

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VAKUMDA AMBALAJLI GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) HAVYARININ ÜRETİMİ VE
MUHAFAZASI SIRASINDA DUYUSAL İLE KİMYASAL
KALİTESİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER**

Emine ÖZPOLAT

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

ELAZIĞ, 2006

TEŞEKKÜR

Bu bilimsel çalışmanın planlanmasında ve yürütülmesinde her türlü yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Bahri PATİR'a Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Erdal DUMAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yapılabilmesi için gerekli alt yapıyı sunan Su Ürünleri Fakültesi, Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'ndaki bütün hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma, çalışmayı maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Yönetim Birimi'ne ve çalışma için gerekli materyali sağlayan DSİ 9. Bölge-Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğüne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİLLER LİSTESİ.....	III
TABLolar LİSTESİ.....	IV
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	3
2.1. ALABALIK (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , W. 1792).....	3
2.2. HAVYAR.....	3
2.3. HAVYAR TEKNOLOJİSİ.....	6
2.3.1. Tuzun Etkisi.....	6
2.3.2. Farklı Havyar Teknolojileri.....	8
2.3.3. Ambalajlama – Vakum Ambalajlama.....	9
3. MATERYAL ve METOT.....	10
3.1. MATERYAL.....	10
3.2. METOT.....	10
3.2.1. Havyar Yapımı.....	10
3.2.1.1. Yumurta Alımı.....	10
3.2.1.2. Yumurtaların Yıkanması.....	10
3.2.1.3. Yumurtaların Tuzlanması.....	11
3.2.1.4. Sızdırma.....	11
3.2.1.5. Alkol İlavesi.....	11
3.2.1.6. Tuzlama.....	11
3.2.1.7. Ambalajlama.....	11
3.2.2. Kimyasal Analizler.....	14
3.2.2.1. Rutubet Tayini ve Kuru madde Miktarının Hesaplanması.....	14
3.2.2.2. Yağ Tayini.....	14
3.2.2.3. Protein Tayini	14
3.2.2.4. Kül Tayini.....	14
3.2.2.5. Tuz Tayini.....	15
3.2.2.6. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini.....	15
3.2.2.7. pH Tayini.....	15
3.2.3. Duyusal Analiz.....	15
4. BULGULAR.....	17

4.1. Kimyasal Değişimler.....	17
4.1.1. Rutubet Miktarı.....	17
4.1.2. Yağ Miktarı.....	19
4.1.3. Protein Miktarı.....	21
4.1.4. Kül Miktarı.....	23
4.1.5. Tuz Miktarı.....	25
4.1.6. TVB-N Düzeyi.....	27
4.1.7. pH Değeri.....	29
4.2. Duyusal Değerlendirmeler.....	31
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	34
KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ.....	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1. Beluga havyarı.....	4
Şekil 2.2. Osetra havyarı	5
Şekil 2. 3. Sevruga havyarı	5
Şekil 2.4. Kırmızı havyar	6
Şekil 3.6. Havyar olarak hazırlanmış alabalık yumurtaları.....	12
Şekil 3.7. Alabalık yumurtalarından havyar yapım aşamaları.....	13
Şekil 4.1. Gökkuşığı Alabalığı Yumurtalarından Elde Edilen Havyarın Muhafazası Sırasında Rutubet Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler.....	17
Şekil 4.2. Gökkuşığı Alabalığı Yumurtalarından Elde Edilen Havyarın Muhafazası Sırasında Yağ Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler.....	19
Şekil 4.3. Gökkuşığı Alabalığı Yumurtalarından Elde Edilen Havyarın Muhafazası Sırasında Protein Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler.....	21
Şekil 4.4. Gökkuşığı Alabalığı Yumurtalarından Elde Edilen Havyarın Muhafazası Sırasında Kül Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler.....	23
Şekil 4.5. Gökkuşığı Alabalığı Yumurtalarından Elde Edilen Havyarın Muhafazası Sırasında Tuz Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler.....	25
Şekil 4.6. Havyar olarak hazırlanan gökkuşığı yumurtalarının üretimi ve 84 günlük muhafazası sırasında içerdiği TVB-N miktarı.....	27
Şekil 4.7. Havyar olarak hazırlanan gökkuşığı yumurtalarının üretimi ve 84 günlük muhafazası sırasında içerdiği pH miktarı.....	29
Şekil 4.8. Çiğ Olarak Duyusal Analize Alınan Alabalık Havyarının Muhafazası Sırasında Kalite Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler.....	33
Şekil 4.9. Kızartılmış Olarak Duyusal Analize Alınan Alabalık Havyarının Muhafazası Sırasında Kalite Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler.....	33

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Örneklerin duyu analizinde kullanılan form.....	16
Tablo 4.1. Ham yumurta ve gökkuşuğu alabalığı havyarının üretimi ve muhafazası sırasında Saptanan % rutubet miktarı.....	18
Tablo 4.2. Gökkuşuğu alabalığının ham ve işlenmiş yumurtalarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan % yağ miktarı.....	20
Tablo 4.3. Gökkuşuğu alabalığının ham ve işlenmiş yumurtalarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan % protein miktarı.....	22
Tablo 4.4. Gökkuşuğu alabalığının ham ve işlenmiş yumurtalarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan % kül miktarı.....	24
Tablo 4.5. Gökkuşuğu alabalığının ham ve işlenmiş yumurtalarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan % tuz miktarı.....	26
Tablo 4.6. Gökkuşuğu alabalığının ham ve işlenmiş yumurtalarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan TVB-N miktarları (mg/100).....	28
Tablo 4.7. Gökkuşuğu alabalığının ham ve işlenmiş yumurtalarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan pH değeri.....	30
Tablo 4.8. Çiğ ve Kızartılmış Havyar Örneklerinin Duyusal Analiz Bulguları.....	32

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Vakum Ambalajlı Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Havyarının Üretimi Ve Muhafazası Sırasında Duyusal Ve Kimyasal Kalitesinde Meydana Gelen Değişimler

Emine ÖZPOLAT

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

2006, Sayfa 44

Bu araştırmada, gökkuşığı alabalığı yumurtalarından elde edilen havyarın muhafazası sırasında meydana gelen duyusal ve kimyasal değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla, anaç alabalıklardan sağım yöntemi ile alınan yumurtalar %5 lik NaCl ile yıkanarak temizlenmiş ve 40°C'deki %25 NaCl ile salamura işlemine tabi tutulmuştur. Sızdırma, alkol ilavesi ve kuru tuzlama aşamalarından sonra 100'er gramlık paketler halinde vakumda ambalajlanan örnekler 84 gün süreyle buzdolabı sıcaklığında (4±1 °C) muhafazaya alınmıştır.

Ham yumurtadan başlamak üzere üretilen havyar örnekleri, muhafazanın 0., 7., 14., 21., 28., 42., 56., 70. ve 84. günlerinde kimyasal (rutubet, yağ, protein, kül, tuz, TVB-N ve pH) yönünden analiz edilmiştir. Ayrıca örnekler, 10 kişilik panelist grup tarafından yukarıda belirtilen muhafaza günlerinde çiğ ve kızartılmış olarak duyusal açıdan test edilmiştir.

Ham yumurtada ortalama olarak %63,90 oranında olan rutubet değeri, uygulanan işlemler neticesinde hızla azalarak elde edilen havyarda %42,57 oranına düşmüştür. Muhafazanın 7. gününde nispeten artan rutubet değeri (%49,17), 14.-84. günlerde hemen hemen aynı seviyede (%48,75-50,74) kalmıştır. Ham yumurtada yağ ve protein oranı sırasıyla %11,07 ve %23,23 iken, işlenen yumurtada (0. gün) bu oran bir miktar artarak yine sırasıyla %11,81 ve %25,48 değerlerine ulaşmıştır. Ham yumurtada kül miktarı %2,01 iken işlenen yumurtada tuzlamanın etkisiyle bu oran %12,47' ye yükselmiş ve muhafaza süresince bu oran değişmemiştir. Ham yumurtada ortalama tuz %1,43 oranında saptanmasına karşın, havyar olarak işlendikten sonra bu oran %14,03 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince tuz oranı bakımından bariz bir değişim görülmemiştir. Ham

yumurtada TVB-N düzeyi ortalama olarak 6,19 mg/100g değerinde tespit edilmiştir. Bu değer, işlenen yumurtada nispeten artarak 6,54 mg/100g seviyesine çıkmıştır ve muhafaza sũresince kayda değer bir değişim gũstermemiřtir. Muhafazanın 84. gũnũnde ise TVB-N değeri 6,99 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Ham yumurtada 7,77 olarak belirlenen pH değeri, 0. gũnde 5,99 değerine dũřmũř, sonraki gũnlerde ise aynı dũzeyde seyrederek muhafazanın sonunda 6,02 değerinde saptanmıştır.

Duyusal değerlendirme sonucunda, deneysel havyar gũrneklerinin 84 gũnlũk muhafazası sırasında tũketebilirlik gũzelliklerini koruduğu ve kıztılarak test edilen gũrneklerin çığ gũrneklere gũre daha fazla puan aldıkları gũrũlmũřtũr.

Sonuç olarak, gũkkuřaęı alabalığı yumurtalarından işlenerek elde edilen havyarın, vakumlanarak ambalajlanması suretiyle, buzdolabı şartlarında yaklaşık ũç ay sũreyle bozulmadan muhafaza edilebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Gũkkuřaęı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.), Havyar, Kimyasal, Duyusal Kalite, Vakum Paketleme.

ABSTRACT

Master Thesis

Changes in Sensorial and Chemical Quality in Vacuumed of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) When Producing Caviars and Storageing

Emine ÖZPOLAT

Firat University

Graduate School of Natural of Applied Sciences

Department of Fish Catching Technique and

Fish Processing Technology

2006, Page 44

In this study, sensorial and chemical changes of caviars obtained from rainbow trout eggs were examined during storage time. For this purpose, the eggs were immersed from mature female fish and they were cleaned by washing with 5% NaCl solution. Then they were kept in 25% NaCl solution at 40 °C for brine. After strained, alcohol adding and dry salting, the samples were vacuum- packaged in polyethylene bags and stored in refrigerator (4±1 °C) for 84 days.

Some chemical characteristics (moisture, lipid, protein, ash, salt, TVB-N and pH) of caviars were determined in 0, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70 and 84 days of preservation. In addition, the caviars were sensorially tested in the same days of preservation above by a panelist group consisting of 10 people.

While the value of moisture was 63.90% in untreated eggs, it was rapidly reduced to 42.57% in the treated eggs. In day 7, it was slightly increased (49.17%) and then stayed stable in days 14-84 (48.75%-50.74%). While lipid and protein values were 11.07% and 23.23% in the untreated eggs respectively, they reached 11.81% and 25.48% in the just treated eggs (in day 0). While ash ratio was 2.01% in untreated eggs, it increased to 12.47% in the treated eggs and stayed in the same value during preservation time. While salt value was 1.4.3% in the untreated eggs, it was 14.03% in the eggs treated for caviars and this salt ratio did not change during preservation time. TVB-N value was found as 6.19mg/100g in the untreated eggs. Although it slightly increased to 6.19mg/100g in the treated eggs and stayed stable during the preservation time, it reached to 6.99mg/100g in day 84. pH value was assessed as 7.77 in the untreated eggs.

It reduced to 5.99 in day 0 and stayed stable in the following days, but pH value was measured as 6.02 at the end of preservation time.

The sensorial analysis showed that fried samples had higher point than uncooked samples by panelists. In addition, the samples kept their eatable characteristics during the preservation time.

In conclusion, it was determined that treated and vacuumed caviars of rainbow trout can be kept in refrigerator for nearly three months without spoilage.

Key Words: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.), Caviar, Vacuuming, Chemical quality, Sensorial quality.

1. GİRİŞ

Dengeli ve ekonomik beslenmenin önem kazandığı günümüzde, hayvansal protein açığının kapatılmasında ülke ekonomilerine daha ucuza mal oluşu nedeniyle su ürünlerine talep giderek artmaktadır. Ülkemiz üç tarafı denizlerle çevrili olmakla beraber zengin bir iç su potansiyeline sahiptir ve bu alanlarda deniz ve tatlı su balıkçılığı yapılmakta ve çeşitli su ürünleri üretilmektedir. Dünya nüfusunun her geçen gün hızla artması, sınırlı olan besin kaynaklarının daha verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Dünya nüfusunun sürekli artışına karşın hayvansal protein kaynaklarının düzenli bir şekilde artmaması, kişi başına düşen hayvansal protein açığını giderek büyük boyutlara ulaştırmaktadır. Bugün dünyada insanların sadece doyurulmasının değil aynı zamanda dengeli bir şekilde beslenmesinin de önemli bir konu olduğu anlaşılmıştır (İnal, 1992; Gökoğlu, 2002; Varlık ve diğ., 2004).

Türkiye'nin 2001 yılı toplam su ürünleri istihsal ve üretimi 594,971 ton'dur. Bunun 527,730 tonu denizler ve iç sulardan (%89) ve 67,241 tonu da yetiştiricilikten (%11) elde edilmiştir. Toplam su ürünlerinin %90' dan fazlası insan gıdası olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde su ürünlerinin soğuk muhafazası, taşınması ve depolanması yeterli düzeyde olmadığı için, üretilen su ürünlerinin büyük bir kısmı ancak üretim bölgelerinde tüketilebilmektedir. Ülkemizde tüketilen su ürünlerinin %85-90'ını taze olarak , %10-15'lik kısmını ise işlenerek tüketildiği bildirilmektedir (Çelikkale, 1994; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; DİE, 2000; FAO, 2002).

Günümüzde gıda maddesinin hijyenik ve ekonomik olmasının yanı sıra, protein, yağ, karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddeleri dengeli biçimde ve oranda içermesi de arzu edilmektedir. Bu isteğe cevap veren gıda maddelerinin başında su ürünleri gelmekte olup, bu gıda grubu içinde de ön sırayı balık eti almaktadır. Balık eti, özellikle kaliteli protein ile, vitamin ve mineral maddeleri yüksek oranda içermesi açısından besin değeri mükemmel olan bir gıdadır. Ayrıca enerji değerinin düşük olması ona diyetetik bir özellik kazandırmaktadır (Love, 1980; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; İnal, 1992; Huss, 1995; Varlık ve diğ., 2004).

Beslenme konusunda gittikçe bilinçlenen insanoğlu, sağlıklı kalmanın çarelerini aramakta ve bunun yolunun da yeterli ve dengeli beslenmekten geçtiğini kabul etmektedir. Yüksek besin değerine sahip olan su ürünleri, özellikle balık yumurtası (havyar) insanların bu ihtiyacını karşılayacak niteliktedir. Ancak zor elde edilebilmesi, üretim olanaklarının sınırlı olması nedeni ile en pahalı besin maddeleri arasında yer almaktadır (Timur, 1982; McCune, 1988).

Genel olarak tuzlanan mersin balığı yumurtası havyar olarak kabul edilse de, farklı balık türlerinin yumurtalarından da havyar üretilmektedir. Bu amaçla en çok alabalık ailesinin, kefallerin ve sazan balıklarının yumurtalarından yararlanılır. Bazı araştırmacılara göre su ürünleri işleme teknolojisi, balığın yumurtasından başlamaktadır. Balık yumurtası da çeşitli teknolojilerle işlenerek damak tadına farklılık kazandırır. Bu amaçla tuzlamanın haricinde dondurma, tütsüleme, konserve, sosis üretimi teknolojilerinden yararlanılır (Anonim, 1967; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Varlık ve diğ., 2004).

Havyarın hazırlanması aşamasında küçük hatalar bile kaliteyi büyük ölçüde etkilemektedir. İyi kalitede havyar elde edilebilmesi için yumurtaların alınması, yıkanması gibi işlemlerin her aşamasında dikkatli ve titiz davranılması gerekir. Bu da havyarı hazırlayan kişinin tecrübesi ile ilgilidir (McCune, 1988; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792)

Alabalıklar Salmonidae familyasına mensup balıklardır. Bunlar soğuk, berrak, bol oksijenli akarsu, kaynak suları ve göllerde yaşayan balıklardır. Vücutları genellikle ince uzundur. Sırt yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasında bir yağ yüzgeci taşırlar. Karnivor olarak beslenirler. Alabalıklar kuzey yarımküreden tropik bölgelere kadar yayılmışlardır. Güney Amerika kökenli olan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) bugün dünyanın her tarafına yayılmıştır. Alabalıkların bazı türleri tatlı sularda bazıları ise denizlerde yaşarlar. Denizlerde yaşayanlar anadrom balıklarının tipik örnekleridir. Her iki grupta tatlı sularda ürerler. (Çelikkale, 1994; Özdemir, 1994).

Cinsi olgunluğa erişme yaşları genellikle 2-3 yaşında olmaktadır. Üreme mevsimleri sonbahar sonu ile kış başlangıcı Aralık-Mayıs ayları arasında olur. Yumurta verimleri ağırlığa oranla 1000-2000 arasında değişir. Genellikle 1kg ağırlığa 1600-2000 yumurta verirler. Kuluçka süreleri su sıcaklığına ve türlere bağlı olarak 1-3 ay arasında değişir. 12 yıl kadar yaşayabilirler. 15 kg ağırlık ve 150 cm boya kadar büyüyebilirler (Atay, 1987; Çelikkale, 1994; Alpbaz, 1994).

Alabalıklar genelde kırmızı etli balık olmasına karşın, kültür alabalığının et rengi yem rasyonuna bağlı olarak değişir. Gökkuşağı alabalığının eti %70- 77 su, %14-20 protein, % 2,0-10 yağ ve %1,23-2,61 kül içerir. Et verimi ise ortalama %60 tır (Storebakken ve Austreng, 1987; Duman, 1995; Gülyavuz ve Ünüsayın, 1999; Varlık ve diğ., 2004).

2.2. Havyar

Havyar kelimesi, balık yumurtasının genel adı olarak kabul edilmesine rağmen, havyar denildiğinde ilk akla gelen mersin balığının yumurtasıdır. Hakiki havyar yapımı için mersin balığının yumurtaları kullanılır. Mersin balığı dışındaki balıkların, gerçek havyarla aynı biçimde hazırlanan yumurtalarına havyar değil balık yumurtası denilmektedir (URL1, 2003; Varlık ve diğ., 2004).

Havyar kelimesi pek çok kaynağa göre Türkçe kökenlidir (McCune, 1988; URL1, 2003). İngilizcede “Caviar” ve Rusçada “İkra” olarak bilinen havyar Farsça kökenlidir. Farsça yumurta anlamında olan “Haye” ile gibi anlamında olan “Var” ek takısından oluşan “Hayevar” bileşik kelimesinden türemiştir (URL1, 2003).

13.yüzyıldan beri havyarın yapıldığı bilinmektedir ve 16. yüzyıldan beri de Rusya’nın havyar ürettiği kaydedilmiştir. 19. yüzyılın sonlarına doğru balıkçılığın gelişip sanayileşmesi ile birlikte havyar tekniği de gelişmiştir (Borgstram, 1965; URL1, 2003).

Geçmişte olduğu gibi günümüzde de havyarı en fazla Hazar Denizine sınırı olan Rusya ve İran üretmektedir. Bunun yanı sıra Çin'deki Amur Nehrinde'de önemli miktarlarda üretilmeye başlanmıştır. Ayrıca havyar üretiminde son yıllarda Japonya, Amerika Birleşik Devleti ve Kanada önemli derecede ilerlemiştir. Ülkemizde ise havyar üretimi henüz ekonomik bir düzeye ulaşmamıştır. Türkiye'nin havyar üretimi 1930'larda 6-10 ton iken günümüzde önemsenmeyecek rakamlara düşmüştür (McCune, 1988; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; İnal, 1992; Çelikkale, 1994).

Mersin balıklarından olan şip (*Acipenser nudiiventris*), karaca (*Acipenser guldenstaedti*) çuka (*Acipenser ruthenus*), kolon (*Acipenser sturio*), mersin (*Acipenser stellatus*), büyük mersin (*Acipenser huso*) ile mersin balığının iki alt türü olan Karadeniz morinası (*Huso huso ponticus*) ve Azak morinası (*Huso huso maeaticus*)'ndan siyah havyar elde edilmektedir. Mersin balıklarından elde edilen siyah havyar en kıymetli deniz ürünü olarak bilinir (Anonim, 1979; İnal, 1992; TSE, 1993; Varlık ve diğ., 2004).

Siyah havyar elde edildiği Mersin balığı türüne göre de sınıflandırılır. Ayrıca hazırlama yöntemleri bakımından da farklı isimlendirilir. Mersin morinasından (*Huso huso*) elde edilen havyar birinci sınıf olarak kabul edilir ve Beluga olarak isimlendirilir. Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi iri taneli olan bu havyar siyah ya da koyu gri renktedir (Timur, 1982; URL2, 2004).



Şekil2. 1. Beluga havyarı (URL3, 2003).

Rus mersini olarak tanınan *Acipenser güeldenstaedtii* türünden alınan yumurtalarla yapılan havyar Osetra havyarı olarak bilinir. İkinci sınıf olarak değerlendirilen Osetra havyarı şekil 2.2.'de de görüldüğü gibi daha ince tanelidir. Rengi Beluga havyarına göre daha açık gri-yeşil ya da kahve rengindedir (McCune, 1988; URL2, 2004).



Şekil 2.2. Osetra havyarı (URL3, 2003).

Mersin balıklarının *Acipenser stellatus* türünden elde edilen Sevruga havyarı ise en küçük taneli olan havyardır. Şekil 3’de görüldüğü gibi yeşilimsi-siyah renktedir. Osetra ve Beluga havyarına göre daha düşük kalitede olduğu kabul edilir (McCune, 1988; URL2, 2004).



Şekil1 2. 3. Sevruga havyarı (URL3, 2003).

Malasol ve pausnaya havyarı ise bir havyar cinsi değildir, hazırlanışından dolayı farklı tanımlanırlar. Pausnaya havyarı kırılmış, çatlamış, ezilmiş yumurtalardan yapıldığından farklı bir çeşit olarak kabul edilir. Malasol havyarı ise çok hafif tuzlanır. Az tuzlanmış olarak taze biçimde piyasaya sürülür. Bu tür havyar çok duyarlı ve daha az dayanıklıdır. Tuz oranı %2 civarındadır. Tuz oranının hafif olmasından dolayı farklı isimle nitelendirilir (McCune, 1988; İnal, 1992; TSE, 1993; Gessner ve diğ., 2002; Bledsoe ve diğ., 2003).

Alabalık, Sazan, Kefal balıklarının yumurtalarından elde edilen mamül kırmızı havyar olarak bilinir. Salmonidae familyasından elde edilen havyar; büyük, parlak, kırmızı renktedir (Şekil 4). Mersin balığı türlerinden elde edilen havyardan daha düşük kalitede olduğu kabul edilmektedir (McCune, 1988; TSE, 1993; Bledsoe ve diğ., 2003).



Şekil 2.4. Kırmızı havyar (URL3, 2003).

Mumlu havyar, kefal balığı yumurtalarından elde edilmektedir. Kurutulmuş kefal balığı yumurtalarının prese edilerek, balmumu ile kaplanmasıyla elde edilir (Anonim, 1967; Timur, 1982; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Şengör ve diğ., 2002).

Tarama ise Sazan balığı yumurtalarından elde edilen bir üründür. Yumurtalar tarama eleği üzerinden geçirilerek zarlardan ayrılır ve yıkama işlemine tabii tutulur. Bir kap içerisinde zeytin yağı ilavesiyle krema kıvamına gelinceye kadar karıştırılır. Daha sonra tuz ilave edilir. Bu ürün özellikle Yunanistan’da yapılmaktadır (Timur, 1982; Varlık, 2004).

2.3. Havyar Teknolojisi

Havyar yapımı temel olarak balık yumurtalarının tuzlanması işlemine dayanmaktadır. Her ne kadar tütsüleme, kutu konserve ve sosis üretimi teknolojileri kullanılsa da bu işlemlerde de tuzlama yapılmaktadır.

2.3.1. Tuzun etkisi

Tuzlama, işlemi, gıda muhafaza yöntemlerinin en eskilerinden biri olup kendi başına bir muhafaza tekniği olmakla beraber, pek çok işleme teknolojisi içinde ön işlem olarak kullanılmaktadır. Tuzlama tekniği, ürünün dayanıklı hale getirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuzlama sırasında ürüne tuz girişi olurken, ürünlerdeki su ise uzaklaştırılır. Mikroorganizmaların gelişmesi, yüksek konsantrasyonlu tuz çözeltilerinde engellenebilir. Tuzlama oldukça basit bir teknoloji olup aynı zamanda çok az masrafla gerçekleştirilebilmektedir (Voskresensky, 1965; Mendelsohn, 1974; Ertaş, 1978; Bakıcı, 1987; Gökoğlu, 2002; Varlık ve diğ., 2004).

Tuz ürüne osmoz yoluyla geçmektedir. Bu sırada ürüne tuz girişi olurken üründeki su ise ürünü terk etmektedir. Balık etine giren tuz, başlangıçta balık proteinlerinin çözünürlüğünü artırmaktadır. Balık kasının pH'sı, yapısında bulunan proteinlerin izoelektrik noktasında genellikle yüksektir. Böylece negatif klor iyonu, tercihen proteinde çokça bulunan pozitif yüklü kısımlara bağlanmakta, bu durumda proteinin su tutma kapasitesi artmaktadır. Dolayısıyla suyun dışarı alınması da güçleşmekte, çözünürlüğü artan protein, suyu bağladığından et şişmektedir. Tuz derişimi artırıldıkça proteinlerin çözünürlüğü düşerek sonunda sıfıra inmekte ve proteinler çökmeye başlamaktadır. Bu durumda proteinler koagüle olmaktadır. Proteinlerin çökmeye başlamasının ardından ete tuz girişiyle birlikte su çıkmaya başlamakta ve başlangıçta çok hızlı olan tuz girişi zamanla azalmaktadır. Ancak tuz penetrasyonunun yavaş ve yetersiz olduğu durumlarda, kasın iç kısımlarındaki yüksek su aktivitesi nedeniyle mikroorganizmaların gelişmelerinin önlenemediği, dolayısıyla ürünün çabuk bozulduğu belirlenmiştir (Voskresensky, 1965; Del Valle ve Nickerson, 1967; Del Valle ve Gonzales-Imigo, 1968; Uzunkuşak, 1972; Tunalı, 1976; Filsinger, 1987; Gökoğlu ve diğ., 1994; Eastman, 2003; Varlık ve diğ., 2004).

Tuzun yapısında bulunan Cl^- iyonu bakteriler üzerinde bakterisid etki yapmaktadır. Ürüne giren tuz, bakteri hücresinin yapısını bozarak ve osmotik basıncı yükselterek ölümüne neden olmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Varlık ve diğ., 2004).

Tuz içinde bulunan sodyum klorür dışındaki maddelerin, tuzun giriş hızına etkisi büyüktür. Tuz içinde bulunan magnezyum klörür, kalsiyum klörür bileşikleri tuzun et içine girişini olumsuz yönde etkiler. Ayrıca kalsiyum ve magnezyum klörür havanın nemini absorbe eder ve tuzun ıslanmasına neden olur. Genel olarak bakteriler %10'luk tuz çözeltisinde çoğalamazlar ve etkinlikleri azalır. Ancak, %15-20 tuz oranına kadar tuza tolerans gösteren bakteriler bulunduğu unutulmamalıdır. Tuzlanmış balıkların bozulmasını, genelde küfler ve halofilik bakteriler meydana getirir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Shetty ve diğ., 1996; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Varlık ve diğ., 2004).

Tuzlama havyar teknolojisinde kuru tuzlama ve salamura tuzlama olmak üzere iki yöntemle uygulanır. Kullanılan tuz oranı balık türüne ve tüketim şekline göre değişmektedir. Mersin balıklarında, kuru tuzlama yapılırken kullanılan tuz oranı oldukça düşüktür. Genellikle alabalık yumurtalarından elde edilen havyarda ise salamura tuzlama yöntemi uygulanır (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; İnal, 1992; TSE, 1993; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Bledsoe ve diğ., 2003).

2.3.2. Farklı havyar teknolojileri

Tuzlamanın yanı sıra havyar üretiminde dondurma, tütsüleme, kutu konserve ve sosis üretimi teknolojileri de bulunmaktadır.

Yeni avlanmış balıkların havyarları dondurulabilir ve -7°C de en az 6 ay depolanabilir. Havyarlar buzu çözülür çözülmez tüketilmelidir. Buzda depolanmış olan yumurtalarda bir süre sonra soluk renk oluştuğu ve hidrojen sülfürden kaynaklanan hafif bir kokunun oluştuğu bildirilmektedir. Dondurulmuş havyarlar tüketilmeden bir gün önce buzdolabında tutularak buzu çözündürülmelidir. Böylece havyar tanelerinin çatlaması önlenir (Alperden ve diğ., 1981; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Eastman, 2003; URL3, 2003; Varlık ve diğ., 2004).

Havyarların tütsülenmesinde ise genellikle taze veya dondurulmuş yumurtalar kullanılmaktadır. Yumurtalara ön işlem olarak kuru veya salamura tuzlama uygulanır. Kuru tuzlama yapılan yumurtalar $32-38^{\circ}\text{C}$ de 4-8 saat tütsülenirken, salamura tuzlama uygulanan yumurtalar ise 12 saat tütsülenir. Tütsüleme sonunda oluşan ağırlık kaybı orijinal ağırlığın %20'si kadardır ve bunun hiçbir zaman % 25 düzeyine ulaşması arzu edilmez (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Bledsoe ve diğ., 2003; Varlık ve diğ., 2004).

Havyarın konservesinde ise kutulanacak havyar, ya taze ya da buzu çözündürülmüş havyarlardan hazırlanır. Kutulamada her kutuya giren havyarın % 15'i kadar su, % 1,5 kısmı kadar tuz bırakılır. Genel olarak havyarlar teneke kutulara yapışır. Bu yapışmanın önlenmesi için kutu boş iken içlerine yerfıstığı yağı püskürtülür. Uygulanan sıcaklık 90°C , basınç $0,7\text{ kg/cm}^2$ olup bu sıcaklık ve basınçla 280 gramlık yassı kutular 75 dakika, 100 gramlık uzun kutular 90 dakika ve 450 gramlık uzun kutularda 105 dakika tutulur. Kutular soğuduktan sonra etiketlenir ve depolanır. Deponun soğuk olması arzu edilir. Ancak 0°C 'nin altında olması şart değildir (Alperden ve diğ., 1981; Göğüş ve Kolsarıcı, 1982; Varlık ve diğ., 2004).

Havyar sosisi yapımında taze veya dondurulmuş havyarlar kullanılabildiği gibi pişirilmiş ürünler de kullanılır. Bu amaçla yumurtalar temizlenip kıyma haline getirildikten sonra %1,5 oranında tuzla karıştırılır ve tüketilebilir selülozik kalıplara ya da bağırsaklara doldurulur ve 15 cm' lik parçalar halinde ayrılır. Genellikle 6-7 cm çapında olan sosisler için suda pişirme süresi kaynamanın başlangıcından itibaren 20 dakikadır. Haşlanmış havyar sosisleri uzun süre depolanacak ise 0°C 'nin altında tutulmalıdır (Alperden ve diğ., 1981; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Varlık ve diğ., 2004).

2.3.3. Ambalajlama – vakum ambalajlama

Gıdaların taşınma sırasında kirlenmesini, havayla temas etmesini engellemek için paketlenmesi genel bir uygulamadır. Bir ürünün raf ömrü, kendisine ve bulunduğu çevreye bağlı olup, kalitede istenmeyen değişimlerin nedeni mikrobiyal gelişme, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve biyokimyasal olaylardır. İşleme, koruma paketlemede amaç, bozulma reaksiyonlarını yavaşlatarak ya da durdurarak gıdayı üretimden tüketime kadar kaliteli halde ulaştırmaktır. Günümüzde ürünün besin değerinin, tazeliğinin korunması ve raf ömrünün uzatılması vakum ambalaj sistemi ile mümkündür (Reddy ve diğ., 1994; İzgi, 1996; Hilderbrand, 2001).

Yiyeceklerin raf ömrünü arttırmak için modifiye atmosfer kullanımı yeni bir görüş değildir. CO₂ değerinin yükselmesi ve O₂ değerinin azaltılması çabuk bozulan yiyeceklerde katabolik reaksiyonların yavaşladığı ve aerobik mikroorganizmaların gelişiminin azaldığı 19. yüzyılda belirlenmiştir (Smith ve diğ., 1990; Emblem, 2000).

Vakum paketleme bir tür pasif modifiye atmosfer yöntemidir. Bu işlemde besin maddeleri, uygun paketleme maddesi içine koyulduktan sonra, paket içindeki hava vakum pompasıyla boşaltılır ve kapatılır. Bu yöntem genellikle et ürünlerinin muhafazasında kullanılmaktadır. Vakum paketlemede vakum içerisinde çok az da olsa bir miktar O₂ kalır. Ancak pakette kalan düşük orandaki O₂ kısa sürede aerobik ve mikroaerofilik mikroorganizmalarca kullanılır ve CO₂ üretilir. Bunun neticesinde; vakumlu paketlenen ürünlerde, paketler içerisinde hava kalmadığı için aerob bakterilerin çoğalması söz konusu değildir. Diğer taraftan vakumda paketlenen ürünlerin oksitlenmesi de önlenmiş olur. İyi vakum paketleme koşulları altında O₂ %1' den daha aşağı azaltılırken, doku ve mikrobiyal solunumdan üretilen CO₂ değeri paket içerisinde %10-20'ye yükselir. Bu koşulları gösteren bazı çalışmalarda düşük O₂ miktarı ve CO₂'nin yükselmesi etlerde bozulma yapan aerobik mikroorganizmaların özellikle *Pseudomonas* ve *Alteromonas* türlerinin gelişimini önleyerek taze etin raf ömrünü arttırdığı belirlenmiştir. Vakum paketlenmiş et ve et ürünlerinde pH, su aktivitesi gibi diğer faktörlere de bağlı olarak *Lactobacillus* türleri, anaerobik ve fakültatif türler gelişebilir (Gökten, 1990; İnal, 1992; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Ünlütürk ve Turantaş, 1999; Emblem, 2000; Üçüncü, 2000; Kılınç ve Çaklı, 2001; Gökoğlu, 2002).

Bu araştırma, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtalarının havyar olarak işlenerek vakumda paketlenmesi, buzdolabı sıcaklığında muhafazası sırasında meydana gelen kimyasal ve duyuşal değişimleri incelemek amacıyla yapılmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Çalışmada, materyal olarak Salmonidae (Salmonlar) familyasına dahil olan *Oncorhynchus mykiss* türü (gökkuşuğu alabalığı) anaç balıkların yumurtaları kullanılmıştır. Adı geçen balıklar, Devlet Su İşleri 9. Bölge Müdürlüğü'nün Keban tesislerinden 5 Ocak 2005 ile 18 Ocak 2005 tarihleri arasında temin edilmiştir. Üç kere tekrar edilen çalışmada, 3-4 kg ağırlığında olan toplam 21 adet anaç alabalıktan elde edilen yumurtalar havyar yapımında kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Havyar yapımı

3.2.1.1. Yumurta alımı

Havyar üretiminde genellikle balıklar canlı halde iken karınları yarılmak suretiyle yumurtaları alınmaktadır. Bu işlem özellikle Mersin balıklarında sıkça uygulanmaktadır (Özdemir, 1982; Çelikkale, 1994; URL 2, 2004). Türk standartlarında (TSE, 1993) ise havyar yapımında kullanılacak yumurtaların, balıklar henüz canlıyken sağılarak ya da karınları yarılmak suretiyle elde edilebileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada, tam olgunlaşmış ve sağım aşamasına gelmiş anaç alabalıklardan yumurtalar sağılarak alındı. Yumurtalar alınırken her anaç balığın ağırlığı ve verdiği yumurta miktarı tespit edildi. Her tekerrürde 7 anaç balıktan toplam 9 kg yumurta alındı.

3.2.1.2. Yumurtaların yıkanması

Bir kap içerisine toplanan yumurtalar yavaşça elle ovalanmak suretiyle yıkama işlemine tabi tutuldu. Yıkama işleminde çeşitli göze genişliğine sahip elekler kullanıldı. Elekler içinde ovalanan yumurtalar % 5'lik NaCl çözeltisiyle içindeki yabancı maddelerden ve kendilerini çevreleyen zarlarından ayrılana kadar yıkandı. Kaliteyi olumsuz yönde etkilememesi için yıkama süresinin 15-20 dakikayı aşmamasına dikkat edildi.

3.2..3. Yumurtaların tuzlanması

Yıkınması tamamlanan yumurtalar salamura tuzlama işlemine tabii tutuldu. Bu amaçla hazırlanan % 25'lik NaCl çözeltisi, bir kez kaynatılıp temiz bir süzekten süzöldü. Çözelti sıcaklığı 40 °C'ye düşüröldüğünde yumurtalar çözelti içine dökölerek 30 dakika bekletildi. Çözeltiye bırakılan yumurtaların renklerini ve canlılıklarını kaybederek 15 dakika sonunda çözeltinin dibine doğru çöktükleri gözlemlendi.

3.2.1.4. Sızdırma

Çözeltide 30 dakika bekletilen yumurtalar bu sürenin sonunda plastik sepetlere alınarak suyunun süzölmesi için 1 saat bekletildi.

3.2.1.5. Alkol ilavesi

Suları sızdırılan yumurtalara %0,3 oranında %96'lık alkol ilavesi yapıldı. Alkole karıştırılan yumurtaların renklerinin tekrar parlak bir hal aldığı göröldü. Alkol ilavesi yapılan yumurtalar bir gece (12 saat) 4 °C de bekletildi.

3.2.1.6. Tuzlama

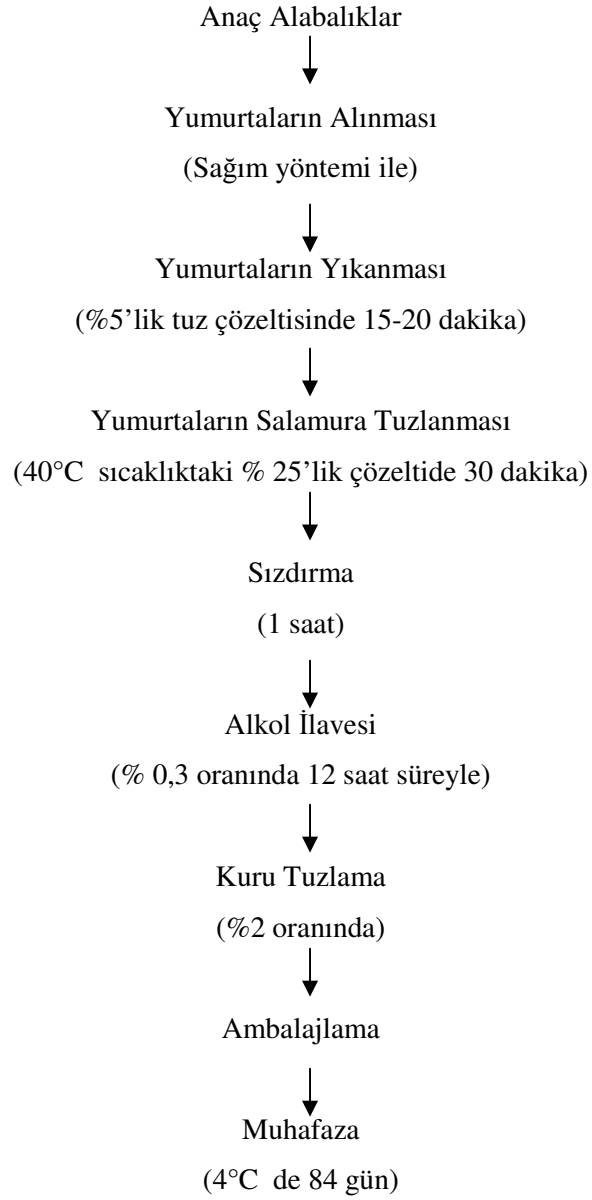
% 0,3 oranında alkol ilavesi yapılarak bir gece bekletilen yumurtalar daha sonra % 2 oranında kuru tuzla karıştırıldı ve paketlemeye hazır hale getirildi.

3.2.1.7. Ambalajlama

Havyar olarak işlenen yumurtalar 100'er gram tartılarak vakum torbalarına yerleştirildi ve vakumda ambalajlandı. Ambalajlanan havyar örnekleri buzdolabı sıcaklığında (4 ± 1 °C) muhafaza edildi.



Şekil 3.1. Havyar olarak hazırlanmış alabalık yumurtaları



Şekil 3.2. Alabalık yumurtalarından havyar yapım aşamaları.

3.2.2. Kimyasal analizler

3.2.2.1. Rutubet tayini ve kuru madde miktarının hesaplanması

Rutubet tayini ve kuru madde miktarının saptanmasında kurutma dolabı usulü kullanıldı. Darası alınmış kroze 5-10 gram homojen hale getirilmiş numune tartıldıktan sonra kurutma dolabında $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de sabit ağırlık elde edilinceye kadar kurutuldu ve % rutubet oranı saptandı. Belirlenen rutubet miktarı 100'den çıkarılarak kuru madde miktarı hesaplandı (TSE, 1974a).

3.2.2.2. Yağ tayini

Yağ miktarının tespitinde Soxhlet ekstraksiyon metodu kullanıldı. Rutubeti alınmış örneklerden 2-5 gram kadar tartıldı ve asbest kartuşa konuldu. Darası alınan özel balon içerisine yerleştirilen kartuş Soxhlet cihazında eterle 6-8 saat süreyle ekstraksiyona tabi tutuldu. Daha sonra balonlar 105°C de 1-2 saat tutularak dietil eteri uçuruldu. Desikatörde soğutularak tartıldı ve % yağ miktarı belirlendi (AOAC, 1965).

3.2.2.3. Protein tayini

Homojenize edilmiş örnek, yoğun H_2SO_4 , kimyasal katalizör (Na_2SO_4 , CuSO_4 ve Se) ve ısı yardımıyla makro Kjeldahl'da parçalandı. Sonra Kjeldahl destilasyon ünitesinde destile edildi ve toplanan destilat 0,1 N ayarlı HCl ile titre edildi. Sonuç % ham protein olarak tespit edildi (TSE, 1974b).

3.2.2.4. Kül tayini

Toplam kül tayini yakma metoduyla saptandı. Darası alınmış kroze 5 gram homojen hale getirilmiş numune tartıldıktan sonra kül fırınında $550-600^{\circ}\text{C}$ de sabit ağırlık elde edilinceye kadar yakıldı ve % kül oranı saptandı (TSE, 1974c).

3.2.2.5. Tuz tayini

Örneklerin tuz miktarı Mohr metoduna göre saptandı. Homojenize edilmiş örnekten 5 gram alınıp 500 ml'lik balon jojeye aktarıldı. Üzerine bir miktar distile su eklenerek 15-20 dakika kaynatıldı. Sonra balon joje soğutularak distile su ile 500 ml'ye tamamlandı. Homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 50 ml süzüntü alınarak K_2CrO_4 indikatörü eşliğinde 0,1N'lik $AgNO_3$ ile titrasyona tabi tutuldu. Elde edilen sonuç formüle edilerek tuz miktarı hesaplandı (Tolgay ve Tetik, 1964).

3.2.2.6. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini

Örneklerdeki TVB-N miktarının belirlenmesinde Varlık ve diğ.'nin (1993) bildirdiği yöntem uygulandı. Buna göre, homojenize edilmiş örneğe magnezyumoksit ilavesinden sonra su buharı destilasyonu ile uçucu bazların ortalama % 3'lük borik asit çözeltisinde ayrımı yapıldı. Ayrılan bazlar Tashiro indikatörü eşliğinde 0.1 N HCl asit ile titre edilerek örneklerin TVB-N miktarı hesaplandı.

3.2.2.7. pH tayini

Örneklerin pH'sı pH metre (EDT.GP 353) ile saptandı. Homojenize edilmiş örnekten 10 gram alındı ve distile suyla 1 dakika süreyle homojenizatörde parçalandı ve 25°C 'ye ayarlı dijital pH metrede ölçümü yapıldı (AOAC, 1965).

3.2.3. Duyusal analiz

Havyar örnekleri, muhafazanın 0., 7., 14., 21., 28., 42., 56., 70. ve 84. günlerinde duyusal yönden analiz edildi. Bu amaçla örnekler çiğ ve kızartılmış olarak hazırlandı ve kalite niteliklerinin belirlenmesinde 1 ile 5 arası puan verildi. Puanlamada;

1= Çok kötü 2= Kötü 3= Normal 4= İyi 5= Çok iyi olarak değerlendirildi.

Örneklerin duyusal analizleri 10 kişilik panelist grup tarafından yapıldı. Değerlendirmede renk, koku, görünüş, yapı (kıvam), lezzet ve genel beğeni kriterleri esas alındı. Örneklerin duyusal nitelikleri belirlenirken Tablo 3.1 de verilen form kullanıldı (Kurtcan ve Gönül, 1987).

Tablo 3.1. Deneyisel Havyar Örneklerinin Duyusal Analizinde Kullanılan Form

Kalite Faktörü	Çiğ	Kızartılmış
Renk		
Koku		
Görünüş		
Yapı (kıvam)		
Lezzet		
Genel Beğeni Düzeyi		

ÇİĞ ÖRNEKLER İÇİN KRİTERLER

Renk: Parlak ve canlıdır. Bozulmayla birlikte koyulaşır ve sarımsı yeşile dönüşür.

Koku: Havyarın kendine has hafif otsu kokusu vardır. Bozulmayla birlikte havyarın kendine özgü kokusu değişerek ekşimsi ve yakıcı hale gelir. İleri safhalarda kokuşma ortaya çıkar.

Görünüş: Yumurtalar parlak düzgün sağlam görünüştedir.

Yapı (Kıvam): Yumurta daneleri kuru ve birbirinden kolay ayrılabilir. Ayrılırken zarda yırtılma yok. Daneler sağlam, sert ve patlamamış. Bozulma şekillendikçe daneler yumuşar ve parmaklar arasında ezilebilir hale gelir.

Lezzet: Kendine has lezzette hafif, orta ve tuzludur. Bozulmayla birlikte lezzet ekşimiş, acımsı ve küflü hale dönüşür.

4. BULGULAR

4.1. Kimyasal Değişimler

4.1.1. Rutubet miktarı

Ham ve işlenmiş gökkuşağı alabalığı yumurtalarının % rutubet miktarları Tablo 4.1de verilmiştir. İşlenmemiş yumurtalardaki rutubet miktarı % 63,90 değerinde bulunmuştur. Havyar olarak işlenen yumurtalardaysa rutubet miktarı azalarak %42,57 olarak tespit edilmiştir. Daha sonra muhafazanın 7. gününde ise artarak %49,17 değerine yükselmiştir. Bu günden sonra muhafazanın sonuna kadar % rutubet miktarının önemli bir değişim göstermediği saptanmıştır (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Gökkuşağı alabalığı havyarının üretimi ve muhafazası sırasında rutubet miktarlarında meydana gelen değişimler

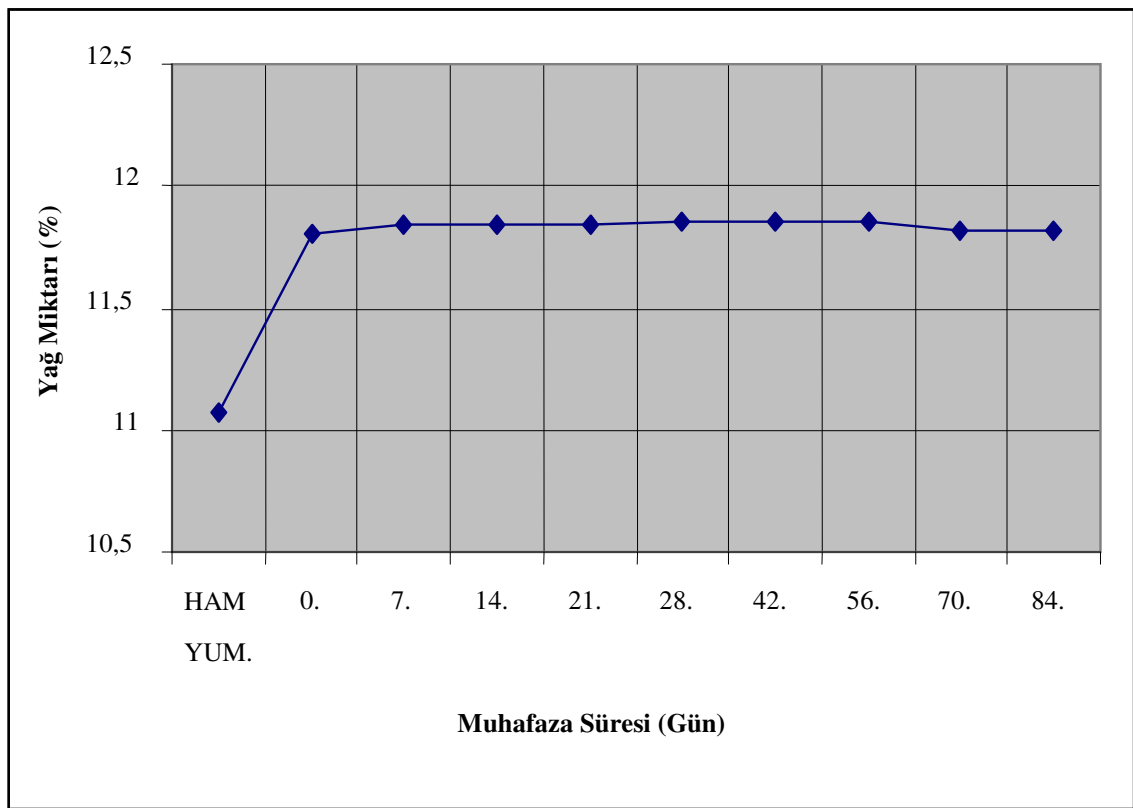
Tablo 4.1. Gökkuşığı alabalığı havyarının üretimi ve muhafazası sırasında saptanan % rutubet miktarı

ÖRNEK TEKRARI	HAM YUMURTA	HAVYAR (0. gün)	M U H A F A Z A S Ü R E S İ (G ü n)							
			7	14	21	28	42	56	70	84
1	63,806	49,98	49,86	48,76	48,68	49,56	49,92	50,60	50,73	50,91
2	63,99	47,65	47,82	48,98	48,12	48,89	48,91	49,37	48,87	49,09
3	63,91	49,98	49,83	49,12	49,47	49,35	49,24	49,75	52,61	51,22
A.O. ±S	63,90±0,07	49,20±1,09	49,17±0,95	48,95±0,15	48,75±0,55	49,26±0,28	49,35±0,42	49,90±0,51	50,74±1,53	50,40±0,94

A.O. :Aritmetik ortalama S: Standart sapma

4.1.2. Yağ Miktarı

Ham ve işlenmiş gökkuşuğu alabalığı yumurtalarının % yağ içerikleri Tablo 4.2. de verilmiştir. İşlenmemiş yumurtalardaki yağ oranı ortalama olarak % 11,07 miktarında tespit edilmiştir. Havyar olarak işlenen yumurtalardaysa % yağ miktarı muhafazanın 0. gününde 11,81 olarak tespit edilmiştir. Bu değer muhafazanın ileriki günlerinde % 11,82 ile %11,85 arasında bulunmuştur. Böylece; havyar olarak işlenmiş gökkuşuğu alabalığı yumurtalarının % yağ miktarının muhafazanın sonuna kadar önemli bir değişim göstermediği tespit edilmiştir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Gökkuşuğu alabalığı havyarın üretimi ve muhafazası sırasında yağ miktarlarında meydana gelen değişimler

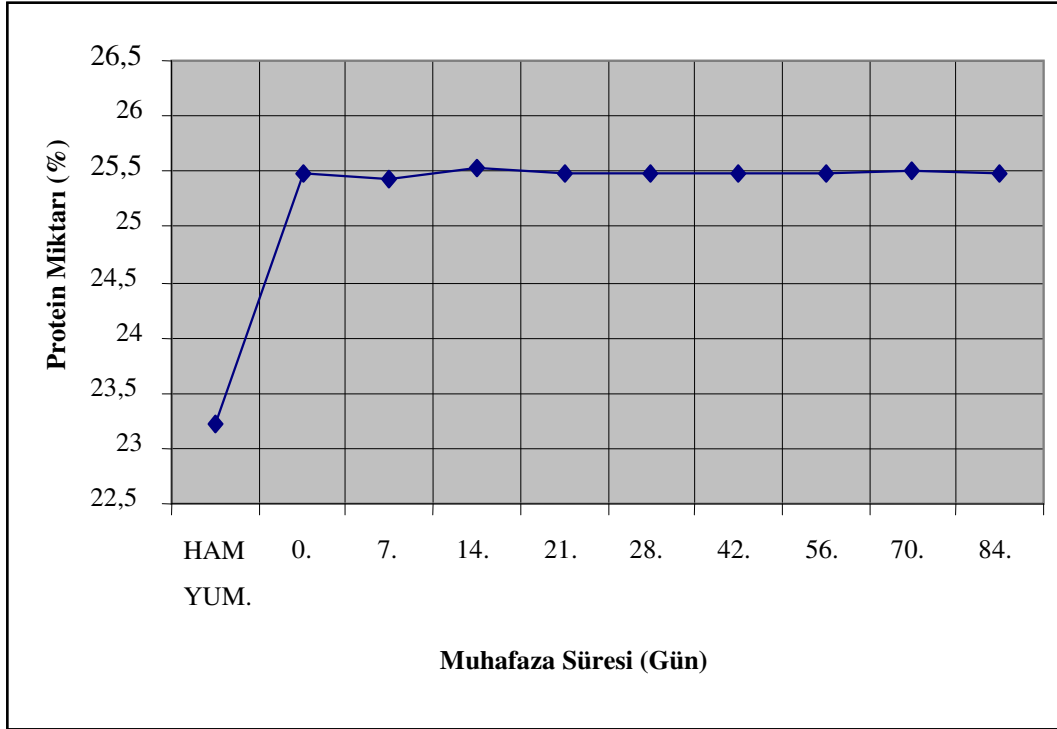
Tablo 4.2. Gökkuşığı alabalığı havyarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan % yağ miktarı

ÖRNEK TEKRARI	HAM YUMURTA	HAVYAR (0.GÜN)	M U H A F A Z A S Ü R E S İ (G ü n)							
			7	14	21	28	42	56	70	84
1	10,78	11,8	11,79	11,81	11,68	11,79	11,79	11,9	11,69	11,79
2	10,63	11,2	11,23	11,3	11,41	11,38	11,38	11,23	11,36	11,23
3	11,8	12,44	12,42	12,41	12,44	12,39	12,39	12,44	12,43	12,45
A.O. ± S.	11,07± 0,51	11,81±0,51	11,84±0,29	11,84±0,57	11,84±0,22	11,85±0,39	11,85±0,45	11,85±0,40	11,82±0,43	11,82±0,51

A.O. :Aritmetik ortalama S: Standart sapma

4.1.3. Protein miktarı

Deneyssel olarak hazırlanan gökkuşağı alabalığı havyarının muhafazası sırasında % protein miktarı ve ham yumurtaların % protein miktarı Tablo 4.3. de verilmiştir. Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi muhafaza süresince işlenmiş yumurtaların % protein miktarında önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. Ham yumurtaların % protein miktarı 23,23 iken yumurtaların tuzla işlenmesi sonucu % protein miktarı 25,48'e yükselmiştir.



Şekil 4.3. Gökkuşağı alabalığı havyarın üretimi ve muhafazası sırasında protein miktarlarında meydana gelen değişimler

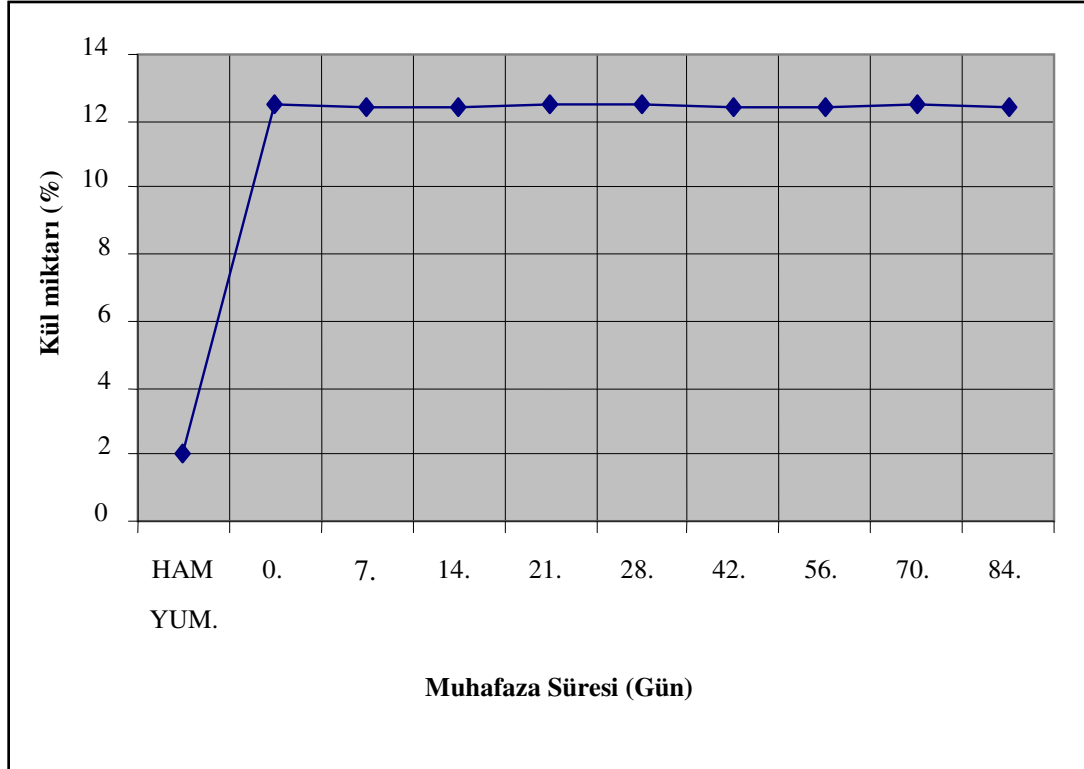
Tablo 4.3. Gökkuşığı alabalığı havyarının üretimi ve muhafazası sırasında saptanan % protein miktarı

ÖRNEK TEKRARI	HAM YUMURTA	HAVYAR (0.GÜN)	M U H A F A Z A S Ü R E S İ (G ü n)							
			7	14	21	28	42	56	70	84
1	23,187	25,72	25,65	26,02	25,72	25,76	25,69	25,79	25,72	25,70
2	23,92	25,81	25,95	25,52	25,79	25,80	25,83	25,79	25,87	25,81
3	22,59	24,93	24,69	25,09	24,95	24,9	24,92	24,91	24,94	24,95
A.O. ±S.	23,23± 0,54	25,486±0,39	25,43±0,54	25,54±0,38	25,48±0,44	25,48±0,65	25,49±0,13	24,49±0,46	25,51±0,20	25,48±0,42

A.O. :Aritmetik ortalama S: Standart sapma

4.1.4. Kül miktarı

Ham ve işlenmiş gökkuşağı alabalığı yumurtalarının kül miktarı Tablo 4.4.de verilmiştir. Ham gökkuşağı alabalığı yumurtalarının kül miktarı ortalama % 2,01 bulunurken havyar olarak işlenen yumurtaların kül miktarı 0. günde % 12,47'ye yükseldiği tespit edilmiştir. Daha sonraki muhafaza günlerinde % kül miktarının muhafazanın sonuna kadar hemen hemen aynı düzeyde kaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Gökkuşağı alabalığı havyarın üretimi ve muhafazası sırasında kül miktarlarında meydana gelen değişimler

Tablo 4.4. Gökkuşığı alabalığı havyarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan % kül miktarı

ÖRNEK TEKRARI	HAM YUMURTA	HAVYAR (0. GÜN)	M U H A F A Z A S Ü R E S İ (G ü n)							
			7	14	21	28	42	56	70	84
1	2,12	12,37	12,39	12,32	12,37	12,40	12,38	12,37	12,36	12,33
2	1,9	12,07	12,00	12,06	12,09	12,06	12,01	12,07	12,04	12,09
3	2,01	12,97	12,92	12,94	12,97	12,96	12,90	12,91	12,98	12,93
A.O. ±S	2,01±0,09	12,47±0,08	12,43±0,37	12,44±0,37	12,47±0,37	12,47±0,37	12,43±0,36	12,45±0,35	12,46±0,39	12,45±0,35

A.O. :Aritmetik ortalama S: Standart sapma

4.1.5. Tuz miktarı

Ham ve işlenmiş gökkuşığı alabalığı yumurtalarının % tuz içerikleri Tablo 4.5. de verilmiştir. İşlenmemiş yumurtalardaki tuz miktarı % 1,43 değerinde bulunmuştur. Havyar olarak işlenen yumurtalardaysa tuz miktarı hızla artarak %14,03 değerine yükselmiştir.

Havyar örneklerinin % tuz miktarı muhafazanın başlangıcından sonuna kadar önemli bir değişim göstermediği ve %13,96 ile %14,06 değerleri arasında seyrettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Gökkuşığı alabalığı havyarın üretimi ve muhafazası sırasında tuz miktarlarında meydana gelen değişimler

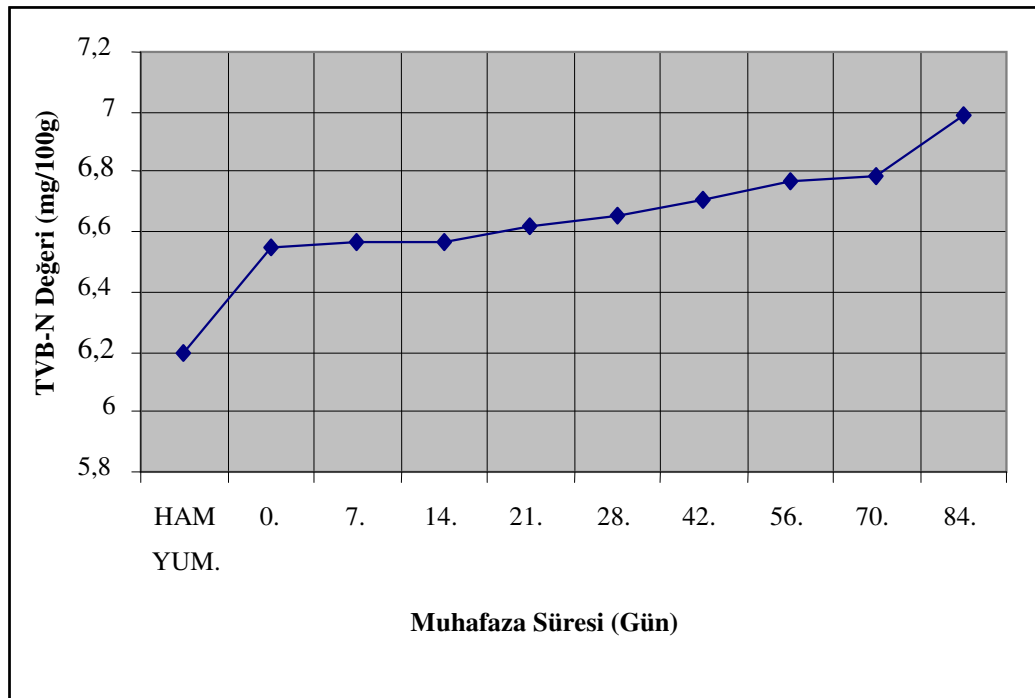
Tablo 4.5. Gökkuşığı alabalığı havyarının üretim ve sırasında saptanan % tuz miktarı

ÖRNEK TEKRARI	HAM YUMURTA	HAVYAR (0. GÜN)	M U H A F A Z A S Ü R E S İ (G ü n)							
			7	14	21	28	42	56	70	84
1	1,5	14,04	14,073	14,07	14,01	14,06	14,03	14,018	13,98	13,978
2	1,42	14,02	14,068	14,06	14,04	14,04	14,038	14,018	13,938	13,923
3	1,39	14,037	14,042	14,02	14,06	14,05	14,052	14,012	14,01	13,986
A.O. ±S.	1,43±0,05	14,03±0,01	14,06±0,01	14,05±0,02	14,03±0,02	14,05±0,01	14,04±0,01	14,016±0,01	13,97±0,03	13,96±0,03

A.O. :Aritmetik ortalama S: Standart sapma

4.1.6. TVB-N düzeyi

Deneyisel olarak hazırlanan gökkuşuğu alabalığı havyarının üretimi ve muhafazası sırasındaki TVB-N miktarı ile ham yumurtaların TVB-N miktarı Tablo 4.6. da verilmiştir. Muhafaza süresince işlenmiş yumurtaların TVB-N miktarında yükselme gözlenmiştir. Şöyle ki muhafazanın 0. gününde 6,54 değerinde bulunan TVB-N miktarı giderek artmış ve muhafazanın sonunda (84. gün) 6,99 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Gökkuşuğu alabalığı havyarın üretimi ve muhafazası sırasında TVB-N düzeyinde meydana gelen değişimler

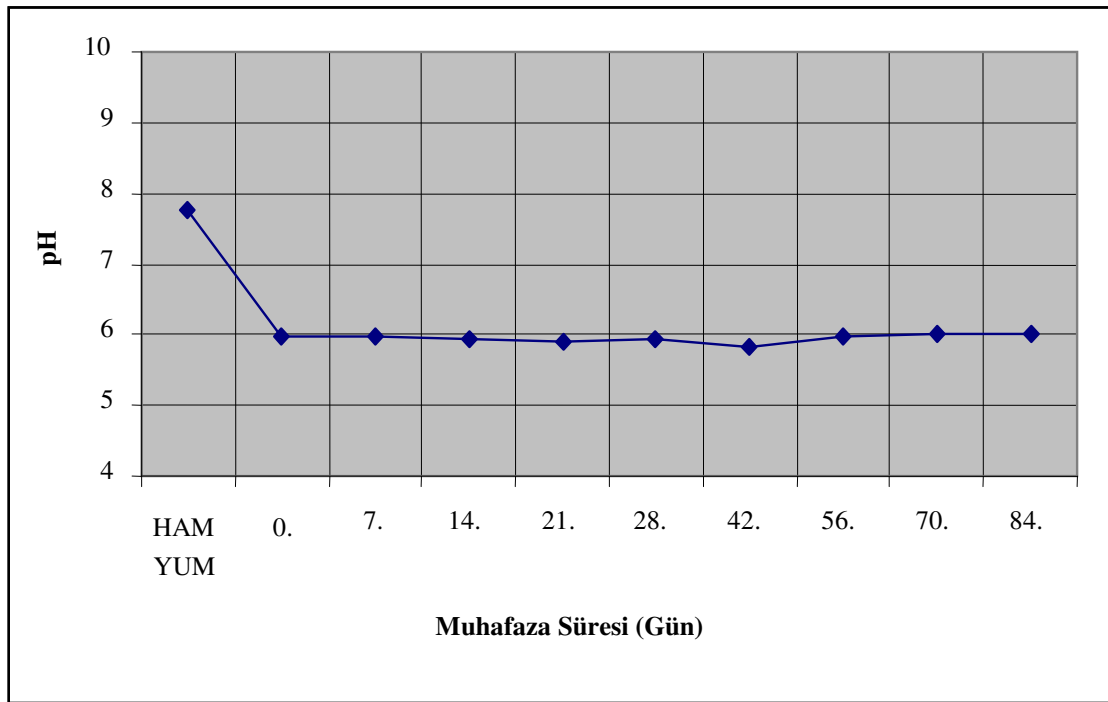
Tablo 4.6. Gökkuşığı alabalığı havyarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan TVB-N düzeyleri (mg/100)

ÖRNEK TEKRARI	HAM YUMURTA	HAVYAR (0. GÜN)	M U H A F A Z A S Ü R E S İ (G ü n)							
			7	14	21	28	42	56	70	84
1	6,21	6,54	6,57	6,58	6,59	6,45	6,58	6,75	6,98	7,14
2	6,09	6,52	6,42	6,70	6,05	6,78	6,77	6,73	6,58	6,86
3	6,29	6,58	6,70	6,42	6,74	6,72	6,05	6,82	6,80	6,97
A.O. ±S.	6,19±0,08	6,54±0,07	6,56±0,11	6,57±0,28	6,62±0,33	6,65±0,31	6,71±0,31	6,76±0,04	6,78±0,16	6,99±0,11

A.O. :Aritmetik ortalama S: Standart sapma

4.1.7. pH değeri

Deneyssel olarak hazırlanan gökkuşığı alabalığı havyarının muhafazası sırasındaki pH değeri ile ham yumurtaların pH değeri Tablo 4.7. de verilmiştir. Tablo 4.7.'de görüldüğü gibi ham yumurtanın pH'sı ortalama olarak 7,77 değerinde bulunmuştur. İşlenen yumurtaların pH değeri ise 0. günde 5,99'a düşmüştür. Muhafaza süresince işlenmiş yumurtaların pH değerinin 5,84 ile 6,37 arasında bulunduğu ve önemli bir değişimin meydana gelmediği belirlenmiştir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. Gökkuşığı alabalığı havyarın üretimi ve muhafazası sırasında pH değerlerinde meydana gelen değişimler

Tablo 4.7. Gökkuşığı alabalığı havyarının üretim ve muhafazası sırasında saptanan pH değeri

ÖRNEK TEKRARI	HAM YUMURTA	HAVYAR (0. GÜN)	M U H A F A Z A S Ü R E S İ (G ü n)							
			7	14	21	28	42	56	70	84
1	7,87	6,05	6,03	5,84	5,84	5,83	5,78	5,94	6,35	6,03
2	7,66	5,92	5,91	5,98	5,91	5,97	5,78	5,98	6,51	6,01
3	7,80	6,02	6,02	6,05	6,00	5,98	5,96	6,07	6,26	6,04
A.O. ±S.	7,77±0,08	5,99±0,05	5,98±0,054	5,95±0,08	5,91±0,06	5,92±0,07	5,84±0,08	5,99±0,05	6,37±0,10	6,02±0,01

A.O. :Aritmetik ortalama S: Standart sapma

4.2. Duyusal Değerlendirmeler

Havyar olarak işlenip tüketime hazır hale getirilen gökkuşağı alabalığı yumurtaları 0. günü ile muhafazasının 7., 14., 21., 28., 42., 56., 70. ve 84. günlerinde duyusal yönden analize tabi tutulmuştur.

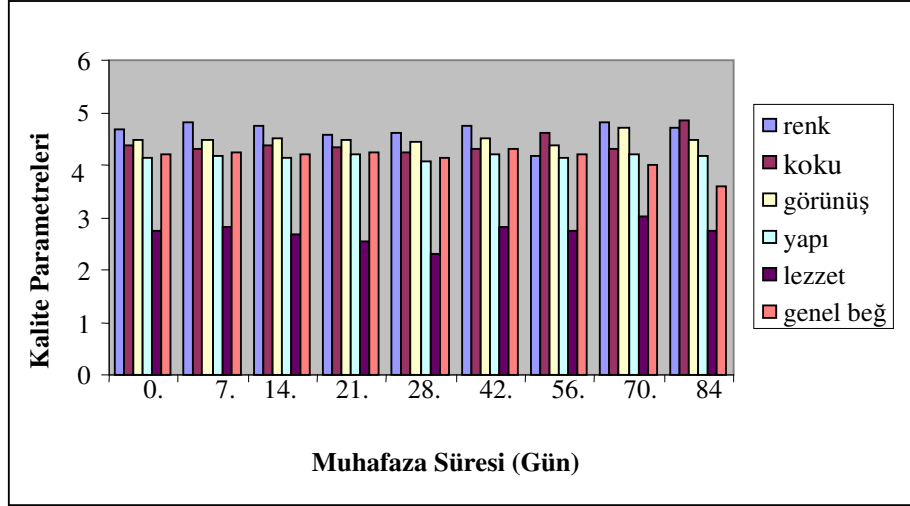
Deneysel havyar örneklerinin duyusal analizi hem çiğ hem de kızartılmış olarak yapılmıştır. Her iki grup (çiğ, kızartılmış) renk, koku, yapı (kıvam), görünüş, lezzet kriterlerine göre analiz edilmiş ve bu niteliklerin belirlenmesinde 1 ile 5 arası puan verilmiştir. Her iki gruba ait elde edilen duyusal puanların ortalamaları Tablo 4.8.'de gösterilmiştir. Çiğ olarak değerlendirmeye alınan örnekler muhafaza süresince renk bakımından 4,16-4,82, koku bakımından 4,29- 4,86, görünüş bakımından 4,36-4,71, yapı bakımından 4,15-4,21 ve lezzet bakımından 2,32-3,01 arasında puan almıştır. Çiğ örneklerde genel beğeni düzeyinin ise 3,6-4,32 arasında puan aldıkları tespit edilmiştir. Kızartılmış örnekler renk bakımından 3,92-4,36, koku bakımından 4,26-4,50, görünüş bakımından 4,26-4,54, yapı bakımından 3,69-4,05 ve lezzet bakımından 4,0-4,54 arasında puan alırken, genel beğeni düzeyi bakımından da 3,96-4,41 arasında puan aldığı belirlenmiştir.

Deneysel havyar örneklerinin 84 günlük muhafazası sırasında duyusal yönden olumsuz bir durum saptanmamıştır.

Tablo 4.8. Çiğ ve kızartılmış havyar örneklerinin duyusal analiz bulguları

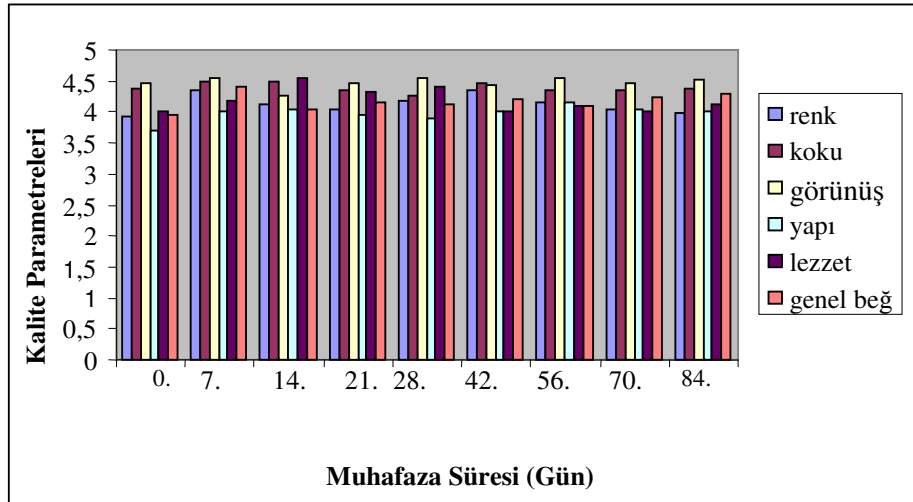
ANALİZ ŞEKLİ	KALİTE PARAMETRELERİ						
	GÜN	RENK	KOKU	GÖRÜNÜŞ	YAPI	LEZZET	GENEL BEĞENİ DÜZEYİ
ÇİĞ	0	4,69±0,44	4,38±0,56	4,46±0,48	4,15±0,36	2,76±0,61	4,20±0,45
	7	4,81±0,46	4,29±0,43	4,47±0,64	4,16±0,56	2,81±0,43	4,25±0,47
	14	4,75±0,65	4,36±0,59	4,51±0,92	4,15±0,40	2,69±0,67	4,19±0,62
	21	4,56±0,54	4,35±0,68	4,46±0,73	4,20±0,46	2,54±0,87	4,21±0,63
	28	4,62±0,47	4,25±0,48	4,43±0,58	4,06±0,65	2,32±0,45	4,14±0,79
	42	4,73±0,44	4,31±0,44	4,50±0,58	4,19±0,58	2,81±0,44	4,32±0,75
	56	4,16±0,57	4,60±0,54	4,36±0,49	4,13±0,75	2,76±0,32	4,21±0,75
	70	4,82±0,38	4,31±0,38	4,71±0,44	4,21±0,65	3,01±0,67	4,01±0,62
	84	4,72±0,76	4,86±0,78	4,46±0,44	4,16±0,91	2,76±0,87	3,60±0,77
KIZARTILMIŞ	0	3,92±0,53	4,38±0,62	4,46±0,65	3,69±0,56	4,00±0,67	3,96±0,68
	7	4,36±0,47	4,48±0,58	4,54±0,97	4,01±0,65	4,18±0,45	4,41±0,87
	14	4,12±0,54	4,50±0,44	4,26±0,67	4,03±0,49	4,54±0,76	4,03±0,88
	21	4,05±0,76	4,36±0,82	4,43±0,87	3,96±0,56	4,31±0,56	4,15±0,64
	28	4,19±0,66	4,26±0,94	4,54±0,92	3,89±0,88	4,42±0,62	4,13±0,73
	42	4,35±0,45	4,45±0,54	4,43±0,87	4,02±0,67	4,01±0,76	4,20±0,70
	56	4,14±0,75	4,35±0,76	4,54±0,56	4,15±0,62	4,10±0,93	4,10±0,67
	70	4,01±0,75	4,36±0,79	4,46±0,44	4,05±0,65	4,02±0,88	4,23±0,56
	84	3,98±0,59	4,38±0,44	4,53±0,49	4,02±0,76	4,12±0,76	4,29±0,59

Çiğ olarak analize alınan örneklerin duysal değerdendirilmesi sonucunda belirlenen kalite parametrelerinin grafiksel olarak ifadesi Şekil 4.8.' de verilmiştir. Bu şekilden de anlaşılacağı gibi 84 gñnlük muhafaza süresince örneklerin renk, koku, görünüş, yapı, lezzet ve genel beğeni düzeylerinde önemli bir değışim gözlenmemiştir.



Şekil 4.8. Çiğ olarak duysal analize alınan alabalık havyarının muhafazası sırasında kalite parametrelerinde meydana gelen değışimler

Kızartılmış olarak analize alınan örneklerin duysal değerdendirilmesi sonucu belirlenen renk, koku, görünüş, yapı, lezzet ve genel beğeni düzeylerinin grafiksel olarak ifadesi Şekil 4.9.' da verilmiştir. Bu şekilden de anlaşılacağı gibi 84 gñnlük muhafaza süresince örneklerin kalite parametrelerinde önemli bir değışim gözlenmemiştir.



Şekil 4.9. Kızartılmış olarak duysal analize alınan alabalık havyarının muhafazası sırasında kalite parametrelerinde meydana gelen değışimler.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, ülkemizde önemli miktarlarda üretimi yapılan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) yumurtalarının havyar şeklinde işlenerek değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla balıklardan sağılarak alınan yumurtalar belirli işlemlerden geçirilerek havyar elde edilmiştir. Daha sonra vakumlu ambalajlanarak $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazaya alınmıştır. Ham yumurtadan başlamak üzere, havyar örnekleri 0. günde ve muhafazanın 7., 14., 21., 28., 42., 56., 70. ve 84. günlerinde kimyasal yönden incelenmiştir. Ayrıca örnekler belirtilen günlerde duyusal analizlere alınmıştır.

Havyar çok yoğun ve besin değeri yüksek bir gıda maddesidir. İçerdiği nem oranı, elde edildiği balık türüne ve işleme metoduna göre değişim göstermektedir. Havyar elde edilirken uygulanan tuzlama işlemleri neticesinde rutubet miktarı azalmaktadır. Yumurtalara tuz girişi olurken üründen su çıkmaktadır. Bunun neticesinde ağırlık kaybı kaçınılmazdır. Nitekim Şengör ve diğ. (2000) topan kefalinden (*Mugil cephalus*) elde ettikleri havyarda %35 oranında bir ağırlık kaybı tespit etmişlerdir. Buna göre, mumlanmış topan kefalî havyarının nem oranı %52,43 ten %23,58'e düşmüştür. Bledsoe ve diğ.'nin (2003) bildirdiklerine göre salmonlardan elde edilen havyarın nem oranının türlere göre %50 ile %70 arasında değiştiği belirlenmiştir. Şöyle ki; *Oncorhynchus gorboscha*' da %50-60, *Oncorhynchus keta*'larda %55-56, *Oncorhynchus nerka*'da %56-58 ve *Oncorhynchus ishawyischa*' da %51-70 oranındadır. Ayrıca aynı araştırmada mersin balıklarında (*Huso sp.*) %57-77, ringalarda (*Clupea pallasi*) %73-77, turna balıklarında (*Esox sp.*) %64-67, morina balığında (*Gadus morhua*) %78-80, kefalde (*Mugil cephalus*) %52 ve uskumrulara (*Scomber japonicus*) %66,6 oranında nem tespit edildiği bildirilmektedir. Wirth ve diğ., (2000) mersin balıklarından elde edilen havyarda nem oranının %38 ile %53 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada gökkuşağı alabalığı havyarında ortalama % 22,94 oranında ağırlık kaybı belirlenmiştir. Şöyle ki; ham yumurtada %63,90 olan nem oranı uygulanan tuzlama işlemleri neticesinde %42,57'ye düşmüştür (Tablo 4.1. ve Şekil 4.1.). Bu veri literatür bilgileriyle karşılaştırıldığında farklılıkların mevcut olduğu görülmüştür. Nitekim; Bledsoe ve diğ., (2003) alabalıklardan elde edilen havyarın nem oranını %50 olarak belirtirken, İnal (1992) iyi kalitede ki havyarda nem oranını %45 olarak bildirmiştir. Bulguların uyumsuzluğu, uygulanan tuzlama ve teknolojik işlemlerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Şengör ve diğ., (2000) yaptıkları çalışmada, kuru tuzlama sonucunda havyardaki nem oranını %35,34 olarak belirlerken mumlama işleminden sonra bu oranı %23,58 olarak saptamışlardır. Bu verilerden de anlaşılabileceği gibi havyarda bulunan nem oranı; uygulanan kuru veya salamura tuzlama işlemi ile tuz yoğunluğuna ve uygulama süresine bağlı olarak değişmektedir.

Havyarın içerdiği yağ, protein, kül ve tuz oranları da elde edilen balık türüne ve işleme şekline göre değişmektedir. Rehbein (1985) *Merluccius hubbsi* havyarında yağ miktarını ortalama % 6,6 olarak bildirmektedir. Ayrıca, Altuğ ve Bayrak (2003) yüksek kalitedeki siyah havyarın % 12, salmonlardan elde edilen kırmızı havyarın ise % 11 oranında yağ içerdiğini belirtmişlerdir. Lu ve diğ., (1979) Beluga, Osetra ve Sevruga türü mersin balıkları yumurtalarında ortalama olarak sırasıyla % 17,4 , % 16,1 ve % 17,4 oranında yağ bulunduğunu tespit etmişlerdir. Göğüş ve Kolsarıcı (1982) kızartılmış morina havyarının % 12 yağ içerdiğini bildirmişlerdir. Bledsoe ve diğ., (2003) salmonlardan elde edilen havyarın yağ oranının türlere göre %8 ile 20 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Şöyle ki; *Oncorhynchus gorbuscha*' da %10-15, *Oncorhynchus keta*'larda %12-20, *Oncorhynchus nerka*'da %10-13 ve *Oncorhynchus ishawyischa*' da %8-18 oranında yağ olduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmada mersin balıklarında (*Huso sp.*) %11-18, ringalarda (*Clupea pallasii*) %3, turna balıklarında (*Esox sp.*) %1,5-2,4, morina balığında (*Gadus morhua*) %0,3-0,7 ve uskumruda (*Scomber japonicus*) %6,8 oranında yağ tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da gökkuşağı alabalığı yumurtalarında %11,07 oranında bulunan yağ miktarı, yumurtaların tuzla muamelesinden sonra %11,8'e yükselmiş ve muhafaza süresince herhangi bir değişim göstermemiştir (Tablo 4.2.ve Şekil 4.2.). Araştırmada tespit edilen yağ oranı literatür verileriyle karşılaştırıldığında nispeten benzerliklerin olduğu görülmüş, aradaki farklılıkların ise uygulanan tuzlama işlemlerinin farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Havyarın içerdiği protein oranı Wirth ve diğ.'nin (2000) bildirdiklerine göre bir mersin balığı türü olan *Huso huso* havyarında %30,49 düzeyindedir. Altuğ ve Bayrak (2003) salmonlardan elde edilen kırmızı havyarın protein düzeyini %32 olarak bildirmiştir. Göğüş ve Kolsarıcı (1982) kızartılmış morina havyarında %21 oranında protein olduğunu belirtirken, Şengör ve diğ., (2002) topan kefali (*Mugil cephalus*) yumurtalarında %25,52 oranında tespit etmişlerdir. Bledsoe ve diğ., (2003) salmonlardan elde edilen havyarın protein oranının türlere göre %20 ile 27 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Şöyle ki; *Oncorhynchus gorbuscha*' da %23, *Oncorhynchus keta*'larda %27, *Oncorhynchus nerka*'da %20 ve *Oncorhynchus ishawyischa*' da %21oranındadır. Ayrıca, aynı çalışmada mersin balıklarında (*Huso sp.*) %17-32, ringalarda (*Clupea pallasii*) %18,7, turna balıklarında (*Esox sp.*) %14-27, morina balığında (*Gadus morhua*) %16-20 ve uskumrularında (*Scomber japonicus*) %25,3 oranında protein tespit etmişlerdir. Bu çalışmada gökkuşağı alabalığı yumurtalarında %23,23 oranında bulunan protein miktarı, yumurtaların tuzla muamelesinden sonra %25,4'e yükselmiştir ve muhafaza süresince herhangi bir değişim göstermemiştir (Tablo 4.3. ve Şekil 4.3.). Belirlenen % protein miktarı literatür verileriyle karşılaştırıldığında, bazı değerlerin benzerlik gösterdiği ancak bazı

değerlerinde farklılıklar arz ettiği görülmüştür. Bu durum, havyarın elde edildiği balık türüne ve işleme teknolojisinin farklı olmasına bağlanabilir.

İşlenmemiş balık yumurtalarında bulunan mineral madde düzeyi işlenen havyara kıyasla oldukça düşük düzeydedir. Yumurtaların tuzla muamelesinden sonra % kül oranı oldukça yükselmektedir. Şengör ve diğ., (2002) ham yumurtalardaki kül oranını %5 olarak tespit ederken, bu oran yumurtaların tuzla işlenmesiyle %7,17 ye yükselmiştir. Yumurtalar mumlandıktan sonra ise bu oran daha da artarak %10,14 oranına çıkmıştır. Altuğ ve Bayrak (2003) ise, kırmızı havyarda %7 oranında kül miktarı tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da ham gökkuşağı alabalığı yumurtaları %2,01 oranında kül içerirken, yumurtalar tuzla muamele edildikten sonra bu oran %12,44'e yükselmiştir (Tablo 4.4. ve Şekil 4.4.) ve muhafaza süresince herhangi bir değişim göstermemiştir.

Tuzlama, balık yumurtasının havyar olarak değerlendirilebilmesi için uygulanan bir işlemdir. Kullanılan tuz miktarı havyarın dayanma süresini ve lezzetini belirlemektedir. Tuzun az olması halinde havyar çabuk bozulur. Fazla tuz kullanıldığında havyarın lezzeti bozulur ve sindirilmesi güçleşir. Tuzlanmış balık yumurtalarındaki tuz oranı yaklaşık %12 olmalıdır (İnal, 1992). Havyarın içerdiği tuz oranı havyar tiplerine göre farklılık gösterir. Al-Holy ve diğ., (2004) yaptıkları çalışmada Mersin balığı havyarının tuz oranını %3,3 değerinde tespit etmişlerdir. Altuğ ve Bayrak (2003) ise, salmonlardan elde edilen kırmızı havyarın tuz içeriğini %3 oranında kaydederken, Şengör ve diğ., (2002) topan kefallerinden (*Mugil cephalus*) elde edilen ham yumurtalardaki tuz oranını %2,96 olarak belirlemişlerdir. Bu oran yumurtaların mumlanması sonucu %7,04'e yükselmiştir. Çalışmamızda ise, ham yumurtalarda ki tuz oranı %1,43 oranındayken yumurtaların tuzla işlenmesi sonucunda bu oran %14 civarına yükselmiştir ve muhafaza süresince bariz bir değişim görülmemiştir (Tablo 4.5 ve Şekil 4.5.). Araştırma bulguları literatür verileriyle karşılaştırıldığında bazı değerlerin uyum gösterdiği, ancak bazı değerlerinde farklılıklar arz ettiği görülmüştür. Bu durum, havyarın elde edildiği balık türünün ve işleme teknolojisinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Bu çalışmada Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999) ile TSE'de (1993) bildirildiği üzere, yumurtalar öncelikle %25'lik NaCl çözeltisinde 30 dakika salamura işlemine tabi tutulmuş, daha sonra %2 oranında kuru tuzlama işlemi uygulanmıştır. Yapılan bu işlemlerin neticesinde tuz oranı %14 olarak tespit edilmiştir.

İşlenmemiş havyarda bulunan protein, yağ, ve kül değerlerinin tuzlanmış havyarda daha yüksek bulunması, yapılan tuzlama işleminin bir sonucu olarak kuru madde miktarının artmasına bağlanabilir. Nitekim işlenmemiş havyar ile işlenmiş havyarın rutubet değerlerinin de farklı olduğu, tuzlama işlemi neticesinde tuzun su tutucu etkisi ve suyu havyardan uzaklaştırmasından dolayı azalma meydana geldiği bildirilmektedir (Varlık ve diğ., 1993). Kimyasal kompozisyonu oluşturan tüm parametrelerde tuzlanmış havyar grupları, işlenmemiş

havyara kıyasla düşük nem, daha yüksek protein, yağ ve kül içeriğine sahiptir. Aynı durum Şengör ve diğ. (2002), Wirth ve diğ. (2000) ve Bledsoe ve diğ.'nin (2003) yapmış oldukları çalışmalarda da görülmüştür.

Balık ve ürünlerinin depolanmasında, süreye paralel olarak TVB-N değerinin yükseldiği bildirilmektedir. Ancak, balık ve diğer su ürünlerinde TVB-N miktarlarına ait sınır değerler farklılık göstermektedir. Şöyle ki; İnal (1992) ile Varlık ve diğ., (1993) TVB-N değerine göre kalite sınıflandırılmasını, 25 mg /100 g'a kadar " Çok iyi", 30 mg /100 g'a kadar " İyi", 35 mg/100 g'a kadar " Pazarlanabilir" 35 mg/100'dan fazla " Bozulmuş" olarak nitelendirilmektedir. Huss (1995), yeni yakalanan taze balığın içerdiği TVB-N miktarını 5-20 mg / 100 g, taze kabul edilebilir sınır değerini 30-40 mg/100 g olarak bildirmektedir. Karnop ve diğ., (1976), TVB-N'in kabul edilebilir sınır değerinin 40 mg/100 g olarak bildirmesine karşın, Pastoriza ve diğ., (1996), 35 mg/100 g değeri "pazarlanabilir", 40 mg/100 g ise "bozulmuş" olarak kabul etmektedir. Bununla beraber Long, (1979; 1983), tatlı su balıkları için TVB-N yönünden yenilebilirlik sınır değerini 32-34 mg /100 g olarak bildirmektedir. Alperden ve diğ., (1981) balık için geçerli olan bu değerlerin havyar içinde geçerli olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada işlenmemiş yumurtada TVB-N değeri 6,19mg/100g olarak tespit edilmiştir. Yumurtaların tuzla muamelesi sonunda TVB-N miktarının artarak 0.günde 6,64 mg/100 g'a yükseldiği görülmüştür. Muhafazanın ileri günlerinde nispeten artan TVB-N miktarının, muhafazanın sonunda ancak 6,99mg/100 g'a yükseldiği belirlenmiştir (Tablo 4.6.). Buda havyarın 84 günlük muhafazası sırasında TVB-N miktarının önem arzetmeyen değerlerde seyrettiği ve bu değerlerin bildirilen değerlerin oldukça altında olduğu görülmüştür.

Su ürünlerinde tüketilebilirlik pH sınır değeri 6,8-7,0'dır. Ancak pH değeri kesin bir kriter olmayıp her zaman kimyasal ve duyuşsal testlerle tamamlanması gerekmektedir (İnal,1992; Varlık ve diğ., 1993) . Bledsoe ve diğ.'nin (2003) bildirdiklerine göre salmonlardan elde edilen kırmızı havyarın pH değeri 5,8, mersin balıklarından elde edilen siyah havyarın pH değeri ise 5,45'dir. Çalışmamızda ham yumurtada ortalama pH değeri 7,77 olarak bulunmuştur. Tuzla işlenerek havyar haline getirilmiş yumurtaların pH'sı 0. günde 5,99'a düşmüştür. pH değerinin muhafazanın başlangıcından sonuna (84. gün) kadar önemli bir değişim göstermediği görülmüştür (Tablo 4.7.). İnal'ın (1992) bildirdiğine göre, taze havyarın reaksiyonu nötrdür. Belirgin alkali reaksiyon ise kokuşmanın bir işareti olarak kabul edilmektedir. Havyarın asit reaksiyon göstermesi bazı mikroorganizmaların veya küflerin üremesini gösterebilir. Bu nedenle, bariz pH değişimlerinde bakteriyolojik muayene yapılması ve elde edilen bulguların duyuşsal muayene bulgularıyla birleştirilerek genel bir değerlendirilmeye gidilmesi gerekmektedir.

Tuzla muamele edilerek havyar şeklinde işlenen ve vakumla paketlenen gökkuşağı alabalığı havyarı, 10 kişiden oluşan panelist grup tarafından muhafazanın belirli aşamalarında duyusal yönden incelenmiştir. Örnekler, 0. günde ve muhafazanın 7., 14., 21., 28., 42., 56., 70. ve 84. günlerinde hem çiğ hem de kızartılmış olarak test edilmiştir. Genel olarak kızartılan havyar örneklerinin daha fazla beğeni kazandığı görülmüştür. Çiğ örneklerin ise fazla tercih görmediği saptanmıştır (Şekil 4.8.). Örneklerin 84 günlük muhafazası sırasında, duyusal yönden kalitesinde herhangi bir değişikliğin meydana gelmediği belirlenmiştir (Tablo 4.8.). İnal'ın (1992) bildirdiği gibi, bozulmanın olduğu havyarlarda, normalde sert kıvamda olan taneler yumuşar ve parmaklar arasında ezilebilir hale gelir. Bozulmanın daha ileri safhalarında ise taneler özelliklerini kaybederek, yapışkan bir kitle haline dönüşür. Renk ise koyulaşır ve sarımsı-yeşil bir hal alır. Bozulmayla birlikte, havyarın kendine özgü kokusu değişerek ekşimsi-yakıcı ve küflü bir nitelik kazanır.

Sonuç olarak; deneysel olarak hazırlanan vakumlanmış gökkuşağı alabalığı havyarının kimyasal kompozisyonu ile $4\pm1^{\circ}\text{C}$ de 84 günlük muhafazası sırasında kimyasal ve duyusal niteliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde;

- 1.Havyarın oldukça yüksek oranlarda yağ ve proteine içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.
- 2.Deneysel alabalık havyarının 84 gün süreyle $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası sırasında, duyusal açıdan kalitesinde herhangi bir olumsuz değişikliğin meydana gelmediği görülmüştür.
3. Aynı şekilde muhafaza süresince kimyasal bazı değerlerin (TVB-N ve pH) önerilen değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.
- 4.Havyar içerdiği yüksek tuzluluk nedeniyle tüketici tarafından fazla beğenilmeyen ve tüketimi yaygınlaşmayan bir üründür. Ancak, kızartılarak organoleptik muayeneye tabi tutulan örneklerin daha fazla beğeni kazandığı ortaya konmuştur. Bu da damak zevkimize kızartılmış havyarın daha uygun olduğunu göstermektedir.
- 5.Tuzlama işlemi, ürünün uzun süre kaliteli olarak saklanmasına yardımcı olmaktadır. Üründeki suyun bu yolla uzaklaştırılması neticesinde mikrobiyel faaliyet kontrol altına alınabilmektedir. Ancak yüksek tuz oranı duyusal tercihi olumsuz yönde etkilemektedir.
6. Ancak, havyarın muhafaza süresinin uzun olmasında yüksek tuzla birlikte, vakumla ambalajlama işleminin de önemli derecede etkili olduğu ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- Al-Holy, M.; Wang, Y.; Tang, J. and Rasco, B., 2004, Dielectric properties of Salmon (*Oncorhynchus kefa*) and sturgeon (*Acipenser transmontanus*) caviar at radio frequency (RF) and microwave (MW) pasteurization frequencies
- Alpbaz, A., 1994, *Pratik Alabalık Yetiştiriciliği*. 3.Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 2, İzmir, 39 s.
- Alperden, İ., Özyay, G., Eyyüpoğlu, Y. ve Erdoğan, B., 1981, *Karbasan Ürünlerinin (Artık Balık ve Yağının) Değerlendirilmesi*. Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No: 81 Mbeae Matbaası-Gebze-Kocaeli, 111 s.
- Altuğ, G. ve Bayrak, Y., 2003, Microbiological analysis of caviar fom Russia and Iran. Food Mikrobiology, 20, 1, 83-86.
- Anonim, 1967, Fish Roe and Caviar. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Breau of Commercial Fisheries, Washington, 299-308.
- Anonim, 1979, *Havyar, Büyük Lügat ve Ansiklopedi*. Meydan Yayınevi İstanbul, 960s.
- AOAC, 1965, Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists, Ed. William Horwitz, Tenth Edition, Washington DC.957p., USA.
- Atay, D., 1987, *İçsu Balıkları ve Üretim Tekniği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1035, Ankara, 467 s.
- Bakıcı, İ., 1987, *Tuzlu Balıklar, Balık Turşusu (Marinat)*. Et ve Balık Dergisi, 8, 50, 25-29.
- Bledsoe, G. E., Bledsoe, C.D.; Rasco, B., 2003, Caviars and fish roe products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43 (3): 317-356.
- Borgstram, G., 1965, *Fish As Food*. Academic Pres, New York, 489 p.
- Çelikkale, M. S., 1994, *İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 419 s.
- Del Valle, F. R. ve Nickerson, J.T.R., 1967, Studies on salting and drying fish. I. Equilibrium considerations in salting. Journal of Food Science, 32, 173-179.
- Del Valle, F. R. ve Gonzales-Imigo, J. L., 1968, A quick salting process for fish. 2. Behaviour of different species of fish with respect of the process. Journal of Food Technology, 22,9 , 85-90.

- D. İ. E., Devlet İstatistik Enstitüsü, 2000, Su Ürünleri İstatistikleri. D. İ. E. Matbaası, Ankara, 45 s.
- Duman, M., 1995, Cip Balık Üretim ve Yetiştirme Tesisinde Yetiştirilen Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) Kimyasal Kalitesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 425.
- Eastman, W. F., 2003, *A Guide to Canning, Freezing, Curing ve Smoking Meat, Fish and Game*. Storey Boks, 231 p.
- Ertaş, H., 1978, Balıkların soğutma ve dondurma ve salamura metotları ile muhafazası. Gıda, 3,6, 237-246.
- Emblem, A., 2000, “ Predicting packaging characteristics to improve shelf-life “ In:, The Stability and Shelf-life of Food, D. Kitcatst and P. Subramaniam (eds) Woodhead Publishing Limited, 145-169.
- F.A.O., Food Agriculture Organization, 2002, Fisheries Departments in global aquaculture production.
- Filsinger, B.E., 1987, Effect of pressure on salting and ripening process of anchovies (*Engraulis anchoita*) Journal of food science, 52, 4, 919-921.
- Gessner, J., Wirth, M., Kirschbaum, F. ve Patriche, N., 2002, Processing Techriques for Caviar and Their Effect on Product Composition
- Göğüş, A. K. ve Kolsarıcı, N., 1992, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara, 261 s.
- Gökoğlu, N., 2002, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 157 s.
- Gökoğlu, N., Gün, H. ve Varlık, C., 1994, Alabalık *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) lakerdasının dayanma süresinin belirlenmesi, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Dergisi, 8, 1-2, 173-180.
- Göktan, D., 1990, *Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi*. Cilt 1. Et Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 292 s.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Şahin Matbaası, Ankara, 366 s.
- Huss, H. H., 1995, *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper -348, Food and Agriculture Organization of United Nations, Roma, 132 p.

- İnal, T., 1992, *Besin Hijyeni- Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü*. 2. Baskı, Final Ofset A.Ş., İstanbul, 783 s.
- İzgi, Ş., 1996, Modifiye Atmosfer Altında Paketlenen Alabalığın Raf Ömrü Üzerine Araştırmalar. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 65 s.
- Karnop, G., 1976, Die lokale verteilung luechtiger basen (TVB-N) im gevvebe vonganzfishen waehrend dereislagerung, Arch. Fver Fischere Iwissenschaft, 27, 2, 159-169.
- Kılınç, B. ve Çaklı, Ş., 2001, Paketleme tekniklerinin balık ve kabuklu su ürünleri mikrobiyal florası üzerine etkileri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18: 1-2, 279- 291.
- Kınacıgil, H. T. ve Albaz, A. G., 1991, Süyo (Homa) Dalyanında avlanan topan kefallerinin (Mugil cephalus cephalus Lin. 1758) havyar verimi üzerine araştırmalar, Eğitimin 10. Yılında Su Ürünleri Sempozyumu, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Yüksekokulu, Bornova / İzmir, 722-738.
- Kolsarıcı, N. ve Candoğan, K., 1997, Yoğun Tuz kürü Uygulanmış Hamsi (*Engraulis engrasicholus*) Balıklarda Kimyasal Değişimler Akdeniz Balıkçılık Kongresi 9-11 Nisan, İzmir, 199-207.
- Kurtcan, Ü. ve Gönül, M., 1987, Gıdaların duysal değerlendirilmesinde puanlama metodu. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri B, Gıda Mühendisliği 5, 1, 137-146.
- Long, K., 1979, Der flüchtige basenstickstoff (TVB-N) beiim binnenland in der verkehr gebrachten frischen seefischen . Archiv für Lebensmittel. Hygiene., 30, 215-217.
- Long, K., 1983, Der flüchtige basenstickstoff (TVB-N) be im binnenland in der verkehr gebrachten frischen seefischen. II.Mittelung. Archiv für Lebensmittel. Hygiene, 34, 7-9.
- Lu, J. Y., Ma, Y. M., Williams, C., Chung, R. A., 1979, Fatty and aminoacid compositionof salted mullet roe, Journal of Food Science, 44, 676-677.
- Love, M. R., 1980, *The Chemical Biology of Fishes*, Acedemic press London
- McCune, K., 1988, *The Fish Book*. Harper & Row Publishers Inc, Newyork, 126 p.
- Mendelsohn, J. M., 1974, Rapid techniques for salt-curing fish. Journal of Food Science 39, 125-127.
- Özdemir, N., 1982, *Mersin Balığı Türleri ve Yapay Üretimi ve Türkiye’de Üretim Olanakları*. Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi, 71 s.

- Özdemir, N., 1994, *Tatlı ve Tuzlu Sularda Alabalık Üretimi*. Fırat Üniversitesi Yayınları Sayı:35, Elazığ, 219s.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J. J. ve Cabo, M. L.,1996, Effect of carbondioxideon microbial growth and quality of salmon slices. *Journal of the Science of food and Agriculture* 72, 3, 348-352.
- Rehbein, H., 1985, Caviare proximate composition amino acid content and ıdentification of fish species, 2. *Lebensm Untens, Forsch*: 180, 457-462.
- Reddy, N.R., Schreiber, C.L., Buzard, K.S., G.E. ve Armstrong, D.J., 1994, Shelf-life of fresh Tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. *Journal of Food Science*, 59, 2, 260-263.
- Shetty, C. S., Bhaskar, N., Bhandary, M. H. ve Raghunanth, B. S., 1996, Effect of film-forming gums in the preservation of salted and dried Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta* cuvier), *Joural Science of food Agriculture*, 70, 453-460.
- Storebakken, T. ve Austreng, E., 1987, Ration level for salmonids- II. Growth, feed intake, protein digestibility, body composition and feed conversion in rainbow trout weighing 0,5-1,0 kg *Aquaculture*, 60, 207-221.
- Şengör, G. F., Cihaner, A., Erkan, N., Özden, Ö. ve Varlık, C., 2000, Topan Kefali (*Mugil cephalus*, L. 1758) yumurtasından havyar eldesi, randımanı ve kimyasal kompozisyonun belirlenmesi, *Türk J Vet Anim Sci*, 26 183-187.
- Timur, M., 1982, Türkiye’de Havyar Üretimi, Türkiye’de Su ürünlerini Artırma ve Kredilerini Yönlendirme Sempozyumu, Ankara.
- Tolgay, Z., ve Tetik, İ., 1964, *Muhtasar Gıda Kontrolü ve Analizler Kılavuzu*. Ege Matbaası, Ankara, 449s.
- TSE, 1974a, Türk Standardları Enstitüsü, Et ve et mamülleri rutubet miktarı tayini, T.S.:1743, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 1974b, Türk Standardları Enstitüsü, Et ve et mamülleri azot miktarı tayini, T.S.:1748, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 1974c, Türk Standardları Enstitüsü, Et ve et mamülleri kül miktarı tayini, T.S.:1746, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

- TSE, 1993, Türk Standardları Enstitüsü, Havyar (İşlenmiş Balık Yumurtası), T.S.:10925, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Tunalı, S., 1976, Balık tuzlama metodları ve tekniği,. Et ve Balık Endüstrisi Dergisi, 1, 4, 36-40.
- Turan, H. ve Erkoyuncu, İ., 1997, Farklı Tuzlama Yöntemlerinin Değişik Balıklarda Kalite ve Saklama Süresine Etkileri. Akdeniz Balıkçılık Kongresi 9-11 Nisan, İzmir, 191-197.
- URL 1, 2003; www.denizce.com/sahipak
- URL 2, 2004; *Caviar Guide*, http://www.nvogue.com/nvogue_foods/caviar/caviar_guide.htm
- URL 3, 2003; *Caviar And Roe*, <http://www.foodsubs.com/caviar.html>
- Uzunkuşak, A., 1972, Gıda maddelerinin muhafazasında tuz ve şeker. Et ve Balık Endüstrisi Dergisi, 6, 33, 19.
- Üçüncü, M., 2000, *Gıdaların Ambalajlanması*. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 689.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 1999, *Gıda Mikrobiyolojisi*. İkinci baskı, Mengi Tan Basınevi, Çınarlı- İzmir, 598 s.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T., 2004, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, 491 s.
- Voskresensky, N. A., 1965, ‘‘Salting of herring’’, In: *Fish as Food*. Vol : II. G. Borgstrom (Ed.), Academic Press, Newyork, Sanfrancisco, London, 107-131.
- Wirth, M., Kirschbaum, F., Gessner, J., Krüger, A., Patriche, N. ve Billard, R. 2000, Chemical and biochemical composition of caviar from different sturgeon species and origins. *Nahrung*, 44,. 4,. 233-237.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Elazığ'da doğdum. İlk, orta ve lise tahsilimi Elazığ'da tamamladım. 1999 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde okumaya hak kazandım. Üniversite öğrenimimi 2003 yılında tamamladım ve aynı yılın güz döneminde aynı üniversite ve fakültenin Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans yapmaya hak kazandım.

Emine ÖZPOLAT