlik limit değerleri bulunmaktadır. Connell (1995), 35-40 mgN/100g; Caballero vd. (2000), 25-30 mgN/100g; Kim vd. (2002), 20-25 mgN/100g olarak bildirilmiştir. Bu durumun ürün farklılığı, spesifik uygulamalar ve işleme şartlarından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Goulas ve Kontaminasyon, 2005). Bu bilgiler ışığında sıcak dumanlama sonrası vakumlu paketlenen *A. regius*'nın TVB-N düzeyinin 56 günlük depolama süresi içinde tktilebilirlik sınır değerinin üzerine çıktığı grlmektedir. Çalışmamızın materyali olan *A. regius*'nın (taze) TVB-N değeri  $15.04 \pm 0.37$  mg/100g iken 7. gün sonunda  $19.07 \pm 0.22$  mg/100g'a yükseldiği grlmştr. Sıcak dumanlama işlemi uygulanarak  $4 \pm 1$  °C'de depolanan örneklerinde 1. günde  $19.58 \pm 0.22$  ve 49. günde  $35.97 \pm 0.22$  mg/100g olarak saptanmıştır (izelge 4.3, 4.4). Sıcak dumanlama sonrası TVB-N'deki değişimler önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur. Dumanlanmış sariağız balığı 56. günde tktilebilirlik sınır değerini aşmıştır (izelge 4.4). Depolama sırasında TVB-N değerindeki bu artışın beklenen bir durum olduğu, bunun nedeninin bakterial bozulma olduğu bildirilmiştir (Goulas ve Kontaminasyon, 2005)

Kolsarıcı ve zkaya (1998), taze gökkuşağı alabalığında 17.60 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değerinin sıcak dumanlama yapılarak  $4 \pm 1$  °C'de depolanan örneklerde 8. günde 2.45 ve 28. günde 27.57 mg/100g'a kadar düzenli bir artış gösterdiğini saptamıştır. Elde edilen bu sonuçlardaki değişimler bulgularımızla paralellik göstermektedir (izelge 4.4).

Sıcak dumanlama işlemi uygulanarak buzdolabı ( $4 \pm 1$  °C)koşullarında depolanan gökkuşağı alabalığı ve tirsı balığının raf ömrünün tespitiye yönelik yapılan bir çalışmada; depolamanın 5. günündeki TVB-N düzeyi 23.7; 35. günde 50.2; tirsı balığında ise 5. günde 23.5; 35. günde 50.1 mg/100g'a kadar artış göstermiştir (Kaya, 1994). Sözü edilen gruplar depolama süresince düzenli olarak artış göstermesi bakımından bulgularımızla uyumludur. Rakamsal farklılıklar ise çalışma şartları, balığın türü vb. nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada Plahar vd. (1999), sıcak dumanlama işlemiyle *Sardinella ssp.* ve *E. encrasicholus*'un TVB-N değerinin arttığını saptamıştır. Bu sonuçlar bulgularımızla paralellik içerisindedir. Ancak ortaya çıkan rakamsal farklılıklar; balık türüne, habitata, balığın yakalanma şekline vb. koşullara bağlı olduğu gibi, her iki çalışmadaki başlangıç TVB-N değerlerinin birbirinden farklı oluşuna göre de değişir.

Varlık vd. (1993), tüketime uygun su ürünlerinde TMA-N değerinin 1 mg N/100g ile 8 mgN/100g TMA arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Avrupa Birliği ise bu değeri 12 mg N/100g olarak bildirmektedir (Goulas ve Kontaminas, 2005). Taze sarıağız balığında 0. gün  $0.67 \pm 0.35$  mg/100g olan TMA değeri 7. Gün sonunda artış göstererek  $4.50 \pm 0.09$  mg /100g 'e yükselmiştir. Dumanlanmış sarıağız balığında 0. gün  $1.35 \pm 0.08$  mg/100g olan TMA değeri 56. gün sonunda  $5.57 \pm 0.02$  mg/100g değerine yükselmiştir. Bu bilgilere göre sarıağız balığında yapılan bu çalışmada elde edilen TMA sonuçları tüketilebilirlik özelliklerini kaybetmediklerini göstermektedir (Çizelge 4.3 ve 4.4).

TMA içeriği türe, yaşa, avlanma dönemine, kas tipine, balığın beslenme (Goulas ve Kontaminas, 2005), mikrobiyal flora ve pH değerine bağımlı olarak değişmektedir (Kyrana ve Lougovois, 2002). Erkan ve Özden (2008), bütün ve kesilmiş sardalya balıklarının buzda depolanması sırasında kalite değişimlerini incelemişler ve başlangıçta kesilmemiş 2.5 mg /100g, kesilmiş 2.6 mg /100g olan değerler depolama sonunda sırasıyla 4.16 ve 2.36 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Deniz balıklarında TMA-N bozulma bakterilerinin enzimatik aktiviteleri sonucu TMAO bileşiğini parçalamalarıyla üretildiği bildirilmiştir (Dalgaard, 1995). Dalgaard (2003), TMAO içeren deniz ürünlerinde bulunan çok az TMA'in spesifik bozulma organizma sayısının artması sonucu üretildiğini bu yüzden TMA değerinin bozulma indeksi olarak kullanılabileceğini tazelik indeksi olarak kullanılamayacağını bildirmiştir. Genç vd. (2013), vakum paketlenmenin soğuk depolama sırasında sarıağız balığı filetolarının kalitesine etkisini inceledikleri

alışmalarında TMA-N değerini başlangıçta  $0.70\pm0.49$  mgN/100g olarak, depolama sonunda vakumsuz paketlerde  $1.43\pm1.70$  mgN/100g, vakumlu paketli örneklerde  $2\pm0.96$  mgN/100g olarak belirlemişlerdir. Araştırıcılar sariağız balığı filetolarının TMA değeri açısından depolamanın sonunda bozulmadığını bildirmişlerdir.

### 5.3.Mikrobiyolojik Değişimler

Aerobik koşullarda, soğuk ortamda depolanan balık ve balık ürünlerinde bakteriyel bozulmaya genellikle Gram negatif psikrotrofik bakterilerin (*Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Flavobacterium* spp., H<sub>2</sub>S üreten bakteriler)neden olduğu bildirilmiştir (Huss, 1994). Su rnlerinde raf ömrünün belirlenmesinde kullanılan parametrelerden birisi de mikrobiyolojik analiz sonuçlarıdır. Masniyom (2011), balıklarda ve kabuklularda mikrobiyal bozulmaya mikroorganizma ve enzim aktivitesinin neden olduğunu, mikroorganizma gelişiminin çevresel faktörler, taşıma, hasat yöntemi ve habitat ve depolama ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Mikrobiyolojik bozulma kriteri, taze balık ve ürünleri için limit değer  $10^6$  - $10^7$  kob/g (6-7 log kob/g) olarak bildirilmektedir ( ICMSF, 1986; aklı, 2007; Sallam, 2007).

Taze ve dumanlama işleminden sonra depolanan sariağız balıklarında meydana gelen mikrobiyolojik değişimleri izelge 4.5- 4.6'da verilmiştir. Mikrobiyolojik kriter olarak seçilen bütün bakteri çeşitlerinde başlangıç değerlerinin oldukça düşük olduğu gözlenmektedir. Bu da materyalin hijyenik şartlarda işlendiğinin bir göstergesidir. Sıcak dumanlama teknolojisinde hammaddedeki mikroorganizmaların bir kısmı uygulanan ön işlemlerle (tuzlama), sıcaklığın ve dumanın etkisiyle azaltılabilirse de tamamen yok edilemez. Bu yüzden dumanlama teknolojisi uygulanacak balığın başlangıçtaki mikroorganizma yükü son ürünün raf ömrü için oldukça önemlidir.

Başlangıçta  $3.25\pm0.14$  logkob/g olan TMAB değerleri depolamaya bağlı olarak artış göstermiştir. Depolama süresince bakteri sayılarındaki artışlar istatistiki olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Depolamanın 7. gününde taze sariağız balığının

TMAB sayıları  $5.97 \pm 0.05$  logkob/g olarak belirlenirken 9. günde  $7.87 \pm 0.13$  logkob/g'a yükseldiği tespit edilmiştir. Dumanlamış sariağız balığında 0. günde TMAB sayısı  $2.55 \pm 0.07$  logkob/g iken depolamanın 49. gününde  $8.15 \pm 0.13$  logkob/g'yükseldiği belirlenmiştir.

Özoğul vd. (2000), yaptıkları çalışmada ringa balıklarını buzda, soğuk ortamda ( $+2$  °C) MAP ve VP olarak depolamışlar ve kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalitesini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre taze olarak soğuk depolanan MAP ve VP ringa balıklarında toplam mezofilik bakteri sayıları sırasıyla  $<6$  logkob/g ve  $6$  logkob/g olarak ve buz üzerinde depolanan örneklerde ise  $>6$  logkob/g olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda mezofilik bakteriler için bu değerlere 9. günde ulaşılmıştır.

Taze sariağız balığının depolamanın başlangıcında  $3.07 \pm 0.12$  log kob/g olan TPAB değerleri depolama süresine bağlı olarak artmıştır ( $P < 0.05$ ) ve depolamanın 9. gününde  $7.56 \pm 0.24$  log kob/g olarak belirlenmiştir. Dumanlanmış sariağız balığının 0. Gününde TPAB değeri  $2.60 \pm 0.17$  logkob/g olarak belirlenmiştir ve 42. gün sonunda  $6.56 \pm 0.21$  logkob/g yükseldiği gözlemlenmiştir.

İki farklı (sıcak ve soğuk) dumanlama tekniğinin gökkuşağı alabalıklarına uygulandığı bir çalışmada raf ömrünü tespit etmek için mikrobiyolojik analizler yapılmış ve TMAB ve TPAB sayılarının her iki yöntemde arttığı belirlenmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998). Diler vd. (2002), sıcak dumanlama uygulanan eğrez (*Vimba vimba tenella*) balıklarında TMAB sayısının depolamaya bağlı arttığını ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da aynı yönde her iki mikroorganizma grubunda depolamaya bağlı artış görülmüştür (Çizelge 4.5 ve 4.6).

Çaklı vd. (2007), iç organları çıkarılmış çipura ve levrek balıklarının buzda depolanması sırasında meydana gelen kalite değişimlerini incelemişlerdir. Taze çipura balıklarının psikrofilik bakteri sayıları  $2.31$  logkob/g olarak belirlenirken bu değer depolamanın son günü olan 18. günde  $8.13$ 'e yükselmiştir. Bununla beraber aynı şartlarda depolanan levrek balıklarında da benzer sonuçlar

gözlenmiştir. Çalışmamızda taze ve 9 gün boyunca soğuk depolanan sarıağız balıklarının TPAB sayıları çipura ve levrek balıklarına göre daha düşük bulunmuştur. Bu farklılığın balıkların başlangıçtaki hijyenik kalitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öksüztepe vd. (2010), koliform bakterilerin temiz sularda avlanan balıkların deri ve kaslarında bulunmadığını, işlem görmemiş balık etinin steril kabul edildiğini, bu grup bakterilerin, balığın fekal kontaminasyonlu sulardan avlandığını veya avlandıktan sonra gördüğü muamelelerle bulaşma sonucu mevcut olabileceğini bildirmektedirler. Aynı araştırmacıların Jay (1996), Saunders (1983) ve Shewan (1971)'dan bildirdiklerine göre koliform miktarı balıklarda en fazla  $2 \times 10^2$  kob/g;  $2.5 \times 10^2$  kob/g; ya da  $1.6 \times 10^3$  olmalıdır.

Koliform grubu bakteri sayıları çalışmanın başında taze balıkta gözlemlenmemiş olup 9. gün sonunda depolama süresine bağlı olarak  $1.36 \pm 0.09$  log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu değerin de limit değerin altında olduğu görülmektedir. Dumanlanmış sarıağız balığında ise depolama süresince koliform grubu bakteriye rastlanılmamıştır.

Maya ve küfler balıklarda flora içinde bulunmazlar. Bu mikroorganizmaların toprak orijinli olduğu, balıkların avlandığı sırada kullanılan ekipmanlardan bulaşabileceği bildirilmektedir (Öksüztepe vd., 2010).

Yaptığımız çalışmada taze sarıağız balıklarında maya-küf sayıları taze balığın 0., 3., 5., 7., günlerinde tespit edilemezken 9. Günde  $2.53 \pm 0.07$  logkob/g olarak belirlenmiştir. Dumanlanmış sarıağız balığının 56. gün sonunda tespit edilip bu değer  $2.46 \pm 0.03$  log kob/g olarak tespit edilmiştir.

*V. vimba tenella*'nın sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak  $4 \pm 1$  °C'de 43 gün depolandığı ve bu süre içerisinde kalite parametrelerinin araştırıldığı bir çalışmada, taze balıkta, 1. günde maya-küf sırasıyla  $2.05 \pm 0.06$  log10kob/g; 28. günde  $4.81 \pm 0.02$  log10kob/g sayılarına değin artmıştır (Diler vd., 2002).

Su ürünleri için kabul edilen limit değerlere göre; mikrobiyolojik analizler taze sarıağız balıklarının depolamanın 7. gününden sonra, sıcak dumanlanmış sarıağız balıkları da depolamanın 35. gününden sonra tüketim özelliklerini yitirmişlerdir (Çizelge 4.5 ve 4.6).

#### **5.4.Duyusal Değişimler**

Duyusal analizler beş duyu ile yapılan analizler olup bu yönetime organoleptik yöntem de denilmektedir. Bu yöntem gıdanın kalite hakkında kara vermede ön plandadır ve kalite kontrolde çok önemli bir yere sahiptir (Varlık vd., 1993). Duyusal değerlendirme, su ürünleri işlemeciliğinde kalitenin ve tazeliğin belirlenmesinde kilit role sahiptir (Çaklı, 2007).

Sıcak dumanlanmış sarıağız balıklarının duyusal değerlendirmesinde panelistlerden dumanlanmış balık örneklerini renk, görünüm, tat, koku ve tekstür bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Örneklerin 10-0 puan arasında iyiden kötüye doğru değerlendirmeleri yapılmış ve <3 puan alan örnek tüketilemez olarak değerlendirilmiştir.

Dumanlanmış sarıağız balığında örneklemeler 56. güne kadar devam etmiştir.1. gün renk, görünüş, koku, tat ve tekstür test sonuçları sırasıyla  $8\pm0.21$ ,  $8.20\pm0.21$ ,  $8.30\pm0.15$ ,  $8.50\pm0.22$  ve  $8.30\pm0.26$  olarak tespit edilmiştir. 42. günden sonra tat testi yapılmamıştır. Duyusal açıdan 49. gün örneklemelerinde 3'ün altında değer tespit edilemediği için örneklemeye bir hafta daha devam edilmiştir. 56. Gün sonunda tüm değerlerde gözle görülür bir şekilde düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.7). Bolat vd. (2009), tatlisu yengeci kabuklarından kitin-kitosan eldesi ve kitosanın su ürünlerinin muhafazasında kullanımına ilişkin yaptıkları çalışmada hiçbir işlem görmemiş vakum paketli sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığının buzdolabı koşullarında depolama süresince duyusal değerlerde azalış görülürken tüm parametreleri bakımından 30 günlük depolamada kabul edilebilir değerlerde kalmıştır. Bu sonuç bulgularımızla benzerdir.

Doğan (2013), uçucu yağlarla zenginleştirilmiş kitosan filmlerin dumanlanmış gökkuşığı alabalığı filetoalarının kalite özelliklerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada farklı gruplar oluşturulmuş ve tüm gruplarda depolamaya bağlı duyusal parametrelerde azalma tespit edilmiştir. Bulgularımızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Diğer bir çalışmada sıcak dumanlanmış gökkuşığı alabalığı filetoalarına kekik ve sarımsak yağı ilave edilerek vakum paketlenme yapılmış ve 7 hafta süresince kalite değişimleri incelenmiştir. Kontrol grubu (sıcak dumanlanmış) örneklerin 5 hafta diğerlerinin daha uzun süre tazeliklerini koruduğu saptanmıştır. Çalışmamızda da hiçbir ilave yapılmayan vakum paketlenmiş sıcak dumanlanmış alabalıkların 7 hafta duyusal açıdan tüketilebilir özelliğini koruduğu saptanmıştır. Erkan (2012)'nin çalışması ile bizim çalışmamız arasında hiçbir katkı madde ilave edilmeyen sıcak dumanlanmış ve vakum paketlenmiş balıkların raf ömürleri arasındaki 2 haftalık fark dumanlama yöntemi ve balık türünden kaynaklanabilir.

## 5.5. Sonuç

1. Kimyasal bileşen analizleri sonucunda yağ içeriğinin diğer kültürü yapılan Akdeniz türlerine göre oldukça düşük olmasıyla diyetetik değere sahip bir tür olduğu anlaşılmıştır. Yağın kalitesi ve protein değeri açısından besleyici değeri yüksek olan bir tür olduğu hem bu çalışmada hem de diğer çalışmalarda belirlenmiştir. Sariağız balığının doymamış yağ asitleri yönünden zengin bir tür olduğu özellikle PUFA bakımından zengin bir tür olduğu, her örnekleme döneminde en yüksek değerin PUFA'ya ait olduğu saptanmıştır. Sıcak dumanlama sonrası toplam PUFA ve toplam MUFA değerlerindeki depolamaya bağlı azalmanın olduğu bu azalmanın düşük oranlarda olduğu belirlenmiştir. Beslenme açısından önem taşıyan DHA içeriğinin yüksek olduğu, bu bağlamda yağ içeriği açısından besinsel öneminin olduğu ortaya konulmuştur. Sıcak dumanlama ve depolama işlemlerinin DHA içeriği üzerinde fazla bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

2. Tez çalışmamızda yapılan analizler sonucu bulunan EPA + DHA değerinin, ilgili literatürlerde bildirilen (Amerikan Kalp derneği günde 500 mg EPA+DHA alınmasını tavsiye etmektedir) günlük EPA + DHA ihtiyacını karşılayabileceği sonucuna varılmıştır. Plazma lipid seviyesi ve kalp sağlığı için önem arzeden n3/n6 oranının ideal sınırlarda olduğu belirlenmiştir. Yağ asiti analizleri sonucu n-6 grubu yağ asitlerinin n-3'lerden daha az olduğu, n-6 yağ asitlerinden biri olan Linoleik asit (18:2 n-6)'in n-6'lar içerisinde en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir.
3. Kimyasal kalite açısından pH, TBA ve TMA değerlerinin hem taze hem de sıcak dumanlanmış balıkların depolanması sırasında limit değerleri aşmadığı, proteinler açısından önemli bir bileşik olan TVB-N'nin ise sıcak dumanlanmış örneklerin 49. gününde sınır değeri aştığı tespit edilmiştir.
4. Su ürünleri için kabul edilen mikrobiyolojik limit değerlerine göre; taze sarıağz balıkları depolamanın 7. gününden sonra, sıcak dumanlanmış sarıağz balıkları da depolamanın 35. gününden sonra tüketim özelliklerini yitirmişlerdir.
5. Elde edilen bulgulardan anlaşılabileceği gibi ülkemizde yetiştiriciliği yapılmakta olan sarıağz balığının besin bileşenleriyle insan beslenmesi için önemli bir gıda kaynağı olduğu görülmektedir.
6. Sarıağz balığının dumanlama teknolojilerine uygun bir materyal olduğu, farklı işleme teknolojilerinin uygulanması sonucu ürün için çeşitli tüketim olanağının sağlanabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akşiray, F., 1987. Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı. İst. Üniversitesi Rektörlüğü yayınları. No: 3490, II. Baskı, 811s, İstanbul.
- Altuğ, T., Elmacı, Y., 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım, 150s, İzmir.
- Anonim, 2001. Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı. DPT:2575-OİK:588, 142s, Ankara.
- Anonim, 2003. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, 2005. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, 2014. The Global Marketplace. Eurofish Magazine 6-8May, 2014.
- Anvari, M., Rezaei,m., Kim, S.M., 2014. Biochemical Quality and Polyunsaturated Fatty Acids Content Assessments in Cold-Smoked Kutum (*Rutilus frisii kutum*): Effect of Smoking Time. International Journal of Food Properties, DOI: 10.1080/10942912.2013.805768.
- AOAC, 2000. AOAC Official Method 971.14. Trimethyamine Nitrogen in seafood. Colorimetric Method, First Action 1971, Final Action 1972, Official Methods of Analysis of AoacInternational 17<sup>th</sup> Edition.
- Arslan, A., Çelik, C., Gönülalan, Ateş, G., Kök, A., Kaya, A., 1997. Vakumlu ve Vakumsuz Aynalı Sazan (*Cyprius carpio* L.) Pastırmalarının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesinin İncelenmesi, Turk Journal Veterinary Animal Sciences., 21, 23-29.
- Balıkçılar.net, 2010. ErişimTarihi: 24.03.2010 <http://www.balikcilar.net>.
- Banja, B.A.M., 2002. Shelf Life Trial on Cod (*Gadus morhua* L.) and Haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) Stored on Ice Around 0 °C. The United Nations University, Fisheries Training Programme, Final Project, 29p Iceland.
- Bauchart, C., Chambon, C., Mirand, P.P., Savary-Auzeloux, I., Rémond, D., Morzel, M., 2007. Peptides in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Muscle Subjected to Ice Storage and Cooking. Food Chemistry, 100(4), 1566-1572.
- Bektaş O., 2010. Doğada yaşayan ve Kültürü Yapılan Sarıağız Balığı (*Argyrosomus regius* (Asso, 1801)'nın bazı Besin Bileşenleri ile Et veriminin Karşılaştırılması. Tübitak 2209 nolu proje.

- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M., Gülyavuz, H., 2001. *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)'un Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Değerlendirilmesi ve Kimyasal Bileşenlerinin Tespiti. Turk. Journal Veterinary. Animal Sciences. 25(3), 309-312.
- Bilgin, Ş., 2003, Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Dağ Alabalığı (*Salmo trutta magrostroma*, DUMERİL 1858)'nın Kimyasal Yapısındaki Değişimler. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü., Doktora Tezi, 130s, Isparta.
- Bligh, E.G., Shaw, S.J., Woyewoda, A.D., 1988. Effects of Drying and Smoking on Lipids of Fish. In: Fish Smoking and Drying. (Burt, J.R.- eds.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., pp.41-53, London and New York.
- Bolat, Y., Bilgin, Ş., İzci, L., Günlü, A., Koca, S.B., Çetinkaya, S. 2009. Ekonomik Olarak Değerlendirilmeyen Tatlısu Yengeci Kabuklarından Kitin-Kitosan Eldesi ve Kitosanın Su Ürünlerinin Muhafazasında Kullanımı. Tübitak Proje No: 1070511, Isparta.
- Botta, J.R., Lauder, J.T., Jewer, M.A. 1984. Effect of methodology on total volatile basic nitrogen determination as an index of quality of fresh Atlantic cod (*Gadus morhua*). Journal of Food Science. 49: 734-736.
- Bragadóttir, M., 2001. Endogenous Antioxidants in Fish. University of Iceland, Department of Food Science, Master of Science, 59p.
- Burt, J.R., 1988. The Effects of Drying and Smoking on the Vitamin Content of Fish Smoking and Drying. In: Fish Smoking and Drying: The Effect of Smoking and Drying on The Nutritional Properties of Fish. (Burt, J.R., - eds.) Elsevier Applied Fish Science Publishers Ltd., pp.53-60, London and New York.
- Bykowski, P., Dutkiewicz, D., 1996. Freshwater Fish Processing and Equipment in Small Plants. FAO Fisheries Circular, No 905, 59p, Rome.
- Cardinal, M., Gunnlaugsdóttir, H., Bjoerndal, M., Ouisse, A., Vallet, J. L., Leroi, F., 2004. Sensory characteristics of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) from European market and relationships with chemical, physical and microbiological measurements. Food Research International, 37(2), 181-193.
- Çaklı, S., Kılınç, B., Cadun, A., Dinçer, 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(5), 391-397.
- Çaklı, Ş., 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üniversitesi. Yayın No:76, Su Ürünleri Fakültesi. ISBN: 978-975-483-7611-2, Cilt 1, 696s.

- Çelik, M., Küçükgülmez, A., 2007. Taze balıkta kalite ve kalite değişimleri. (Quality and Quality changes in Fresh Fish: Eds. H.H.Huss). FAO Balıkçılık Teknik Not 348, Ankara.
- Connell, J.J., 1995. Control of Fish Quality, Fishing News Books, A Division of Blackwell Science Ltd., 256p.
- Dalgaard, P., 1995. Qualitative and Quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish. Int. Journal of Food Microbiology. 26, 319-333.
- Dalgaard, P., 2003. Fish/spoilage of seafood. Encyclopedia of food science and nutrition. Elsevier science pp 2462-2471.
- Diler, A., Işıklı, B.I., Gürer, A., Doğruer, Y., 2002. Sıcak Dumanlanan Eğrez Balığının (*Vimba vimba tenella*) Kalitesine Etkisi, Vet. Bil. Derg. 8(3-4), 71-77.
- Diler, A., Güner, A., Altun, S., Ekici, S., 2008. Farklı sıcaklık ve hava akım hızında kurutmanın Sudak Balığı (*Stizostedion licoperca*) Filetolarının Kalite Niteliklerine Etkisi. Vet. Bil. Dergisi, 24, 77-86.
- Dinçer, T., Yünlü, A.C., Gamsız, K., 2008. Profile of a new Cultured species (*Agyrosomus regius*). 1st International Congress of Seafood Technology 18-21 May 2008, Çeşme-İzmir 220-223.
- Doğan, G., 2013. Uçucu yağlarla zenginleştirilmiş kitosan filmlerin dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.1792) filetolarının kalite özelliklerine etkisi. SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 78s., Isparta.
- Dondero, M., Cisternas, F., Carvajal, L., Simpson, R., 2004. Changes in Quality of Vacuum-Packed Cold-Smoked Salmon (*Salmo salar*) as a Function of Storage Temperature. Food Chemistry, 87(4), 543-550.
- El-Shebly, A. A., El-Kady, M. A. H., Hussin, A. B., Hossain, Md. Y. 2007. Preliminary Observations on the Pond Culture of Meagre *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) 8Sciaenidae in Egypt. Journal of Fisheries and Aquatic Science 2 (5): 345-352.
- Erkan, N., Özden, Ö., 2007. Proximate Composition and Mineral Contents in Aquacultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), Sea Bream (*Sparus aurata*) Analyzed by ICP-MS. Food Chemistry, 102(3), 721-725.
- Erkan, N., Özden, Ö., 2008. Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. International Journal of Food Science and Technology 43, 1549-1559.
- Erkan, N., 2012. The Effect of Thyme and Garlic Oil on the Preservation of Vacuum-Packaged Hot Smoked Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Bioprocess Technol. 5, 1246-1559.

- Ertaş, A.H., 2000. Tütsülemenin Et Ürünlerindeki Etkileri. Gıda, 25(2), 107-111.
- Espe, M., Nortvedt, R., Lie, Ø, Hafsteinsson, H., 2001. Atlantik Salmon (*Salmo salar*, L) as Raw Material for The Smoking Industry. I: Effect of Different Salting Methods on The Oxidation of Lipids. Food Chemistry, 75(4), 411-416.
- Espe, M ., Nortvedt, R., Lie, Ø, Hafsteinsson, H., 2002. Atlantik Salmon (*Salmo salar*, L) as Raw Material Fort The Smoking Industry. II: Effect of Different Smoking Methods on Losses of Nutrients and on The Oxidation of Lipids. Food Chemistry, 77(1), 41-46.
- Fernandez, J., Pérez-Alvarez, J.A., Fernández-López, J.A., 1997. Thiobarbituric Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat. Food Chemistry, 59(3), 345-353.
- FAO, 2006. Erişim Tarihi: 13.01.2011. <http://www.fao.org>.
- FAO, 2008. Erişim Tarihi: 13.01.2011. <http://www.fao.org/fishery/>
- FAO, 2010. Erişim Tarihi: 24.03.2010. <http://www.fao.org/fishery/Argyrosomus-regius/en>.
- Fishbase, 2014. Erişim Tarihi: 7.05.2014. <http://www.fishbase.org/>(Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2011.FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, 04/2014).
- Genç, İ.Y.,Esteves, E., Anibal, J., Diler, A.,2013. Effects of chilled storage on quality of vacuum packed meagre fillets. Journal of Food Engineering 115 486-494.
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara, 261 s.
- Gökoğlu, N., Varlık, C., 1992. Dumanlanmış Gökkuşığı Alabalığının (Salmogairdneri R. 1836) Raf Ömrü Üzerine Araştırma. Gıda Dergisi, 17(1), 61-65.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Su Vakfı Yayınları, 157s İstanbul.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G., 2005. Effect of Salting and Smoking-Method on The Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemi cal and Sensory Attributes. Food Chemistry, 93(3), 511-520.
- Gülyavuz, H., Altinkurt, K., 1991. Besin İşleme Teknolojisi. Milli Eğitim Basım Evi, 320 s., İstanbul

- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Şahin Matbaası, 366s, Ankara.
- Grigorakis, K., 2007. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: a review. *Aquaculture*, 272, 55–75.
- Grigorakis, K., Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Mittakos, I., Nathanailides, C., 2011. Lipid quality and filleting yield of reared meagre (*Argyrosomus regius*). *Int. Journal of Food Science & Technology* 46, 711–716.
- Günlü, A., 2007. Yetiştiriciliği Yapılan Deniz Levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) Dumanlama Sonrası Bazı Besin Bileşenlerindeki Değişimler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 123s, Isparta.
- Halver, J.E. 1972. Fish Nutrition. Academic Press, Inc. Orlando, Florida 32887, 713 p.
- Hassan, I.M. 1988. Processing of Smoked Common Carp Fish and its Relation to Some Chemical, Physical and Organoleptic Properties, *Food Chemistry* 27, 95-106.
- Hernandez, M.D., Lopez, M.B., Alvarez, A., Ferrandini, E., Garcia-Garcia, B., Garrido, M.D. 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meager (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chemistry*, 114, 237-245.
- HMSO, UK, 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). London: HMSO.
- Holland, B., Welch, A., Unwin, I.D., Buss, D.H., Paul, A.A., Southgate, A.T., 1991. The Composition of Foods. Section 2.6. Fish and Fish Products. Fifth revised and Extended Edition. Royal Society of Chemistry. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 462 p.
- Horner, W.F.M., 1997. Preservation of Fish by Curing (Drying, Salting and Smoking). In: Fish Processing Technology. (Hall, G.M., eds.), Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman & Hall, pp 32-73, London.
- Hultmann, L., Røra, A.M.B., Steinsland, I., Skara, T., Rustad, T., 2004. Proteolytic activity and properties of proteins in smoked salmon (*Salmo salar*)-effects of smoking temperature. *Food Chemistry*, 85(3), 377-387.
- Huss, H.H., 1994. Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical paper, No. 334. Roma: FAO.
- Huss, H.H., 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fisheries Technical Paper, 348p, Rome.

- Icmfs, 1986. Sampling plans for fish and shellfish. In: ICMFS (Ed.) Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications, Second Edition, University of Toronto Press, Toronto, Canada pp 181-196.
- Ikutegbe,V., Sikoki,F. 2014. Microbiological and biochemical spoilage of smoke-dried fishes sold in West African open markets. Food Chemistry, 161 332-336.
- İkiz, R., Gülyavuz, H., Küçük, F., 1994. Dumanlanmış Yılan Balıkları (*Anguilla anguilla* L., 1758) Etlerinin Kimyasal Yapısı Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniv. XII. Ulusal Biyoloji Kong., 6-8 Temmuz, Edirne.
- Jittinandana, S., Kenney, P.B., Slider, S.D., Kiser, R.A., 2002. Effect of Brine Concentration and Brining Time on Quality of Smoked Rainbow Trout Fillets. Journal of Food Science, 67(6), 2095-2099.
- Kaya, Y.,1994. Balık Dumanlama Teknolojisinde Çeşitli Faktörlerin Kalite veDayanma Sürelerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, 59s., Sinop.
- Kim, M.Y., Joeng, W.S., Chung, S.K., 2002. The Physicochemical Quality Characteristics of Charcoal Grilled Mackerels, Journal of Food Science, 67(3), 1255-1259.
- Kinsella,J.E., Broughton, K.S., Whelan, J.W. 1990. Dietary unsaturated fatty acids: interactions and possible needs in relation to eicosanoid synthesis. The Journal of Nutritional Biochemistry 1: 3, 123-141.
- Kolsarıcı, N., Özkaya, Ö., 1998. Gökkuşuğu Alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemleri ve Depolama Sıcaklığının Etkisi. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 22, 273-284, Ankara
- Kopuz, 2010. Erişim Tarihi: 24.03.2010. <http://www.kopuz-mar.com/company-1.htm>.
- Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., Appel, L.J., American Heart Association Nutrition Committee 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circulation, 106, 2747-2757.
- Kyranas, V.R., Lougovois, V.P., Valsamis, D.S. 1997. Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. Int. J. Food Sci Technol. 32, 339-347.
- Kyranas, V.R., Lougovois, V.P., 2002. Sensory, Chemical and Microbiological Assessment of Farm-Raised European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored in Melting Ice. International Journal of Food Science and Technology, 37(8), 319-328.

- Leroi, F., Joffraud, J.J., Chevalier, F., Cardinal, M., 1998. Study of The Microbial Ecology of Cold-Smoked Salmon During Storage at 8 °C. *International Journal of Food Microbiology*, 39 (1) 111-121.
- Lovell, R.T., 1975. *Laboratory Manual for Fish Feed Analysis and Fish Nutrition. Studies.* Auburn University Department of Fisheries and Allied Aquacultures, International Center for Aquaculture, 63Pp.
- Lovell, R.T. 1981. *Laboratory manuel for fish feed analysis and fish nutrition studies,* Department of Fisheries and Allied Aquacultures International Center for Aquaculture, Auburn University, 65 pp.
- Lung, K.E., Nielsen, H.H., 2001. Proteolysis in Salmon (*Salmo salar*) During Cold Storage; Effects of Storage Time and Smoking Process. *Journal of Food Biochemistry*, 25(5), 379-395.
- Martin, A.M., 1994. *Fisheries Processing. Biotechnological Applications* Published by Chapman & Hall 2-6, ISBN: 0412584603, London, 494 p.
- Masniyom, P. 2011. Deterioration and shelf life extension of fish and fishery products by modified atmosphere packaging. *Songklanakarin Journal Science Technology* 33(2),181-192.
- Motohiro, T., 1988. Effect of Smoking and Drying on The Nutritive Value of Fish: A Review of Japanese Studies. In: *Fish Smoking and Drying* (Burt, J.R.,-eds). Elsevier Applied Science Publishers CTD, pp.91-120, London and New York.
- Nicholas, T., A., 1992. *Antimicrobial Use of Native and Enzymatically Degraded Chitosans for Seafood Applications.* The University of Maine The Graduate School, Master Thesis 130p, Maine.
- Nykänen, A., Lapveteläinen, A., Hietanen, R.M., Kallio, H., 1999. Applicability of Lactic Acid and Nisin to Improve The Microbiological Quality of Cold-Smoked Rainbow Trout. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung undForschung A*, 208(2), 116-120.
- Nunes, M.L., Bandarra, N.M., Batista,I., 2003. Fish products: Contribution for a healthy food. *EJEAFChe* (Electronic journal of environmental, Agricultural and Food Chemistry) 2 (4), 453-457.
- Opsvedt, J., 1988. Influence of Drying and Smoking on Protein Quality. In: *FishSmoking and Drying.* (Burt, J.R.- ed.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, pp.41-53, London and New York.
- Öksüztepe, G., Çoban,Ö.E., Güran,H.Ş. (2010). Sodyum Laktat İlavesinin Taze Gökkuşığı Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) Yapılan Köftelere Etkisi. *Kafkas Üniversiesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 65-72.

- Özdamar, K., 2001. SPSS ile Biyoistatistik. Kaan Kitabevi, 452s., Eskişehir.
- Özden, Ö., Gökoğlu, N., 1996. Sardalya Balığının *Sardina pilchardus* (W. 1792 ) Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Soğuk Depolamanın Etkisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 13(1-2), 89-95.
- Ozden, O., Erkan, N., 2008. Comparison of biochemical composition of three aqua cultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). International Journal of Food Science and Nutrition, 59, 545–557.
- Özoğul, F., Taylor, K.D.A. Quantick, P., Özoğul, Y., 2000. Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. Food Chemistry, 71, 267-273.
- Özogul, Y., 2007. F. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black seas. Food Chemistry, 100, 1634–1638.
- Patır, B., Duman, M., 2006. Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Muhafazası Sırasında Oluşan Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Belirlenmesi Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 18 (2), 189-195,
- Piccolo, G., Bovera, F., Riu, N.D., Marono, S., Salati, F., Cappuccinelli, R., Moniello, G., 2008. Effect of two different protein/fat ratios of the diet on meagre (*Argyrosomus regius*) traits. Italian Journal Veterinary. Animal Sciences. 7(3) 363-371.
- Piggott, G.M., B.W. Tucker. 1990. Effects of technology on nutrition. Marcel Dekker, New York .
- Poli, B, M., Parisi, G., Zampacavallo, G., Iurzan, F., Mecatti, M., Lupi, P., Boneli, A. 2003. Preliminary Result on Quality and Changes in Reared Meagre (*Argyrosomus regius*): Body and Filet Traits and Freshness changes in Refrigerated Commercial-size Fish. Aquaculture International 11: 301-311.
- Plahar, W.A., Nerquaye-Tetteh, G.A., Anan, N.T., 1999. Development of an Entegrated Quality Assurance System for The Traditonal Sardinella sp. And Anchovy fish Smoking Endustry in Ghana, Food Control, 10, 15-25.
- Ribeiro, B., Cardoso, C., Silva, H.A., Serrano, C., Ramos, C., Santos, P.C., Mendes, R., 2013. Effect of grape dietary fibre on the storage stability of innovative functional seafood products made from farmed meagre (*Argyrosomus regius*). International Journal of Food Science and Technology 2013, 48, 10–21.

- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2001. Changes in Free Amino Acids During Chille Storage of Hake (*Merluccius merluccius* L.) in Controlled Atmospheres and Their Use as a Quality Control Index. Eur. Food. Res. Technol. 212, 302-307.
- Salama,N.A., Khalafalla, G.M., 1993.Chemical, Bacteriological and SensoryChanges in Eel Fish (*Anguilla vulgaris*) During Smoking and Storage. Archiv für Lebensmittelhygiene 44(1), 1-24.
- Sallam,K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18(5) 566-575.
- Serdaroğlu, M., Deniz, E.E., 2001. Balıklarda ve Bazı Su Ürünlerinde Trimetilamin (TMA) ve Dimetilamin (DMA) Oluşumunu Etkileyen Koşullar. E.Ü. SuÜrünleri Dergisi. 18(3-4), 575-581.
- Sigurgisladottir, S., Sigurlardottir, M.S., Torrissen O., Vallet, J.L., Hafsteinsson, H., 2000. Effects of Different Salting and Smoking Process on the Microstructure, the Texture and Yield of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fillets. Food Research International. 33(10), 847-85.
- Shahidi, F., E. Durnford. 1998. Flavor of fish meat. In: Flavor of meat, meat products and seafoods. (Shahidi, F., -ed.) Blackie Academic & Professional, pp.131-152, London.
- Tokşen, E., Gamsız, K., Nemli, E. Yetiştiriciliği Yapılan Sariağz (*Argyrosomus regius*, Asso,1801) Balıklarında Görülen Benedenia sciaenae van Beneden, 1856 (Monogenea: Capsalidae) Enfestasyonu. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 31 (1):75-78. 2007.
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2008. Erişim tarihi: 10.03.2013 ISSN: 1013-6177, 70s. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2012. Erişim tarihi: 15.04.2013 <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>.
- Ünal, G., 1995. Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Tek. Anabilim Dalı Doktora Tezi, 120s, İzmir.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No: 17, 174 s.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T. 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi ders kitabı İstanbul Üniversitesi yayın no:4465 s129-176.

- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., 2007. Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol. İstanbul Ünversitesi Yayını No. 4662, FakülteYayın No:8, 2002s, İstanbul.
- Vasiliadou, S., Ambrosiadis, I., Vareltzis, K., Fletouris, D., Gavriilidou, I., 2005. Effect of Smoking on Quality Parameters of Farmed Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) and Sensory Attributes of the Smoked Product. European Food Research and Technology, 2217, 232-236.
- Vishwanath, W., Lilabati, R., Bijen, M., 1998. Biochemical, Nutritional and Microbiological Quality of Fresh and Smoked Mud Eel Fish *Monopterus albus*-Comparative Study. Food Chemitry, Vol: 61, No. V2, 153-156 pp.
- Yanar, Y., Çelik, M., Akamca, E., 2006. Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked tilapia(*Oreochromis niloticus*) stored at 4 °C. Food Chemistry, 97, 244-247.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayça DEĞİRMENCİ(PERİN)

Doğum Yeri ve Yılı : Kınık, 1987

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : aycaperin@gmail.com

Taranmış  
Fotoğraf  
(3.5cm x 3cm)

## Eğitim Durumu

Lise : Bergama Cumhuriyet Lisesi, 2004

Lisans : SDÜ, Eğırdır Su Ürünleri Fakültesi,2009

**Çalıştığı Kurum ve Yıl:** Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı-2011

## Yayınları