

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI SALAMURA KONSANTRASYONLARI VE SÜRELERİNDE**  
**HAZIRLANAN SICAK DUMANLANMIŞ GÖKKUŞAĞI**  
**ALABALIKLARIN BESİN DEĞERİ VE DUYUSAL**  
**ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Nuran AKPINAR**

**Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı**

**Tezin Sunulduğu Tarih: 05/09/2014**

**Tez Danışmanı:**

**Yrd. Doç. Dr. Fikret ÇAKIR**

**ÇANAKKALE**

Nuran AKPINAR tarafından Yrd. Doç. Dr. Fikret ÇAKIR yönetiminde hazırlanan ve **05/09/2014** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Farklı Salamura Konsantrasyonları ve Sürelerinde Hazırlanan Sıcak Dumanlanmış Gökkuşığı Alabalıkların Besin Değeri ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

**JÜRİ**

Yrd. Doç. Dr. Fikret ÇAKIR

.....

**Başkan**

Prof. Dr. Olcay HİSAR

.....

**Üye**

Prof. Dr. Şükriye ARAS HİSAR

.....

**Üye**

Sıra No:.....

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

Nuran AKPINAR

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın planlanıp yürütülmesinde bana her türlü desteği sağlayan engin bilgi ve birikimlerini esirgemeyen çok değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Fikret ÇAKIR ve Prof. Dr. Olcay HİSAR'a, Doç. Dr. Zayde ALÇİÇEK'e, Doç. Dr. Murat KARAOĞLU'na, Abdullah ÖZER'e, Semih KALE'ye bu meşakkatli ve bir o kadar güzel olan bu ilim yolunda yürürken yanımda desteğini esirgemeyen arkadaşlarım Sait ÇIRAK'a, Fatih ARSLAN'a, bana maddi manevi her türlü desteği sağlayan ailem, babam A. Sırrı AKPINAR'a, annem Seylan AKPINAR'a, ağabeyim Eser AKPINAR'a sonsuz teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Nuran AKPINAR

anakkale, Eylül 2014

## SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
<, >	Küçük, büyük işareti
±	Artı, eksi
C <sup>o</sup>	Derece Celcius
Cfu	Colony Forming Unit
cm <sup>2</sup>	Santimetre kare
g (gr)	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan Birim'
log	Logaritma
ml	Mililitre
mm	Milimetre
s	Saat
sec	Saniye
TBA	Thiobarbutirik Asit
TVB-N	Toplam Uçucuc Baz Azotu
α	Alfa
Ω	Omega
HACCP	Hazard Analysis and riical Points
TPA	Tekstür Profil Analiz Testi
PUFA	Polyunsaturated fatty acids
EPA	Eikosapentenoik asit
DHA	Dokosaheksaenoik asit
B <sub>1</sub>	Tiamin
B <sub>2</sub>	Riboflavin
B <sub>3</sub>	Niasin
B <sub>6</sub>	Pridoksin
B <sub>12</sub>	Siyanokobalami
N	Normalite

## ÖZET

### FARKLI SALAMURA KONSANTRASYONLARI VE SÜRELERİNDE HAZIRLANAN SICAK DUMANLANMIŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARIN BESİN DEĞERİ VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Nuran AKPINAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Fikret ÇAKIR

05/09/2014, 51

Bu çalışma, farklı salamura konsantrasyonları (%10.6, %15.8, %21.1) ve sürelerinde (3, 6, 9 saat) hazırlanan sıcak dumanlanmış Gökkuşuğu Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nın besin değeri, Tekstür Profil Analizi (TPA) ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Besin değeri parametreleri olarak nem, protein, yağ ve kül değerleri; tekstür özellikleri için sertlik, elastikiyet, kohezyon, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve yapışkanlık değerleri incelenmiştir. Duyusal özelliklerin belirlenmesi amacıyla da; sertlik, sululuk, yapışkanlık, tat ve toplam kabul edilebilirlik değerleri duyuşal anketler ile belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonunda, sıcak dumanlama ve tuzun etkisiyle nem değerlerinde taze alabalığa (%71.9) göre düşüş (%58.1-61.3), protein, yağ, kül ve tuz miktarlarında ise istatistiki olarak artış gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Balıketteindeki tuz miktarı ise tuz konsantrasyonu ve süresine bağılı olarak arttığı rağmen gruplar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Tekstür özellikleri incelendiğinde, tuz konsantrasyon ve sürelerine bağılı olarak sertlik değerinde artış, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerinde azalış tespit edilmiştir. Bununla birlikte yapışkanlık ve kohezyon değerlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir.

Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonu artıkça sertlik puanlarının düştüğü, sululuk parametresinde ise en yüksek değeri %10.6 tuz konsantrasyonunda 6 saat süre ile bekletilen sıcak dumanlanmış alabalık grubu almıştır. Ayrıca uygulanan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tekstürel ve duyuşal değerlendirmeler arasında korelatif olarak önemli ilişkilerin olmadığı ( $p>0.05$ ) ve aletli tekstürel kalite özelliklerinin daha ayırt edici olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak dumanlama öncesinde uygulanan tuz konsantrasyonları ve sürelerinin ürünün besin değeri, tekstürel ve duysal kalitelerinde etkili olduğu, genel beğenide en beğenilen grup %21.1 tuz konsantrasyonunda bekletilen sıcak dumanlanmış alabalıklar olduğu belirlenmiştir. Buna göre ülkelere göre değişiklik gösteren damak tadının farklı olması sebebi ile yapılan bu çalışmada Türk damak tadına en uygun olan sıcak dumanlanmış alabalıkların yüksek (21,1) tuz konsantrasyonlarına sahip ürünler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca duysal kalitenin belirlenmesinde panelistler yeterince hassas olamadığı için daha güvenilir ve uygun sonuçlar için ürünler aletsel belirlemelerle desteklenmelidir.

**Anahtar sözcükler:** Alabalık, Dumanlama, Tuz, Tekstür Profil Analizi, Duysal kalite, Besin değeri.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF NUTRITIONAL VALUE AND SENSORY PROPERTIES OF HOT SMOKED RAINBOW TROUT PREPARED IN DIFFERENT BRINE CONCENTRATIONS AND TIMES

Nuran AKPINAR

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Chair for Fishing and Fish Processing Technology Thesis of Master of Science

Advisor: Assoc. Yrd. Doç. Dr. Fikret ÇAKIR

05/09/2014, 51

This study has been carried out for determine the nutritional value, texture profile analysis (TPA) and sensory properties (SP) of hot-smoked rainbow trout prepared in different brine concentrations (%10.6, %15.8, %21.1) and durations (3, 6, 9 hours). Moisture, protein, fat and ash contents were examined for specify the nutritional value. Hardness, elasticity, cohesiveness, chewiness, adhesiveness and gumminess were determined as TPA. Determination of sensory parameters were hardness, juiciness, stickiness, taste and total acceptability values were investigated.

According to results, moisture contents have decreased with effect of hot smoking and salt (58.10%-61.3%) in comparison to fresh rainbow trout (71.9%). Protein, fat, ash and salt contents have increased statistically ( $p<0.05$ ) although salt content has increased depending on brine concentration and duration in fresh fillet, differences between groups were determined as statistically insignificant ( $p>0.05$ ). Hardness, chewiness and elasticity values have been raised depending on concentration and duration of salt. Moreover, adhesiveness and cohesiveness have demonstrated fluctuation.

“Sensory hardness scores” has decreased based on percentage of salt concentration. hot smoked fillet waited %10.6 brine concentration in 6 hours has highest values in juiciness parameter. Statistical analyzes results shows that relationships between TPA and SP were correlatively insignificant ( $p>0.05$ ) and TPA were determined distinctive.

Finally, different concentration and duration applications before smoking process has effected on nutritional value, TPA and SP of products. The most admired group was determined as hot smoked fillet waited in 21.1% salt for general admiration. In this study showed that hot smoked rainbow trout which is optimal for Turkish food culture was

determined to be product which has high (21.1%) salt due to the differences of countries' food culture. Therefore, products must be supported by instrumental determination for more trust and convenient results, because of panelists cannot be insensitive in determination of sensory quality.

**Keywords:** Trout, Smoked Salt, Textural quality, Sensory quality, Nutritional value.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiii
BÖLÜM 1 - GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Balığın İnsan Beslenmesi Açısından Önemi .....	4
2.2. Gökkuşluğu Alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )'nın Genel Özellikleri.....	6
2.2.1. Morfolojik özellikleri ve biyolojisi.....	6
2.2.2. Dağılım .....	7
2.2.3. Yetiştiriciliği .....	7
2.2.4. Değerlendirilmesi ve tüketimi .....	8
2.2.1. Alabalıkların yıllık üretim miktarları ve ekonomik değerleri .....	8
2.3. Su Ürünlerinde Dumanlama İşlemi.....	10
2.3.1. Hammade.....	12
2.3.2. Talaş.....	13
2.4. Dumanlama İşleminde Ürünün Kalitesine Etki Eden Faktörler.....	13
2.5. Su Ürünlerinde Raf Ömrünü Artıran Teknikler .....	15
BÖLÜM 3 - MATERYAL VE YÖNTEM .....	22
3.1. Materyal.....	22
3.1.1. Balık materyali.....	22
3.1.2. Tütsüleme fırını .....	22
3.1.3. Odun talaşı.....	24
3.2. Yöntem .....	25
3.2.1. Araştırma planı .....	25

3.2.2. Sıcak dumanlama.....	25
3.2.3. Kimyasal analizler .....	25
3.2.3.1. Kül tayini .....	25
3.2.3.2. Nem tayini.....	25
3.2.3.3. Yağ tayini.....	26
3.2.3.4. Protein tayini .....	26
3.2.3.5. Tuz tayini .....	26
3.2.3.5.1. İşlem.....	26
3.2.3.5.2. Değerlendirme .....	27
3.2.4. Duyusal analiz.....	27
3.2.5. Tekstür analizi .....	28
3.2.5.1. Tekstür profil analizi (TPA).....	28
3.2.6. İstatistik analizleri.....	28
<b>BÖLÜM 4 - ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>29</b>
4.1. Tütsülenmiş Balıkların Besin Değeri ve Tuz Miktarı Analiz Bulguları .....	29
4.2. Dumanlanmış Balıkların Tekstür Analiz Bulguları.....	32
4.3. Tütsülenmiş Alabalıklara Ait Duyusal Analizler .....	37
<b>BÖLÜM 5 - SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>41</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>I</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 2.1. Gökkuşığı alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) .....	6
Şekil 2.2. Sıcak dumanlamanın işlem basamakları.....	14
Şekil 3.1. Dumanlama işleminde kullanılan taze gökkuşığı alabalıkları ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) .....	22
Şekil 3.2. Tütsüleme fırını .....	23
Şekil 3.3. Tütsüleme fırını .....	23
Şekil 3.4. Kurutma dolabı .....	24

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge.2.1. Türkiye’de alabalık üretiminin yıllık dağılışı (TÜİK, Su Ürünleri İstatistikleri, 2013).....	9
Çizelge.2.2. Yetiştiricilik üretiminin türlerine göre dağılım oranları (TÜİK, Su Ürünleri İstatistikleri, 2013).....	9
Çizelge 2.3. Su ürünleri yetiştiriciliğinin ekonomik değerleri (TÜİK, Su Ürünleri İstatistikleri, 2013).....	9
Çizelge 3.1. Duyusal analiz değerlendirme formu .....	27
Çizelge 4.1. Farklı salamura konsantrasyonlarında ve sürelerinde bekletilerek hazırlanan dumanlanmış alabalıkların nem, yağ, protein, kül ve tuz miktarları .....	29
Çizelge 4.2. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının sertlik değerleri.....	32
Çizelge 4.3. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının yapışkanlık değerleri .....	33
Çizelge 4.4. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının kohezyon değerleri .....	33
Çizelge 4.5. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış.....	34
Çizelge 4.6. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 tuz konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilerek dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının çiğnenebilirlik değerleri.....	35
Çizelge 4.7. %10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının sakızimsılık değerleri.....	36
Çizelge 4.8. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının ısırık veya sertlik değerleri .....	37
Çizelge 4.9. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının sululuk değerleri .....	38
Çizelge 4.10. %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının yapışkanlık değerleri .....	38
Çizelge 4.11. % 10.6, % 15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının tat değerleri.....	39

Çizelge 4.12. %10.6,%15 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşığı alabalıklarının toplam kabul edilebilirlik değerleri 39

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ile birlikte gıda kaynakları yetersiz kalmaktadır. Bu dengesiz arz talep mekanizması, gıda otoritelerini kaliteli gıda kaynaklarının kolay erişilebilir ve daha sürdürülebilir kullanımı için yeni arayışlara yönlendirmiş ve mevcut gıda kaynaklarının daha verimli kullanılarak işlenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Artan talebin karşılanabilmesi için bu kaynakların değerli protein ve yağ kaynaklarına sahip olması ve besleyiciliğinin artırılması en önemli parametreler haline gelmiştir. Bu bağlamda hem tarım ürünlerinde hem kırmızı ve beyaz et sektöründe önemli verimlilik çabaları gösterilmiştir. Ancak tarım alanlarının azalması ve hayvancılık sektörünün sanayileşmesi ile bu kaynakların sürdürülebilirliği çeşitli soru işaretlerini beraberinde getirmiştir. Bu noktada önemli bir protein kaynağı olan su ürünlerinin avlanması, yetiştiriciliği ve işlenerek değerlendirilmesi oldukça önem kazanmıştır.

Dünya toplam balıkçılık üretimi 2012 yılında 91 milyon tondur olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2014). Ülkemizde 2002 yılında su ürünleri üretim miktarı 61.165 ton iken bu sayı yıllar bazında artış göstererek 2012 yılında 212.410 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2013). Dünyada ve ülkemizde su ürünleri üretimindeki bu artışlar, su ürünlerinin insan beslenmesinde ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Uygun oranda ve kolay sindirilebilir aminoasit içeriği, zengin esansiyel yağ asitleri, vitamin ve mineral maddeleri ile balıketi yüksek değerli bir gıda ürünüdür. Balıketi, kırmızı etten farklı olarak düşük bağ dokusuna ve yüksek su miktarına sahiptir (Gorga 1998). Bu nedenle su ürünleri kolay bozulan gıdalar arasındadır. Bozulmayı geciktirmek için tarih boyunca pek çok işleme tekniği kullanılmıştır.

Yeni işleme teknolojileri (yüksek basınç teknolojisi, teknolojik olarak geliştirilmiş işleme cihazları vs.) ile yeni ürünler (surimi, nugget vs) elde edilmekle beraber, geleneksel yöntemler (dumanlama, kurutma, tuzlama vs.) ile işleme teknikleri popülerliğini korumaktadır.

İşleme yöntemlerinde amaç, ürünün bozulma hızını mümkün olduğunca yavaşlatmak, en iyi şekilde pazar olanaklarına sunmak ve tat-lezzet çeşitliliğini arttırmaktır. Bu yöntemlerde amaç, balıketinin muhafazası, ürünün dayanıklı hale getirilmesi, ete farklı tat-aroma, renk ve tekstür özellikleri kazandırmaktır.

İşleme teknolojileri arasında dumanlama teknolojisi geleneksel yöntemlerin en eskilerinden biridir. Dumanla odun ateşinin oksijensiz bırakılarak sıcak ya da soğuk dumanın ete nüfuz etmesi prensibine dayanır. Dumanda bulunan bileşikler ete tat-aroma, tekstür ve cazip bir renk kazandırmasının yanı sıra içerdiği bileşikler, aldehitler, ketonlar, fenoller, organik asitler, kresoller ve çeşitli hidrokarbonlar ile raf ömrünü uzatmaktadır. Fenolik bileşikler (formaldehit, fenolik bileşikler, reçineli maddeler) dumanlanmış üründe ikinci kabuk tabakası oluşturur. Ürün üzerindeki bu ince tabaka bakteriostatik etkiye sahiptir. Dumandaki aromatik yapıları fenol bileşenleri ürünün tat-aromasına da etki etmektedir. Ürünün odunsu kokması ve dumansı lezzette olmasını sağlar. Ayrıca dumandaki bileşenler, içeriğine göre ete parlak, koyu kahverengimsi, altın sarısı et rengi, veya kırmızı renk vermektedir. Kullanılan talaşın ağaç cinsine göre üründeki renkler farklılık gösterir. Maun ağacının koyu kahverengi, meşe ağacının koyumsu sarı, ıhlamur ağacının et verdiği renk sarı olması bunlardan birkaçıdır. Tekstürel açıdan ürünün, sertlik, yumuşaklık, elastikiyet, kıvam ve sululuk özelliklerine etki etmektedir.

Tekstür, besinin görünüm, dokunma, tatma duyusu ve sesle algılanabilen fiziksel özelliklerinin bütünü olarak tanımlanır. Tekstürel unsurlar, yağ ve su içeriği ile yakından ilişkilidir ve 3 kategoride incelenir. Bunlar, mekanik, geometrik ve diğer unsurlardır. Mekanik unsurlar ürünün deformasyonu hakkında bilgi vermektedir. Geometrik unsurlar, dil ve ağız yüzeyleri dokunma veya diş ile hissedilebilen zerrelerin yapı, büyüklük, şekil ve diziliş karakterlerini inceler. Diğer unsurlar ise ürünün daha çok kuruluk, ıslaklık ve yağlılık gibi özelliklerini içerir.

Dumanlama teknolojisi iki şekilde uygulanır; sıcak dumanlama (fırın içi sıcaklık 75-120°C et içi sıcaklık 80°C) ve soğuk dumanlama (12-25°C). Son yıllarda alternatif bir teknoloji olarak sıvı dumanlama da kullanılmaktadır. Bu geleneksel yöntem bugün pek çok teknolojik cihazlar ile daha kolay ve etkili uygulamalar ile ticari işletmelerce değerlendirilmektedir.

Dumanlanmış ürünler pahalı işlenmiş su ürünlerindedir (fiyatı/kg 12,50 TL). Bu nedenle ihracat popülerliği yüksektir. Türkiye'nin dumanlanmış ürün ihracatı 2013 yılında 4.448.595 kg olarak gerçekleşmiş ve yaklaşık 75milyon TL maddi getiri sağlamıştır. İhraç edilen dumanlanmış ürünlerin yaklaşık 4/3 ünü ise dumanlanmış alabalık ürünleri oluşturmuş ve 75 milyon TL gelirin yaklaşık 62.5 milyon TL'si dumanlanmış alabalık ürünlerinden sağlanmıştır (TÜİK, 2012). Dumanlanmış ürün ihracatımızın büyük bir

bölümü Almanya, Hollanda, Polonya ve Romanya gibi ülkelere yapılmaktadır. Dumanlanmış ürünler, başta Japonya, Kanada ve Avrupa Birliği ülkelerinde yaygın olarak tüketilirken ülkemizde ise bu ürünlerin tüketimi yaygın değildir (Anonim, 2012).

Bu çalışma sıcak dumanlanmış alabalıklarda Türk halkının damak tadına uygun salamura konsantrasyonu ve süresinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda dumanlanacak ürünler farklı tuz konsantrasyonları (%10.6-%15.8-%21.1) ve sürelerinde (3-6-9 saat) bekletilerek duysal ve tekstürel açıdan en uygun kalitedeki sıcak dumanlanmış alabalık ürünlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

#### 2.1. Balığın İnsan Beslenmesi Açısından Önemi

Protein bakımından zengin olan balıketi yaklaşık %18-20 oranında protein içermekte olup esansiyel aminoasitleri bünyesinde barındırmaktadır. Bunlar; lösin, fenilalanin, triptofan, izolösin, valin, metionin, lizin, treonin aminoasitleridir. Dolayısıyla yumurta, et, süt gibi biyolojik kalitesi yüksek gıdalar arasında yer almaktadır (Brown, 2000; Baysal, 2002).

Yağ içeriği bakımından da ayrı bir öneme sahip olan balıketi esansiyel yağ asitlerini de bünyesinde bulundurmaktadır. Balığın türü, mevsim şartları, beslenme özellikleri, suyun mineral madde içeriği ve diğer faktörlere bağlı olarak balıketinin yağ içeriğini önemli derecede etkilemekte ve yağ içeriği oranı %1-14 arasında değişim göstermektedir.

Balıketi aynı miktardaki diğer et gruplarına göre daha düşük miktarda yağ içerdiğinden dolayı az yağlı gıdalar olarak kabul edilmektedirler (Baysal, 2002).

Balıketinin temel yağ içeriğini trigliseritler ve PUFA (uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri) oluşturmaktadır. Balıketini diğer besin gruplarından ayıran en önemli bileşenler uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleridir. Çoklu doymamış yağ asitleri insan metabolizması için çok büyük bir öneme sahiptir. Özellikle esansiyel yağ asitlerinden olan iki tanesi linoleik asit ve  $\alpha$  linolenik asit, yağ asitlerinin en önemlilerindedir.

Çoklu doymamış yağ asitleri, metil ( $\text{CH}_3$ ) kökünden başlayarak çift karbon bağının bulunduğu ilk noktaya göre omega-3 ( $\Omega$ -3) veya omega-6 ( $\Omega$ -6) yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Omega-3 yağ asitlerinde ilk karbon bağı çifti üçüncü karbon bağında, omega-6 yağ asitlerinde ise ilk çift karbon bağı altıncı karbondadır. Omega-6 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)'nin insan metabolizmasındaki en dominant bileşeni linoleik asittir. Linoleik asit metabolizma faaliyetleri sonucunda araşidonik aside dönüştürülebilmektedir. Omega-3 PUFA'nın temel yağ asidi ise  $\alpha$ -linolenik asit olup vücutta eikosapentenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asite (DHA) çevrilebilmektedir (Brown, 2000). Uzun zincirli omega-3 çoklu doymamış yağ asitlerinden vücudumuzun değişik bölgelerinde bulunmakla birlikte özellikle, kalp, gözün retina kısmı, beyin ve spermatozoada daha fazla bulunmaktadır. Bu dokular üzerinde dokunun gelişimi, doğru ve

düzenli bir şekilde çalışmasının yanında dokuların düzenleyicisi olduklarından ilgili buldukları bölgelerde metabolik faaliyetler açısından önem taşımaktadır. Genel olarak omega-3 yağ asitleri ( $\alpha$ -linolenik asit, EPA, DHA) bu işlevlerine bağlı olarak, kalp- damar hastalıkları, astım, romatoid artirit, alzheimer, kanser, gibi birçok hastalığın engellenmesi ve tedavi edilmesinde; ayrıca bebeklerde göz retinası ve beynin gelişmesinde önemli rollere sahiptirler (Lauritzen, ve ark., 2001).

Sahip olduğu vitaminler açısından da gerekli bir besin maddesi olan balıkta bulunan vitaminlerin çeşitliliği oldukça yüksektir. Yağda eriyen A, D, E ve K ve suda eriyen B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C vitaminlerini bünyelerinde bulundurlar. Büyüme, kemik gelişimi, üreme ve bağışıklık sistemi üzerinde etkili olan A vitamini; birçok yağlı balıkta retinol formunda bulunabilmektedir. Açık deniz balıklarının yağlı olanları D vitamini kaynağınca oldukça zengin olduğu bilinmektedir. D vitamini raşitizm olan kemik hastalığını iyileştirmektedir (Baysal, 1996). Balıklarda D vitamini içerikleri diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan oldukça fazladır. E vitamini de su ürünlerinin birçoğunda özellikle de yağlı balıklarda bol miktarda bulunmaktadır. E vitamini miktarı balığın yağ içeriği miktarıyla doğru orantılı bulunmaktadır. İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan E vitamininin eksikliğinde sinir sistemi bozuklukları, kalp ve diğer kaslarda yorgunluk ve karaciğer rahatsızlıkları baş gösterir. K vitamininin tüm balık türlerinde çok az bulunduğu tespit edilmiştir. Suda eriyen vitaminlerden olan C vitamini balıklarda çok az miktarlarda bulunan bir vitamin türü olup eksikliğinde iskorbüt hastalığı görülür (Brown, 2000). B grubu vitaminlerinden tiamin (B<sub>1</sub>) yetersizliğinde beriberi olan sinir sistemi hastalığı, iştah kaybı, sindirim sistemi düzensizliği, yorgunluk; riboflavin (B<sub>2</sub>) eksikliğinde görme bozukluğu, burun, göz ve dudak kenarlarında yaralar; niasin (B<sub>3</sub>) vitamini eksikliğinde sinir ve sindirim sistemi bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Pridoksin (B<sub>6</sub>) vitamini eksikliğinde bağışıklık sistemi için gerekli olan antikör üretiminin azaldığı görülür; siyanokobalamin (B<sub>12</sub>) sinir sistemi bozukluklarını ve anemiyi engellemektedir (Brown, 2000; Çaklı, 2007).

İyot ve selenyum balık ve diğer deniz ürünlerinde bol miktarda bulunan mineraller olup su ürünleri dışındaki besinlerde çok az miktarlarda bulunmaktadır (Baysal, 2002). Su ürünleri iyot miktarı bakımından en zengin gıda kaynaklarından. Özellikle tuzlu sularda yaşayan balıklarda fazla miktarda iyot bulunur ve balıkların işlenmesi sırasında uygulanan işlemler de iyot içeriğini artırabilmektedir. İyot guatr hastalığının tedavisinde büyük bir öneme sahiptir. Selenyum ise böbrekler ile kalpte depo halinde bulunur ve kansere karşı koruyucu bir etki sağlar. Su ürünlerinin bol miktarda içerdikleri mineraller

arasında fosfor, magnezyum ve çinko da yer almaktadır (Valverde ve ark., 2000; Baysal, 2002). Kalsiyum miktarı ise balıketlerinde fazla yüksek olmamakla birlikte, sardalya ve yayın balığı gibi kemikleri ile birlikte tüketime hazırlanan balıklar kalsiyum bakımından iyi kaynaklar olarak görülmektedir. Diğer taraftan vücuttaki işlevleri açısından oldukça önemli olan kalsiyum fosfor arasındaki denge balıketinde ortalama 2.15/1 (balık türüne göre değişim göstermektedir) olarak saptanmış olup bu oran ideale yakındır (Valverde. ve ark., 2000). Demir içeriği bakımından ise balıketi diğer et gruplarına göre en düşük besinlerden biridir (Baysal, 2002).

## 2.2. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın Genel Özellikleri

Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, eski adı *Salmo gairdri*)

Alem : Animalia  
Şube : Chordata  
Sınıf : Actinopterygii  
Takım : Salmoniformes  
Familya : Salmonidae  
Cins : *Oncorhynchus*  
Tür : *Oncorhynchus mykiss*



Şekil 2.1. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Anonim, 2014)

### 2.2.1. Morfolojik özellikleri ve biyolojisi

Alabalıklar kemikli balıklar takımının Salmonidae familyasının deniz ve tatlı sularda yaşayan türleridir. Vücutları yanlardan hafifçe yassılaştırmıştır ve genellikle mekik şeklindedir. Sırt yüzgeçlerinin gerisinde bulunan “adipoz” adını alan yağ yüzgeci alabalık için karakteristiktir. Başları çıplak olup pulsuzdur. Vücutları küçük, sert pullarla örtülüdür. Aynı popülasyonun bireyleri arasında renk ve desen bakımından farklılıklar görülür. Bu çeşidin bireyleri; cinsiyete, yaşa, alınan besin ve yaşama ortamına göre değişiklikler

gösterirler.

Alabalıklar berrak, temiz, serin ve oksijen yönünden zengin suları tercih etmektedirler. Vücutta hakim olan renk zeytin yeşili olup üst kısımlar (dorsal) kahverengi veya sarımtırak, yanlar daha açık renkte ve karın kısmı (ventral) ise beyazdır. Yan taraf boyunca 10–12 leke bulunmaktadır. Siyah ve kahverengi lekeler değişik ebattadır. Lekeler genellikle vücudun ön tarafı (anterior) ve üst yarısına dağılmıştır. Sırt yüzgecinde sıralanmış siyah lekeler ve yüzgeç kaidesinde kırmızı lekeler vardır. Yanal çizgi boyunca bulunan le-keler tuğla kırmızısıdır (Anonim, 2013a ).

Ortalama uzunluk: 50–70 cm arasında olup maksimum 100 cm uzunluğa ulaşabilirler. Maksimum ağırlık ise 26 kg'dır. Ege koşullarında 10-11 ayda porsiyonluk ağırlığa yani 250-300 gr'a ulaşabilmektedirler (Anonim, 2013b).

Gökkuşığı alabalığı en iyi 13-18°C'ler arasında büyümektedir. Fakat dayanıklı oldukları için 0–28°C sıcaklık aralığında da yaşayabilmektedirler (Anonim, 2013c).

### **2.2.2. Dağılım**

Gökkuşığı Alabalığı, ABD'nin kuzeybatısı ve Kanada'nın güneybatısında yaşamaktadır. 1882 yılında Amerika'dan Avrupa'ya getirilmiş ve 19. yüzyılın sonlarından beri sürekli yeni ülkelere ihraç edilmiştir. Irmak ve göllerde yaşarlar fakat en çok berrak ve hızlı akan dereleri tercih etmektedirler (Anonim, 2013c; Emre ve Kürüm, 2007).

Gökkuşığı Alabalığı ülkemiz deniz ve akarsularında da bulunmaktadır. Doğu Anadolu, Karadeniz, Akdeniz Bölgelerinin yüksek yerlerindeki akarsularda ve Aras, Çıldır, Uludağ, Sapanca Gölleri'nde bulunmaktadır, Abant Gölü'nde de alabalık üretimi yapılmaktadır. Alabalık, suni balıkçılıkta, en çok tercih edilen balık çeşididir (Anonim, 2013d).

### **2.2.3. Yetiştiriciliği**

Ülkemizde alabalık yetiştiriciliği 1970'li yıllarda ele alınan ve başarılı bir şekilde uygulanan bir yetiştiricilik yöntemi olup hızla gelişmektedir. 1970'li yıllarda alabalık soğuk sulara yetişen nadir bir balık türüdür diye tanıyan halkımızın, bugün tüm pazar yerlerinde tezgahlarda neredeyse en ucuz pazarlanan balıklar arasında görmesi bu konuda sağlanan gelişmenin bir işareti sayılmalıdır (Anonim, 2013b). Ülkemizde su ürünleri üretim miktarı 2011 yılı verilerine göre 703.545 ton olup bunun 100.239 tonu alabalık

üretim miktarıdır (TÜİK, 2011).

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan *Salmo trutta abanticus* (Göl Alabalığı) İç ve Doğu Anadolu'nun dağ göllerinde yaşamaktadır. *Salmo trutta labrax* (Karadeniz Alabalığı) ise Karadeniz'e dökülen akarsularımızda bulunmaktadır. Vücutları üzerindeki geniş mavi benekleri ile tanınmakta ve ağırlıkları 10-15kg'a ulaşabilmektedir. *Salmo trutta macrostigma* (Kırmızı benek) ülkemizin güney ve güneybatı bölgeleri soğuk nehirlerinde bulunmaktadır. *Salmo trutta caspius* (Kafkas Alası) Kuzeydoğu Anadolu Bölgemiz'de bulunmaktadır (Anonim, 2013b).

Ülkemizde kültürü en çok yapılan alabalık türü ise gökkuşağı alabalığıdır. Diğer kültür alabalık türlerine göre daha dayanıklıdır. Gökkuşağı alabalığı çevre koşullarına çok iyi uyum gösterir, aktif yem alması nedeniyle yemlenmesinin kolay olması ve yemi değerlendirmesinin daha iyi olmasından dolayı iyi bir büyüme göstermektedir (İyi kalitedeki 1 kg yapay yem ile 1 kg canlı ağırlık artışı sağlanabilmektedir). Ege Bölgesi koşullarında 10-11 ayda ortalama 250gr porsiyonluk ağırlığa ulaşabilmektedir. Bol su ortamında su sıcaklığının 22-23°C' ye yükselmesi balıklar üzerinde kötü bir etki yaratmamaktadır. Fakat ideal yetiştirme sıcaklığı 14-18°C'dir (MEB, 2011).

#### **2.2.4. Değerlendirilmesi ve tüketimi**

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan alabalıkların taze, soğutulmuş, dondurulmuş ve dumanlanmış (tütsülenmiş) olarak yaygın bir şekilde pazarlandığı, bunun yanı sıra marine ürün, balık köftesi, burger, sebze soslu kaplanmış alabalık, kroket, lakerda, pastırma, tuzlama ve alabalık dolması şeklinde de değerlendirildiği bilinmektedir. Fakat işlenmiş su ürünleri ülkemizde endüstriyel anlamda kabul görmemiştir ve genelde taze tüketilmektedir (İzci ve ark., 2009). Ülkemizde su ürünleri çok az miktarda işlenmekte ve işlenen bu ürünlerin büyük bir bölümü ihraç edilmektedir (Berik ve ark., 2011).

#### **2.2.1. Alabalıkların yıllık üretim miktarları ve ekonomik değerleri**

Günümüzde Alabalık üretiminin özel sektör tarafından kabul görmesi ve tüketici talepleri doğrultusunda üretimde en yüksek seviyelere ulaşan artışlar yaşanmıştır. Alabalık üretimindeki bu artışlar yeteri kadar yavru ve porsiyonluk balığın yetiştiriciler tarafından kolaylıkla üretilebilmesi üretim miktarlarının her yıl düzenli olarak artmasını sağlamıştır. Buna bağlı olarak da alabalığın ülke ekonomisine olan gelir doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Alabalığın diğer tatlı su türleri arasındaki yeri, yıllık alabalık üretimi ve

alabalıktan kazanılan yıllık gelire ait bilgiler Çizelge 2.2., 2.3., 2.4.' te verilmiştir.

**Çizelge.2.1.** Türkiye’de alabalık üretiminin yıllık dağılışı (TÜİK, Su Ürünleri İstatistikleri, 2013)

Yıl	Üretim
2008	65928
2009	75657
2010	78165
2011	100239
2012	111335

**Çizelge.2.2.** Yetiştiricilik üretiminin türlerine göre dağılım oranları (TÜİK, Su Ürünleri İstatistikleri, 2013)

Tür	Oran (%)
Alabalık (İç su)	52.4
Levrek	30.8
Çipura	14.5
Alabalık (Deniz)	1.5
Diğer	0.6
Aynalı sazan	0.1

**Çizelge.2.3.** Su ürünleri yetiştiriciliğinin ekonomik değerleri (TÜİK, Su Ürünleri İstatistikleri, 2013)

Balık türü	Miktar (Ton)	Değer (TL)
Alabalık (İç su)	111335	555.561.650
Aynalı sazan	222	1.005.660
Alabalık (Deniz)	3234	21.926.520
Çipura	30743	275.764.710
Levrek	65512	719.976880

### 2.3. Su Ürünlerinde Dumanlama İşlemi

İnsan sağlığı açısından besleyici, faydalı ve diyetetik bir besin maddesi olan balıketi, sahip olduğu et yapısından dolayı çabuk bozulabilen bir gıda maddesidir. Bu bozulmayı mümkün olduğunca yavaşlatmak adına birçok farklı su ürünleri işleme tekniği uygulanmaktadır. Bilgi birikimi, deneyimler ve yeni teknolojilerin gelişmesiyle birlikte bu işleme teknikleri gün geçtikçe artmıştır. Yenilenen işleme teknolojilerine rağmen geleneksel işleme teknikleri tamamen terkedilmemiş, aksine geliştirilerek kullanımlarına devam edilmektedir. Bu gelişim ve değişimlerden en çok faydalanılan teknoloji çok eskiye dayanan geçmişi ile dumanlama teknolojisi olmuştur.

Dumanlama teknolojisi dünyanın pek çok bölgesinde su ürünlerinin korunmasında uzun yıllardan beri kullanılan bir işleme teknolojisidir (Köse ve ark., 2004). Bunun sebebi ise dumanlama işleminin içinde mevcut olan tuzlama, kurutma ve dumanla temas gibi işlemlerin ürün üzerindeki olumlu etkileridir. Bu işlemlerden ilki olan tuzlama ete lezzet kazandırmasının yansıra et içeriğindeki suyun önemli bir kısmını uzaklaştırarak (Loje ve ark., 2003) ürün içeriğindeki mikrobiyal faaliyetler için gerekli olan su azaltılmış olup, protein olmayan azotlu bileşiklerin bozulması ciddi anlamda yavaşlatılarak ürünün dayanma süresinin arttırmasında önemli rol oynar. Dumanlama teknolojisinin ikinci basamağı ise kurutma işlemidir. Kurutma işlemi, balıketinin sıkı bir durum alarak ısı işlem anında balıkların asıldığı şişlerden sıyrılarak düşmesini engellemektedir (Asita ve Campbell, 1990; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Cardinal ve ark., 2001; Goulas ve Kontominas, 2005; Dimitridau ve ark., 2008).

Dumanlanmış ürün: Taze balık veya etin kışın yapraklarını döken ağaçların odun talaşı ile yapılan tütsünün (dumanın) etin ve balığın tuzlanıp kurutulması gibi belirli teknik işlemlerden geçirilerek ürünün raf ömrünü arttırmaya yönelik olarak hazırlanan ürünler olarak tanımlanmaktadır (Varlık ve ark., 2011).

Dumanlama teknolojisinin genel amacı, balığın içerdiği suyun bir kısmının uzaklaştırılmasının yanı sıra dumandaki bakterisit maddelerin balıketine geçişini sağlayarak mikroorganizmaların gelişimini önlemektir. Ayrıca duman içerisinde bulunan aromatik ve tat verici bileşikler sayesinde balıketine farklı koku, renk ve lezzet kazandırarak tüketici beğenisinin arttırılması diğer bir amacı oluşturmaktadır (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Varlık ve ark., 2011).

Dumanlama tekniği; gıdaların tütsü kabinlerinde tütsü ile direk temasının sağlanması şeklinde uygulanan geleneksel dumanlama yöntemine ek olarak elektrostatik dumanlama ve sıvı duman kondensatlarının uygulanması şeklinde 3 grupta incelenmektedir (Storey, 1982 ve ark.; Motohiro, 1988; Farber, 1991; Girard, 1992; Göğüş, 1992; Çaklı, 2007; Varlık ve ark., 2011).

Geleneksel dumanlama teknikleri kendi aralarında soğuk ve sıcak dumanlama olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Bu işleme teknikleri ürünün tütsü odalarında direk dumana maruz bırakılması suretiyle farklı sıcaklık ve sürelerin uygulanması ile gerçekleştirilmektedir (Burges ve ark., 1965; Girard, 1992). Bu yöntemlerden ilki olan soğuk dumanlama işlemi 20-30°C sıcaklıklar arasında gerçekleştirilir. Bu yöntemde sıcaklık derecesinin 30°C'yi geçmemesi gerekmektedir, uygulanan sıcaklığın 30°C'yi geçtiği durumlarda ürünlerde kokuşmalar meydana gelebilir. Soğuk dumanlama işlem süresi birkaç gün ile birkaç hafta arasında değişiklik gösterebilir (Farber, 1991; Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Espe ve ark., 2001; Birkeland ve ark., 2004). Soğuk dumanlamada amaç, dumanın koruyucu ve konserve etkisi; tuzlu balığın yüksek oranda tuz ve düşük oranda su içermesi özelliğiyle birleşerek ürünün daha uzun süre dayanmasını sağlamaktır (Gökoğlu, 2002). Soğuk dumanlama, 25°C'nin altındaki ısı koşullarda protein denatürasyonu çok az miktarlarda gerçekleştiğinden yağlı ve tuzlu balıklar ham materyal olarak kullanılabilir.

Sıcak dumanlamada amaç, dumanlama işleminin yanında ham materyali termik pişirme işlemi ile tüketilebilir duruma getirmektir. Hammadde olarak taze ve dondurulmuş balıklar kullanılabilir. İç organları çıkarılmış ringa, uskumru ve tatlı su balıkları sıcak dumanlamaya uygun balıklardır. Sıcak dumanlama pratikte 70-150°C arasındaki sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Ürün iç sıcaklığı ise 50-80°C arasında olabilmektedir. Dumanlama süresi ise balık türüne, büyüklüğüne ve ortam sıcaklığına bağlı olarak 1-3 saat arasında gerçekleştirilir (Varlık ve ark., 2011). Sıcak dumanlamada elde edilen ürünün tuz oranı az ve su oranı fazla olduğundan soğuk dumanlanmış ürünlere göre daha lezzetlidir. Sıcak dumanlamada taze balığın yüksek sıcaklıkta pişirilmesi ve duman lezzetini kazanması ön plandadır (Kolsarıcı ve Özsarıcı, 1998). Ancak sıcak dumanlanmış ürünün yüksek oranda su ve düşük oranda tuz içermesinden dolayı raf ömrü daha kısadır (Gökoğlu, 2002). Sıcak dumanlanmış ürünlerin raf ömrü birkaç gün ile birkaç ay arasında sınırlıdır. Soğuk dumanlamada tuzlanmış ürün kullanıldığı için soğuk dumanlanmış ürünlerin sıcak dumanlanmış ürünlere göre daha uzun dayanım süresine sahiptir. Buna

göre 0-2°C’de depolanan ürünlerin raf ömrü 2 hafta, -10°C’de depolanan ürünlerin raf ömrü 3 hafta, -20/-30°C’de depolanan ürünlerin raf ömürleri ise 4-5 aydır (Wille, 1949; Rehbronn ve ark., 1982; Farber, 1991).

Elektrostatik dumanlama özellikle Japonya ve İskandinav ülkelerinde modern bir dumanlama tekniği olarak kullanılmaktadır. Dumanlama ortamı, başlıca üç kısımdan oluşan uzun bir tünelden meydana gelmektedir. Çöktürücüden geçen duman daha sonra, elektrikli bir ortama geçerek negatif (-) elektrik yükü ile yüklenmekte ve pozitif elektrik (+) yükü ile yüklenmiş balıketi tarafından tutulmaktadır. Tünelin ilk bölümünde ürün 30-40°C’ye kadar ısıtılmakta ve pozitif (+) yükle yüklenmektedir. İkinci bölümdeki sıcaklık ise ilk bölümdeki sıcaklığa yakın olup, asıl dumanlama işleminin yapıldığı bölümdür. Üçüncü bölümde balıketine 64-68°C’de ısıtılarak renk stabilitesi sağlanmakta ve ürün yarı pişirilmiş hale getirilmektedir. Bu bölümden çıkan ürüne soğutma işlemi uygulanır (Burgess ve ark., 1967; Rehbronn ve Rutkowski, 1982; Farber, 1991; Girard, 1992).

Sıvı dumanlama metodunda, genellikle sıvı duman, pişirilmeden hemen önce ürünün üzerine püskürtülmekte veya kısa süreli olarak sıvı duman solüsyonu içerisine daldırılmaktadır. Sıvı dumanlama metodunda kullanılan sıvı içeriği; duman ekstraktı, su, sirke ve sitrik asit gibi maddelerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Genellikle sıvı dumanlama işleminde %2.1-3 sıvı duman maddesi, %5 sirke ve sitrik asit ile %65-75 su içeriğine sahip karışımlar kullanılmaktadır. Sıvı dumanlanmış ürünler, sıvı duman solüsyonunun ürüne püskürtülmesi veya daldırma işlemi sonrasında pişirme fırınlarında pişirilmesi ile elde edilmektedir. İki yöntemden püskürtme yönteminin daldırma yöntemine göre daha başarılı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca sıvı duman (tütsü) uygulaması, diğer yöntemlere göre, kullanılan cihazların daha temiz bir şekilde kalmasını kolaylaştıran bir metottur (Kundakçı, 1979; Faber, 1991).

### **2.3.1. Hammadde**

Dumanlama işleminde kullanılacak hammadde de aranacak özellikler, ürünün tazeliği ve yağ oranıdır. Ürünün mutlaka taze olması gerekmektedir. Zorunlu durumlarda uygun şartlarda çözündürülmüş tazelik özelliklerine sahip dondurulmuş balık hammadde olarak kullanılabilir. Hammadde balıketinin yağ miktarı da oldukça önemlidir, çünkü dumanlamaya uygun olup olmadığı ve hangi dumanlama işleminin kullanılacağı balıketinin yağ oranına göre belirlenir. Dumanlama işleminde kullanılacak balığın yağ

oranının %5'ten fazla olması gerekmektedir. Yağ oranı %5-10 arasında olan su ürünleri soğuk dumanlama yöntemi için, %10-15 oranında olanlar ise sıcak dumanlama yöntemi için uygun materyallerdir. Kabuklu su ürünleri, düşük yağ içeriğine sahip olduğundan kısa süreli dumanlama işlemi için uygundur. En fazla dumanlanan su ürünleri ringa, uskumru, çaça, sardalya, palamut, alabalık, sazan, yassı balıklar, yılan balığı, zargana, morina, ton balığı, kılıç balığı, istavrit, tirsi, somon balığı, köpek balığı, midye, karides, yengeçtir (Wille, 1949; Varlık. 2011; Patterson, 2004;Essien ve ark.,2005; Gülyavuz ve ark., 2006; Kaya ve ark., 2006; Duman ve Dartay ark., 2007; Duman ve Patır; Gómez-Estaca ve ark., 2007; Şengör ve ark., 2008; Balıkçı, 2009; Kaba ve ark., 2012; Kpoclou ve ark., 2013).

### **2.3.2. Talaş**

Dumanlama sırasında farklı ağaçlardan elde edilen odun talaşları kullanılmaktadır. Odun yerine odun talaşının kullanılması talaşın oduna göre daha kolay yanması ve kuvvetli bir ateş sağlamasıdır. Ayrıca odun talaşı dumanlama fırınlarında kullanılmaya daha uygundur. Farklı odun talaşlarının bileşimleri birbirinden değişik olduğundan bu odunlardan elde edilen duman bileşimi de farklı olmaktadır. Buda farklı tat ve aromaya sahip ürünlerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Tütsünün elde edilmesi için hayvan gübresinden, mısır koçanına, yumuşak ve sert odunların bütün çeşitlerine kadar değişen pek çok yakıt türü kullanılmaktadır. En çok kullanılan ağaçlar: Gürgen, meşe, kayın, ıhlamur, akağaç, elma ve kiraz gibi reçine miktarı az olan ağaçlardır. Çam ve diğer iğne yapraklı ağaçlar yüksek oranda katran ve reçine içerdiklerinden dolayı ürünlerde acımsı bir tada neden olduklarından duman üretiminde kullanılmaları uygun olmamaktadır. Dumanlamada tercih edilen ağaç cinsine ve reçinesine göre ürünlerde farklı yüzey renkleri meydana gelebilmektedir. Bu nedenle dumanlama işleminde çoğunlukla sert yapılı ve geniş yapraklı ağaçların talaşı tercih edilmektedir (Öztan, 1999). Örneğin kayın açık sarı, ıhlamur sarı, akağaç. sarı, gürgen kırmızı, meşe kırmızı, koyu sarımsı, kahverengi, kızılğaç koyu sarı, kırmızımsı kahverengi, maun koyu kahverengi, ardıç koyu kahverengi, çam siyahımsı renk vermektedir (Gürlekoğlu, 2011).

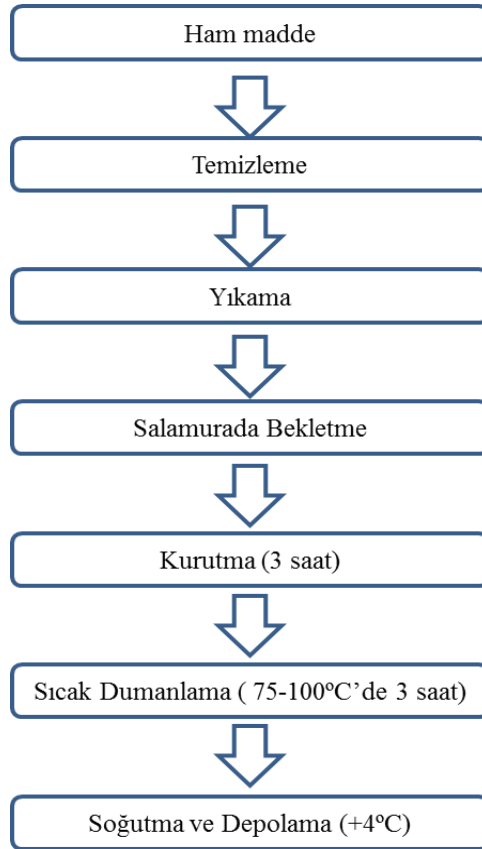
### **2.4. Dumanlama İşleminde Ürünün Kalitesine Etki Eden Faktörler**

Saklama amacıyla eski çağlardan beri kullanılan dumanlama teknolojisi, günümüzde daha çok tat-aroma ve renk değişikliği ile piyasadaki ürün çeşitliliğini arttırmaya yönelik

olarak kullanılmaktadır. Raf ömrünü uzatmak amacıyla yapılan dumanlama işleminde dumanlama, tuzlama ve kurutma teknolojileriyle birlikte yürütülmektedir. Bu üç teknoloji birbirini tamamlayan işlemler dizisidir. Tuzlama ve kurutma üründeki su oranını düşürerek mikroorganizma faaliyetlerini en düşük seviyeye indirmektedir. Dumanlama işlemi sırasında uygulanan tuzlama, kurutma ve dumanlama kombinasyonları ürüne dört farklı şekilde etki etmektedir. Bunlar:

- 1- Tuzlama: Ürünün su aktivitesini azaltarak, bozulmaya sebep olan patojenlerin büyüme ve gelişimlerini inhibe etmektedir,
- 2- Yüze kurutma: Kuruyan yüze mikroorganizma geçişini mikrobiyal yayılımını ve bunların zararlarına karşı bariyer görevi görerek içlere geçişlerini engeller,
- 3- Çökelen fenolik antioksidan maddeler: Yüksek doymamış balık yağlarının oksidasyonunu geciktirir,
- 4- Fenoller, formaldehit ve nitrit gibi bileşikler: Antibikrobiyal maddelerin bozulmayı oluşturan mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkisi vardır (Horner, 1992).

### Sıcak Dumanlamanın İşlem Basamakları



Şekil 2.2. Sıcak dumanlamanın işlem basamakları

## 2.5. Su Ürünlerinde Raf Ömrünü Artıran Teknikler

Yüksek besin değerine sahip olmasına rağmen balık eti diğer besin gruplarına göre bazı sebeplerden dolayı daha çabuk bozulan bir yapıya sahiptir. İçerdiği su miktarının fazla oluşu, bağ dokusunun düşük olması, ölüm sonrası pH'nın yüksek olması, derinin mukoza ve epidermis tabakalarının sıklığı bu sebeplerden bazılarıdır. Balıklarda bozulma, mikrobiyolojik, enzimatik, kimyasal ve fizyolojik nedenlerden meydana gelir. Dolayısıyla insanoğlu diğer gıdalarda olduğu gibi su ürünlerinde de çeşitli muhafaza yöntemleri geliştirmiştir.

Tüm gıdalar gibi balık etinin tüketiminde tazeliğinin yanı sıra sağlık açısından güvenilirliği de çok önemlidir. Keza su ürünlerinin bozulma süreleri çok kısa olup uygunsuz taşıma ve depolama şartlarında çeşitli sağlık riskleri ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla gıda ürünlerindeki talep, ürünün muhafaza süresine göre artmaktadır. Muhafaza metodları genellikle avlanmadan depolama ve tüketime kadar geçen süre içinde işleme ve dağıtım esnasında tazelik ve devamını sağlamak amacıyla yöneliktir. Balık muhafazasının amacı, balıkların besleyici değeri, duyu kalitesi ve güvenilirliğiyle ilgili arzu edilmeyen değişimleri önlemektir. Bu da balıktaki mikroorganizma gelişimini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Sikorski, 1990).

Raf ömrü kısa olan bu gibi ürünlerin kalitesini devam ettirerek uzun muhafaza süresi sağlamak için bazı teknik yöntemler geliştirilmiş olup genel olarak, geleneksel ve modern muhafaza yöntemleri olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Geleneksel metotlara dumanlama, kurutma ve tuzlama yöntemleri, modern yöntemlere ise düşük dozlu radyasyon yüksek basınç uygulaması, modifiye atmosferde ambalajlama örnek verilebilir.

Lantz ve Vaisey (1970), yaptıkları çalışmada beyaz göl balıkları (*Coregonis clupeaformis*)'nı Kanada'da bulunan 12 değişik ağaç türüyle ayrı ayrı dumanlamışlardır. Sonuç olarak kayın, akmeşe gibi sert ağaçlarla tütsülenmiş ürünlerdeki aroma, söğüt ve kavak gibi yumuşak ağaçlarla tütsülenmiş ürünlerin aromasına göre daha albenili olduğu ortaya çıkmıştır.

Deng ve ark. (1974), yaptıkları bir araştırmada tütsünün koruyucu etkisini tütsüleme boyunca ortaya çıkan dehidrasyon ile tütsünün antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Opstvedt (1988), pişirme işleminde 95-100°C'de aminoasit ve proteinlerin çözünebilirliğinin azaldığını, bunun yanı sıra küçük peptitler, serbest aminoasitlerin ve çözünebilir bazı proteinlerin pişirme suyuyla kaybolduğunu saptamışlardır.

Beltran ve ark.(1989), sıcak ve soğuk tütsülemenin birlikte kullanıldığı bir çalışma yapmışlardır. Bu işlemde 30°C'de iki saat süreyle soğuk tütsülemeye ve ardından 75°C'de 45 dakika süreyle sıcak tütsülemeye tabi tutulmuş ve farklı tütsüleme yöntemlerinin mikrobiyal florada önemli değişimlere neden olduğunu saptamışlardır.

Gökoğlu (1991), Beltran ve ark. (1989)'a atfen sıcak ve soğuk dumanlamanın her ikisini de kullanarak bir kombine dumanlama yapmışlardır. Önce 30°C'de iki saat soğuk dumanlama, sonra da 75°C'de 45 dakika sıcak dumanlama yapmışlardır. Sonuç olarak farklı dumanlama yöntemlerinin mikrobiyal florada değişimlere neden olduğunu bulmuşlardır.

Lu ve ark. (1991), yaptığı bir araştırmada soğuk tütsülenen Ringa balıkları (*Sardinella spp.*) farklı depolama şartları altında 6 ay süre ile depolanmış ve depolanma süresince mikrobiyolojik yönden analiz edilmiş ve polietilen ambalajlarda depolanan balıklarda bozulmanın hızlı bir şekilde olduğunu tespit etmişlerdir.

Hoffman ve ark. (1997), tropikal göl balıkları olan *Tilapia esculenta* ve *Tilapia lidole*'nin deneysel koşullar altında tütsülenip kurutulduktan sonra 3 ay 35°C'de depolanması üzerine çalışmışlardır. Yapılan çalışmada ürünlerin protein, yağ, nem, kül, lizin ve glikoz değerleri araştırılmıştır. Alınan değerlere göre tütsülenmiş ürünlerin kaslarındaki yağ miktarında artış gözlenmiştir. Ayrıca 75°C'de kurutulmuş 100°C'de tütsülenmiş balıkların besin değerlerinde azalma olduğu tespit edilerek yüksek sıcaklığa uzun süreyle maruz kalan balıkların besin değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Cardinal ve ark. (2001), çiğ ve tütsülenmiş salmonlar (*Salmo solar*) arasında tuz, phenol içeriği, renk ve duyusal kalite bakımından inceledikleri çalışmalarında, sonuçların birbirinden farklı oldukları ve bu farklılığın kimyasal ve duyusal testlerle rahatlıkla belirlendiğini bildirmişlerdir.

Kolodziejska ve ark. (2001), Atlantik Uskumruların sıcak tütsüleme sonrası ve depolama esnasında duyusal kalite ve mikrobiyal değerlerindeki değişimler üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada 60°C'nin üzerine çıkmayan sıcak dumanlama da 14-27 gr tuz

ve kg et başına 580-670 gr su ihtiva ettiğini bildirmişlerdir. Sıcak dumanlama yapılmadan önce aerobik plaka sayısı 0-12 cfu/25 cm<sup>2</sup>, dumanlanmış üründe 10-240 cfu/g olduğunu saptamışlardır. Dondurulmuş balıkta ise 1.9 log düşük oranda tespit etmişlerdir. 2°C’de 3 hafta depolanan ürünlerde herhangi bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. 2 ve 8°C de dumanlanmış balıklar 2 hafta kadar depolandıklarında duyu parametrelerinin ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğunu saptamışlardır. Yapılan çalışmanın sonucuna göre HACCP’e dayalı kalite güvence sistemi ve tüm AB kriterlerini sağlayan, çok yüksek hijyenik standartta tütülenmiş ürünlerin olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Espe ve ark. (2001), Atlantik Salmon (*Salma salar*)’un, farklı tütüleme yöntemlerinin yağların acılaşması ve besin değerinin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada Atlantik Salmonlarını hem soğuk tütüleme 20–30°C’de hem de elektrostatik tütüleme ile toplam yağ içeriği, yağ asiti kompozisyonu, tocopherol, askorbik asit, pH ve oksidasyonuna bakmışlardır. Hem taze hem de donmuş filetolar tütülenmeden kuru tuzlanmışlardır. Filetoların besin içeriği tütülenmeyle birlikte düşmüştür. Askorbik asit değeri %80 oranında dumanlama sıcaklığı 20-30°C’den bağımsız düşmüştür. Balıklarda, kuru tuzlama ve elektrostatik dumanlama ile askorbik asidi yalnızca %10 oranında kaybolmuştur. Elektrostatik tütüleme uygulanan balıklardaki pH, oksidasyon soğuk tütülenmiş balıklara göre biraz düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bannerman (1984), yaptığı çalışmada soğuk dumanlanarak -30°C muhafaza edilen salmonun altı ay tazeliğini koruduğunu bildirmiştir.

Ayas ve Soydemir (2003), Adana Bölgesi’nde bulunan Seyhan Baraj Gölü’nde yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio*)’ların sıcak tütüleme metodundan sonra kimyasal kompozisyonundaki değişimlerinin araştırıldığı çalışmada, taze sazan filetolarında ham protein %17.13, kül %1.09 yağ %7.01 ve nem miktarı %74.13, sıcak tütülenmiş sazan filetolarında ise protein %24.15, yağ %11.05, kül %4.12 ve su %59.18 olarak tespit etmişlerdir. Seyhan Baraj Gölü’nde yaşayan sazanların kimyasal kompozisyonlarına bakarak, sazan balıklarının sıcak dumanlama teknolojisi için uygun bir hammadde olduğunu belirtmişlerdir.

Kılınççeker ve Küçüköner (2003), İnci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*) üzerinde yaptıkları çalışmada, kuru tuzlanmış ve oda sıcaklığında 8-10 ay süre ile depolanan örneklerin pH değerinin 5.78-6.76, TVB-N değerinin 43.6-173.4 mg/100 gr ve TBA

değerinin 3.31-4.49 mg/kg arasında değiştiğini saptamışlardır.

Angiş (2004), Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin soğuk tütsüleme sonrası örneklerdeki proximate kompozisyonu, pH değeri, mineral madde miktarlarının işlemeyle değiştiği, çiğ durumdaki Gökkuşığı Alabalığı'nda %72.31 su, %20.15 protein, %4.61 yağ, %1.29 kül ve 6.11'lik pH değeri, dumanlama sonrası sırasıyla; %64.95, %22.6, %7.70, %1.85 ve %6.34 olduğunu ve su, protein, yağ değişimleri arasındaki farkın çok önemli ( $p<0.01$ ), pH ve kül değişimlerinin ise önemsiz olduğunu bildirmiştir ( $p>0.01$ ).

Oğuzhan (2004), Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ni sıcak tütsüleme metodu uygulayarak, tütsüleme örneklerindeki kimyasal kompozisyon, pH değeri, mineral madde miktarına ve duysal değerlendirmenin yapıldığı çalışmada, çiğ ve tütsülenmiş balıkların t testi sonucu su, protein, yağ, kül, değişimleri arasındaki farkın çok önemli ( $p<0.01$ ), pH değerlerinin ise önemsiz olduğunu ve duysal değerlendirmede, mangalda pişmiş balıklar ile sıcak tütsülenmiş balıklar arasında önemli farklılıklar olduğunu belirtmiştir.

Goulas ve Kontominas (2005), tuzlama ve dumanlama işlemlerinin üründe tuz değerinin yükselttiğini, %5'in üzerindeki tuz konsantrasyonlu solüsyonlarda mikrobiyal faaliyetinin engellediğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra tuz konsantrasyonu yoğunluğunun artmasının dumanlamayla ilişkili su kaybına bağlı olarak tuzun ürün kasındaki çoklu doymamış yağların oksidasyonunu hızlandırıcı etkisi olduğunu da tespit etmişlerdir.

Ayas (2006), Sardalye (*Sardina pilchardus*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin sıcak tütsüleme öncesi ve sonrasında ürünlerin yaş ve kuru ağırlıkları üzerinden kimyasal içeriklerini incelemiştir. Araştırmada kullanılan ürün gruplarında tütsü öncesi ve sonrası analizlerde her tür için toplam 30 balık kullanmış olup balık boyutlarının aynı olmasına dikkat etmiştir. Hamsiler 35–41g, Gökkuşığı Alabalıkları 220–265g ve sardalyeler 61–66g aralığındaki balıklar seçilmiştir. Elde edilen araştırma sonuçlarına göre sıcak dumanlanmış balıkların kimyasal içeriklerinde önemli farklılıkların olduğunu belirtmiştir. Yaş balık örneklerinde meydana gelen farklılıkların yüksek oranda sıcak dumanlama işlemindeki nem miktarının düşmesiyle bağlantılı olduğunu ileri sürmüştür. Dumanlamada gerçek değişim oranlarını kuru madde miktarı üzerinden belirlemiş; araştırmada kullandığı üç balık türü içinde, protein miktarının düşerken kül ve yağ değerlerinin yükseldiğini saptamıştır. Ürünlerde ham

protein ile su oranının orantılı, ham yağ ile su oranının ters orantılı, değiştiğini tespit etmiştir. En yüksek yağ miktarı taze örnekte %7.02 olarak Gökkuşığı Alabalığı'nda saptanmış, en yüksek protein miktarı ise kuru madde üzerinden % 77.55 oranıyla sardalya balığında tespit edilmiştir. Türler arasında ham yağ oranı dikkate alınarak Gökkuşığı Alabalığı'nın, tütsüleme için en uygun materyal olduğunu ileri sürmüştür. Ham yağ oranları dikkate alınarak diğer iki tür hakkında, Hamsinin % 4.72 oranıyla, hamsininde tütsülenmeye uygun olduğunu bildirmiş olup; sardalyenin tütsüleme için uygun bir ürün olmadığına kanaat getirmiştir.

Duman M ve ark. 2007, Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) filetoalarının taze ve tütsüleme sonrası et verimi, kimyasal kompozisyonundaki değişimler ve tütsülenmiş ürünün duysal kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada, taze ve tütsülenmiş Aynalı Sazan balıklarının filetoalarında %  $78.49 \pm 0.23$  su, %  $17.18 \pm 0.98$  protein, %  $2.16 \pm 0.41$  yağ, %  $0.86 \pm 0.13$  kül ve %  $1.31 \pm 0.16$  karbonhidrat tespit ederken, sıcak dumanlama sonrası %  $62.75 \pm 2.54$  su, %  $29.87 \pm 0.92$  protein, % 3.36 yağ, %  $1.93 \pm 0.28$  kül ve %  $2.06 \pm 0.17$  karbonhidrat değerlerini saptamışlardır. Taze aynalı sazan filetoalarına göre dumanlanmış aynalı sazan filetoalarının su kaybına bağlı olarak kül, protein, ve yağ oranlarında artış olduğunu ileri sürmüşlerdir ( $p < 0.05$ ).

Yanar (2007), sıcak dumanlanmış yayın balığı (*Clarias gariepinus*)'nın soğutmalı depolama sırasında kalite değişiklikleri hakkında yaptığı çalışmada sıcak tütsülenmiş yayın balığı (*Clarias gariepinus*)'nin tütsülemeden hemen sonra ve soğuk depolama sonrasında kalitesindeki değişiklikleri araştırmıştır. Mikrobiyolojik, kimyasal ve duysal analizlerini ürünlerin raf ömrü ve kalitesini test etmek için depolama sırasında uygulanmıştır. Toplam canlı sayımı, toplam uçucu temel azot, peroksit değerleri ve tiyobarbitürik asit yüksek değerlerde olduğunu duysal kalite puanları depolama esnasında düşmüş olduğunu saptamıştır. pH değerleri depolama süresince biraz yükseldiğini tespit etmiştir. Sıcak dumanlanmış Yayın Balığı'nın duysal ve mikrobiyolojik analizlerine göre buzdolabında saklama şartlarında 24. günden sonra insan tüketimine uygun olmadığını ileri sürmüştür.

Jónsdóttir ve ark. (2008), yaptığı araştırmada, sıcak tütsüleme sıcaklık süresi (16-22°C'de 14-18 saat; 22°C'de 5 saat; 28°C'de 12 saat) ile depolama sıcaklığının (5°C ve 10°C) salmon (*Salma salar*) balıklarının mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. En yüksek mikroorganizma sayısının 28°C'de 12 saat süreyle tütsülen ve 10°C'de depolanan örneklerin verdiği, dört günlük depolama sonunda toplam canlı

sayısının  $10^7$  kob/gr'dan daha yüksek olduğu, laktik asit bakterilerinin ise örneklerin tamamında dominant florayı oluşturduğunun bildirmişlerdir.

Karaca ve ark. (2008), balıklara uygulanan sıcak ve soğuk dumanlanmış yapılan ürünlerin birbirlerinden çok farklı olduklarını bildirmişlerdir. Tütsülenmiş ürünün içeriğindeki su kaybı ve doymuşluğa bağlı olan duyusal kalite ve özelliklerden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Yaptıkları çalışmaya göre sıcak dumanlama işleminde uygulama sıcaklığının yüksek olmasından dolayı mikrobiyal gelişimini önleyici etki soğuk dumanlamaya nispeten daha belirgin olduğunu saptamışlardır

Gümüş ve ark. (2009), Antalya Körfezi'nden avlanan barbun balığı (*Mullus barbatus* L. 1758)'na sıcak dumanlama yönteminin uygulanması ve dumanlama sonrasında ürünlerde meydana gelen besin değeri değişimleri ve bazı kimyasal özelliklerindeki değişimlerini inceledikleri araştırmalarında; Sıcak dumanlama sonrası Barbun Balıkları'nda pazarlanabilirlik açısından verimin önemsiz ( $p>0.05$ ) olduğunu bulmuşlardır, Taze, sıcak dumanlama öncesi tuzlanmış ve sıcak dumanlanmış küçük-orta ve büyük boy barbun balıklarının su, protein, yağ ve ham kül bileşenlerindeki değişimlerin önemli dercede farklı olduklarını ( $p<0.05$ ) belirlemişlerdir. Kuru madde miktarı üzerinden yapılan hesaplamalarda tüm gruplarda tuzlama ve dumanlama sonrası kül ve yağ oranında artış olduğunu saptamışlardır. Panelistler tarafından gerçekleştirilen organoleptik muayene sonucunda sıcak dumanlanmış büyük boy barbun balıklarının daha çok beğeni topladığını bildirmişlerdir.

Kaba ve ark. (2009), dumanlama işleminin balık kalitesine ve raf ömrüne etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, hammaddenin tazeliği ve dumanlama öncesi hazırlık aşamaları, dumanlama tekniği, duman kompozisyonu, dumanlama süresi ve sıcaklığı ürünün kalitesi ve raf ömrü üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Alçıçek (2010), farklı oranlarda tuzlanarak sıcak tütsüleme ve sıvı tütsüleme teknikleri uygulanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının vakum paketli ve buzdolabı koşullarında depolanmalarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi üzerinde çalışmıştır. Bu çalışmada ürünün sıcak tütsüleme uygulaması esnasında duman içeriğindeki ağaç gibi organik materyallerin pirolizi esnasında ortaya çıkan sağlık açısından dezavantaj teşkil eden polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH)'a maruz kaldığını bildirmiştir. Sıvı tütsülemede ise PAH'ın iz miktarda olduğu ya da hiç olmamasından mütevellit sıcak tütsülemeye alternatif bir yöntem olduğunu ileri sürmüştür.

Ertay ve Doğruer (2010), tekstürün, besinlerin yapısal, mekaniksel ve yüzey özelliklerinin, duyuusal algılar ile aklın ve vücudun mükemmel bir fiziksel performansla birleştirilerek belirlendiği bir kalite kriteridir. Tekstürel özellikler mekanik ve geometrik özellikler olarak sınıflandırılır. Besinlerin tekstürü, nesnel ve öznel yöntemler ile değerlendirilir. Bu değerlendirme sonucunda, tekstür ve tat arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir modele dayandığını bildirmişlerdir.

Gürlekoğlu (2011), farklı odun talaşlarının sıcak tütsülenen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin renk ve duyuusal kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Yapılan bu çalışmada sıcak tütsülenen ürünlerde farklı odun talaşlarının meydana getirdiği % ham protein, ham yağ ve ham kül oranları incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kullanılan talaş materyallerinin tütsülenmiş ürünler üzerinde renk farklılıklarının önemli olduğu bildirilmiştir. Duyusal analiz çalışmasında ise en çok kiraz talaşıyla tütsülenmiş ürünler panelistler tarafından beğenildiğini belirtmektedir.

## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Balık materyali

Araştırmada, balık materyali olarak kullanılan alabalıklar özel bir işletmeden temin edilmiştir. Gramajları 250-300 gr arasında değişen pazar boyu 45 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır.



**Şekil 3.1.** Dumanlama işleminde kullanılan taze gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)

##### 3.1.2. Tütsüleme fırını

Tütsüleme fırını, AquaTech marka R 137/12 model olup ebatları 100 × 57 × 47 cm, paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Tütsü işlemi fırının içinde olmaktadır. Isıtma işlemi fırının taban kısmında bulunan ısıtma helezonları tarafından yapılmaktadır. Fırın kapağının üzerinde termostat sayacı bulunmaktadır. Dolayısıyla fırın iç sıcaklığı kontrol edilebilmektedir.



Şekil 3.2. Tütsüleme fırını



Şekil 3.3. Tütsüleme fırını



**Şekil 3.4.** Kurutma dolabı

### **3.1.3. Odun talaşı**

Dumanlamada iğne yapraklı ve reçinesi olmayan ağaç türlerinden biri olan kavak ağacı talaşı kullanılmıştır. Odun yerine talaş kullanılmasının sebebi, talaşın oduna göre daha çabuk ve homojen olarak yanmasıdır.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Araştırma planı**

Araştırmada, %10.6, %15.8, %21.1'lik tuz konsantrasyonlara sahip salamura çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler süreleri farklı olacağından 9 ayrı gruba ayrılmıştır. Araştırmada kullanılacak balıkların iç organları temizlenmiş ve pulları çıkarıldıktan sonra bol su ile yıkanmıştır. Temizlenen balıklar daha sonra hazırlanan solüsyonlara yerleştirilmiş ve +4°C'deki soğuk hava deposunda 3, 6 ve 9 saatlik bekleme süreleri uygulanmıştır. Bekleme süreleri dolan balıklara kancalar geçirilip kurutma dolabına alınarak 3 saatlik kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma işlemi bittikten sonra dumanlama dolabına alınarak 75–100°C sıcaklıkta 90 dakika tütsülenmiştir. Dumanlama işlemi biten balıklar +4°C soğuk hava deposuna alınmıştır.

### **3.2.2. Sıcak dumanlama**

Dumanlama yapılmadan önce, dumanlama dolabının alt bölümünde bulunan metal tablanın içine kavak ağacı talaşı koyulmuş üzerine hafifçe su serpiştirilmiş ve tütsü dolabının kapağı kapatılmıştır. 30 dakika arayla dolabın kapağı açılarak duman ve talaş yoğunluğuna bakılmıştır. Sıcaklık yavaş yavaş 90–100°C'ye çıkmıştır ve bu sıcaklıkta 3 saat bekletilmiştir. Dumanlama dolabından alınan balıklar +4°C'de soğuk hava deposuna alınmıştır.

### **3.2.3. Kimyasal analizler**

#### **3.2.3.1. Kül tayini**

Toplam kül miktarının AOAC (2000)' e göre yapılmıştır. Kül analizi için porselen kruzelere 2.5 gram örnek alınmış, 100°C'lik etüvde 12 saat bekletildikten sonra kül yakma makinesine yerleştirilmiş, Nabertherm marka 185.065 seri numaralı kül yakma fırınına alınarak 525°C'de 18 saat süreyle yakılmıştır.

Geriye kalan kül ağırlığını, orijinal örnek ağırlığına bölüp 100 ile çarparak örnekteki yüzde kül miktarı bulunmuştur (Gökalp ve ark., 1999).

#### **3.2.3.2. Nem tayini**

Nem miktarının belirlenmesi için kıyma haline getirilen örneklerden 10 gr kruzelere konulmuş ve 100°C'lik etüvde sabit ağırlığına gelinceye kadar (18 saat) kurutulmuştur. Desikatöre alınan örnekler mg hassasiyetli terazide tartılmıştır.

Ağırlık kaybını, örnek ağırlığına bölüp 100 ile çarparak örnekteki yüzde nem miktarı saptanmıştır. Kuru madde, nem miktarının (%) 100'den çıkarılmasıyla bulunmuştur (Gökalp ve ark., 1999).

### **3.2.3.3. Yağ tayini**

Nem miktarının belirlenmesi kullanılan örnekleri, yağ miktarının tayini için de kullanılmıştır. Örneklerin yağ miktarları Soxhelet yöntemine göre hesaplanmıştır. Çözücü olarak da petrol eteri kullanılmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

### **3.2.3.4. Protein tayini**

Protein analizinde kullanılmak üzere 2.5 gramlık örnekler mg hassasiyetli terazide tartılarak Kjeldahl balonlarına aktarılmıştır. Balonlarına içerisinde yeterli miktarda 1/10 oranında  $\text{CuSO}_4/\text{K}_2\text{SO}_4$  karışımı konulmuştur. 3 adet cam baloncuğu ve 25 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ilave edilerek yakma ünitesinde önce düşük sıcaklıklarda (30 dakika kadar), daha sonra yüksek sıcaklıklarda balon içeriği mavi-yeşil bir renk oluncaya kadar yakılmıştır. Daha sonra balonlar oda sıcaklığına kadar soğutulmuş, üzerlerine 400 ml saf su ve 75 ml doymuş NaOH ilave edilerek, soğutulan örnekler distilasyon için kullanılmıştır. Diğer taraftan 500 ml'lik distilat toplama erlenine 50 ml %4 'lük borik asit ( $\text{H}_3\text{BO}_4$ ) ve 2-3 damla metil kırmızısı eklenerek, distilasyona 250 ml distilat toplanıncaya kadar devam edilmiş ve daha sonra toplanan distilat 0.1N HCl ile çelik renk oluşuncaya kadar titre edilerek örneklerdeki % N (azot) miktarı tespit edilmiştir. Saptanan azot miktarı 6.25 faktörüyle çarpılarak protein miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

### **3.2.3.5. Tuz tayini**

Prensip; balık örneği ekstratı Potasyum Kromat ( $\text{K}_4\text{CrO}_4$ )'lı ortamda Gümüş Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) ile titre edilir. Ortamda klorür iyonu tükendiğinde  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{K}_4\text{CrO}_4$  ile reaksiyona girerek kırmızı renkli gümüş kromatı oluşturur.

#### **3.2.3.5.1. İşlem**

Homojenize edilmiş örnekten 5gr. 250 ml'lik balon jøjeye tartılır. Üzerine 5 ml %15'lik ( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN}_6)]$ ) ve 5 ml.%30'luk  $\text{ZnSO}_4$  ilave edilerek proteinler çöktürülür. Sonra balon jøjeye işaretine kadar distile su ile tamamlanır. İyice çalkalayıp bekletildikten sonra filitre kağıdı üzerinden filitre edilir. Tahmin edilen tuz miktarına göre 10–50 ml filitrat bir erlanmayere pipet edilir. Sonra 0.1 N NaOH ile nötralize edilir ve ortalama 100 ml distile su ile sulandırılır. 5–10 damla %5'lik  $\text{K}_4\text{CrO}_4$  solüsyonu eklenir (belirgin sarı renk oluşuncaya kadar). Bu solüsyon, bürete konmuş 0.1 N  $\text{AgNO}_3$  ile kalıcı kahverengi renk oluşuncaya kadar titre edilir.

### 3.2.3.5.2. Değerlendirme

$$\% \text{ Tuz Miktarı} = \text{Kullanılan } 0.1 \text{ N AgNO}_3 \text{ ( ml )} \times 0.585 \times F \cdot 6$$

Tahmin edilen tuz miktarına göre alınacak filtrat miktarı; %3 tuz miktarına kadar 50 ml (F= 5); %3-10 tuz miktarına kadar 10 ml (F=25) olarak alınır.

Ortalama tuzlanmış ürünlerde tuz miktarı; balık dokusunda %20'den az (bu değer balık etinde ortalama %13'e denktir). İyi bir üründe tuz miktarı %10-15 olmalıdır.

Sert tuzlanmış ürünlerde tuz miktarı; balık dokusunda %20'den fazla olmalıdır. (bu değer balık etinde %13'e denktir. Sert tuzlanmış ürünlerde %15-24 olmalıdır).

% Su fazı tuz içeriği (SFT) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 1979) hacimsel titre ile ölçüldü.

$$\text{SFT} = \frac{\text{Tuz miktarı (g)}}{\text{Balık dokusunun nem içeriği(g) + Tuz miktarı (g)}} \times 100$$

### 3.2.4. Duyusal analiz

Dumanlanmış balıklar, 10 kiŐilik bir panel oluŐturularak balık etinin sertliği, sululuğu, yapıŐkanlıęına, tat ve toplam kabul edilebilirlik bakımından puanlamayla hangi balığın tercih edildiği test edilmiştir. Panelistlere sorulan sorulara izelge 3.2.'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Duyusal analiz değerlendirme formu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Isırık Veya Sertlik</b>									
<b>Sululuk</b>									
<b>Yapışkanlık</b>									
<b>Tat</b>									
<b>Toplam Kabul Edilebilirlik</b>									

Puanlara göre kalite sınıflara aşağıdaki puanlamaya göre yapılmıştır.

PUAN	KALİTE SINIFI
6.1 - 8.0	Çok İyi
6 - 5.1	İyi
5 - 3.1	Orta
0 - 3	Kötü

### **3.2.5. Tekstür analizi**

Balık örneklerinin Tekstürel özellikleri Texture Analiz (TA-XTplus, Stable Micro Systems, Godalming, UK) cihazı ile yapılan gerilim gevşemesi ve doku profil analizleri yapılarak çeşitli parametreler hesaplanmak sureti ile belirlenmeye çalışılmıştır.

#### **3.2.5.1. Tekstür profil analizi (TPA)**

Her balıktan tek ve aynı filetodan 20 x 20 mm boyut ve 15 mm yüksekliğinde kesit alındı. Deri çıkarıldı ve 50 mm'lik prob kullanılarak aşağıda belirtilen şartlarda TPA analizi yürütüldü.

Test hızı	: 0.80 mm/sec
Gerinim	: 50.00 %
Zaman	: 5.00 sec
Tetik kuvveti	: 5.0 g

Bu işlem sonucunda elde edilen TPA grafiğinden, sertlik, elastikiyet, kohezyon, çignenebilirlik, sakızimsılık ve yapışkanlık değerleri hesaplanmıştır.

### **3.2.6. İstatistik analizleri**

Yapılan çalışmada %10.6, 15.8 ve 21.1 tuz konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilerek dumanlanan gökkuşuğu alabalıkların veri değerlendirilmesinde, varyans ve two way Anova çift yönlü varyans analizleri uygulanmış bu analizler için SPSS 19 paket programı kullanılmıştır. Verilerin ortalamaları Office 2007 Exel Programında yapılmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi için ise Mstat istatistik paket programları kullanılmıştır. Duyusal ve tekstürel analizler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır.

## BÖLÜM 4

### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### 4.1. Tütsülenmiş Balıkların Besin Değeri ve Tuz Miktarı Analiz Bulguları

Sıcak dumanlama öncesi farklı tuz konsantrasyonu ve uygulama sürelerinde bekletilen gökkuşuğu alabalığı filetolarında meydana gelen besin değeri değişimleri ve su fazındaki tuz miktarları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Farklı salamura konsantrasyonlarında ve sürelerinde bekletilerek hazırlanan dumanlanmış alabalıkların nem, yağ, protein, kül ve tuz miktarları

Tütsülenmiş Balık	Taze	Salamura konsantrasyonu (%)			Salamura Süresi (saat)		
		10.6	15.8	21.1	3	6	9
Nem (%)	71.96±0.51	61.30±2.9 <sup>a</sup>	58.8±3.1 <sup>b</sup>	58.30±3.5 <sup>b</sup>	58.7±2.8 <sup>a</sup>	58.20±1.3 <sup>b</sup>	58.10±3.6 <sup>a</sup>
Yağ (%)	5.26±0.21	5.81±0.36 <sup>a</sup>	5.84±0.65 <sup>a</sup>	6.04±0.54 <sup>b</sup>	6.58±0.88 <sup>a</sup>	5.89±0.72 <sup>a</sup>	6.22±0.82 <sup>a</sup>
Protein (%)	19.13±0.36	28.50±4.6 <sup>a</sup>	29.18±3.1 <sup>ab</sup>	29.56±1.0 <sup>b</sup>	29.30±4.9 <sup>a</sup>	30.00±4.0 <sup>a</sup>	29.54±2.8 <sup>a</sup>
Kül (%)	1.44±0.06	4.22±0.40 <sup>a</sup>	5.65±0.54 <sup>b</sup>	5.72±0.83 <sup>b</sup>	5.18±1.02 <sup>a</sup>	5.26±0.48 <sup>a</sup>	5.85±1.42 <sup>a</sup>
Su Fazındaki Tuz Konsantrasyonu	---	2.8±0.5	3.1±0.1	3.3±0.5	2.7±0.4	3.1±0.2	3.4±0.3

\*a,b,c harfleri gruplar arasında p=0.05 güven sınırları içerisindeki istatistiksel farklılığı belirtmektedir

Yapılan besin değeri analizleri sonucunda taze alabalıkta protein değeri %19.13, nem değeri %71.96, yağ değeri %5.26 ve kül değeri %1.64 olarak belirlenmiştir. Uygulanan farklı salamura konsantrasyonlarına göre protein değerleri sırasıyla taze, %10.6, %15.8 ve %21.1 olacak şekilde %19.13±0.36, %28.5±4.6, %29.18±3.1 ve %29.56±1.0 olarak bulunmuştur. Salamurada bekletme sürelerine (3, 6 ve 9 saat) göre sırasıyla %29.3±4.9, %30.0±4.0, %29.54±2.8 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.).

Nem değeri taze alabalık etinde %71.96 olarak bulunmuştur. Dumanlanmış balıklardaki nem değerleri incelendiğinde ise tuz konsantrasyonuna bağlı olarak nem değerinin azaldığı, %10.6 salamura konsantrasyonundaki bekletilen alabalıklardaki nem değerinin %15.8 ve %21.1'den yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda %10.6 konsantrasyonda bekletilen alabalıklar ile %15.8-%21.1 konsantrasyonunda bekletilen dumanlanmış alabalıklardaki nem değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05).

Araştırmacıların yaptığı diğer çalışmalarda da ürüne dumanlama öncesi uygulanan tuzlama işlemi ve sonrasında yapılan dumanlama işlemi esnasında üründe nem kaybının olabileceği bildirilmiştir (Kolsarıcı ve zkaya, 1998; nlsayın ve ark., 2001; Goulas ve Koustsomanis, 2005; Gülyavuz ve nlsayın, 1999; aklı, 2007).

Taze alabalıkta protein değerini %19.13 iken salamura konsantrasyonlarına bağlı olarak protein miktarının arttığı, gruplar arasındaki bu artışın da istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p < 0.05$ ) grlmştir. Salamurada bekleme sürelerinde göre incelendiğinde ise yine protein değerlerinin arttığı ancak gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı grlmştir ( $p > 0.05$ ).

Sıcak dumanlama uygulanarak yapılan araştırmalarda çalışmamızda elde edilen sonuçlarda olduğu gibi su içeriğinde azalma, protein değerinde ise artışların olduğu bildirilmektedir (Bilgin ve ark., 2001; nlsayın ve ark., 2003; İzci ve Ertan, 2004; Ayas, 2003; Oğuzhan ve ark., 2004; Koral ve ark., 2010; Gürlekoğlu, 2011). Yapılan bu çalışmada da protein değerindeki artışların asıl nedeni olarak uygulanan tuzlama ve dumanlama işlemine bağlı su kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Filetolardaki yağ değerleri incelendiğinde; tuz konsantrasyonu miktarına bağlı olarak %10.6 ve %15.8'lik solüsyonlarında bekletilen gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu, bu iki grup ve %21.1'lik grup arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Balıkların salamurada bekletme sürelerine göre yağ miktarları dikkate alındığında; en düşük değer 6 saatlik bekleme süresinde iken en yüksek değer ise 9 saatlik bekleme süresine sahip salamuradaki filetolarda tespit edilmiştir. Fakat gruplar arası farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Balıklardaki yağ oranı yaşadıkları ortama, tre, mevsime, yaş ve beslenme alışkanlıklarına göre değişim gösterebilmektedir. Araştırma sonucunda taze alabalıktaki yağ değerini, %5.26 olarak tespit edilmiş ancak uygulanan salamura solüsyonu ve süresine, ayrıca uygulanan sıcak dumanlamanın etkisiyle ürünün su kaybetmesi, buna bağlı olarak da yağ miktarlarında artışların olduğu grlmştir. Sıcak dumanlama üzerine yapılan birçok araştırmada balıkteki su miktarının azalmasına bağlı olarak yağ miktarının arttığı bildirilmektedir. (Kolsarıcı ve zkaya, 1998; İzci ve Ertan, Oğuzhan ve ark., 2004; nlsayın ve ark., 2003; Bilgin ve ark., 2003; İzci ve ark., 2004; Anđıř ve ark., 2004; Ayas, 2006; Gürlekoğlu, 2011). Buna gerekçe olarak dumanlama öncesi n tuzlama ve dumanlama sırasındaki ısıl işleme bağlı su miktarındaki azalış gösterilebilir.

Kül değerleri incelendiğinde ise taze balıkta %1.64 olan kül değeri artan salamura solüsyonları sonrasında artış göstererek sırasıyla;  $4.22\pm 0.40$ ,  $5.65\pm 0.54$ ,  $5.72\pm 0.83$  değerlerine, bekletme sürelerine (3, 6 ve 9 saat) göre incelendiğinde sırasıyla;  $5.18\pm 1.02$ ,  $5.26\pm 0.48$ ,  $5.85\pm 1.42$  değerlerine ulaştığı görülmüştür. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelendiğinde farklı salamura solüsyonları arasındaki farkların önemli ( $p<0.05$ ), bekleme süreleri arasındaki farkın ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999) ham kül miktarının tuzlama yoğunluğunun artmasıyla doğru orantılı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Oğuzhan ve ark (2004) gökkuşacağı alabalığının dumanlanması üzerine yaptıkları çalışmalarında kül oranını tütsüleme öncesinde %1.29 iken, dumanlama işlemi sonrasında ise %2.2 olarak bulmuşlardır. Koral ve ark. (2010) palamut balığının sıcak tütsülenmesi ve depolama sırasındaki değişimleri inceledikleri araştırmalarında, taze palamut etinde kül miktarını %1.79 bulurken dumanlama işlemi sonrasında kül miktarının %3.69'a yükseldiğini belirtmişlerdir. Gürlekoğlu (2011) farklı odun talaşıyla sıcak tütsülenmiş alabalık filetoları üzerine yaptığı çalışmada; taze alabalıktaki kül miktarını %1.96, dumanlama sonrasında farklı odun talaşlarıyla dumanlanan alabalıklardaki kül miktarının ise %2.09 ile %2.28 arasında değiştiğini bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada da araştırmacıların yaptıkları çalışmaların sonuçlarına benzer durumlar gözlemlenmiştir. Kül miktarındaki bu değişimlerin uygulanan tuz konsantrasyonları ve bekletme süresi ile ilişkili olduğu, ayrıca dumanlama sonrasında ürünün su kaybetmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Tuz konsantrasyonu ve salmurada bekletme süresi arttıkça dumanlanmış alabalık filetolarının su fazındaki tuz miktarında artış gözlenmekle beraber, farklılığın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Buna gerekçe olarak alabalık filetolarının hazırlanması geleneksel yöntemler ile yapıldığından homojen bir tuz emiliminin gerçekleşmemesi gösterilebilir.

## 4.2. Dumanlanmış Balıkların Tekstür Analiz Bulguları

**Çizelge 4.2** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının sertlik değerleri

	Sertlik	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	9.84±0.13 Cc	12.00±0.64 Bc	12.87±0.15 Ac
	15.8	10.95±0.49 Cb	12.95±0.61 Bb	13.42±0.26 Ab
	21.1	14.49±0.48 Ba	15.58±0.59 Aa	15.87±0.47 Aa

\*Büyük harflerle gösterilen farklılıklar aynı konsantrasyonda farklı saatlerin, küçük harfler ise aynı sürede farklı konsantrasyonların aralarındaki farkı temsil etmektedir (p<0.05)

Yapılan tekstür analizleri sonucunda ısırlıklık veya sertlik değerleri incelendiğinde, tuz konsantrasyonu yoğunluğuna bağlı olarak sertlik değerinin arttığı, bekleme süresi değişimleri incelendiğinde ise ürünlerde sertlik değerinin aynı şekilde artış gösterdiği belirlenmiştir. İstatistiksel olarak zamana ve tuz konsantrasyonu yoğunluğuna bağlı olarak sertlik değerleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur (p<0.05).

Sertlik, besin maddesinin uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür. Başka bir ifadeyle katı besin partiküllerin molar (öğütücü) dişler arasında ve yarı katı besinlerin damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür (Abbott, 1972; Andrew, 1999; Szczesniak, 1990; Tekinşen ve ark., 1994; Zhang ve ark., 2005; Ertaş ve ark., 2010). Kilcast, (2004) sertliğin dokunma ile belirlenebilen bir kalite kriteri ve sıklık ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Szczesniak (1963) sertlik ile rutubet arasında zıt bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Anonim (2000)'e göre tuz, ürüne lezzet ve aroma vermenin yanında ürünün mikrobiyal gelişiminin sınırlandırmak ve ete sertlik kazandırmak amacıyla kullanılabilir. Yapılan bu çalışmada da sertlik değerinin tuz konsantrasyonunun ve nem miktarının azalmasına bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacıların sertlik ile ilgili bildirdikleri görüşler de bu durumu destekler niteliktedir.

**Çizelge 4.3.** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının yapışkanlık değerleri

	Yapışkanlık	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon ( % )	10.6	0.33±0.01 Ac	0.26±0.01 Bc	0.36±0.01 Ab
	15.8	0.69±0.04 Aa	0.67±0.05 Aa	0.52±0.03 Ba
	21.1	0.56±0.05 Ab	0.52±0.02 Ab	0.59±0.07 Aa

Büyük harflerle gösterilen farklılıklar aynı konsantrasyonda farklı saatlerin, küçük harfler ise aynı sürede farklı konsantrasyonların aralarındaki farkı temsil etmektedir (p<0.05)

Yapışkanlık; besin yüzeyi ile besinlerin ilişkide olduğu dişler, dil ve damak gibi yüzeylerin arasındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gerekli olan güçtür (Szczeniak, 1963). Tekstür cihazıyla yapılan yapışkanlık testinde en az yapışkanlığa sahip ürünün %10.6 tuz konsantrasyonunda 6 saat bekletilen fileto grubunun olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yapışkanlık değeri ise %15.8 tuz konsantrasyonunda 3 saat bekletilen dumanlanmış alabalıklarda tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.4.** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının kohezyon değerleri

	Kohezyon ( Bağlılık )	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon ( % )	10.6	0.35±0.001 Aa	0.35±0.01 Aa	0.35±0.01 Aa
	15.8	0.32±0.01 Aa	0.32±0,01 Aa	0.34±0.01 Aa
	21.1	0.33±0.01 ABa	0.35±0.01 Aa	0.31±0.01 Bb

Büyük harflerle gösterilen farklılıklar aynı konsantrasyonda farklı saatlerin, küçük harfler ise aynı sürede farklı konsantrasyonların aralarındaki farkı temsil etmektedir (p<0.05)

Kilcast, (2004)'e göre kohezyon bir besin maddesinin içyapısını meydana getiren bağların gücü ya da dayanıklılığı olarak tanımlanmıştır. (Ertaş ve ark., 2010; Kilcast, 2004), Yapılan tekstür analizleri sonucunda genel olarak farklı konsantrasyonlarda ve bekleme sürelerinde hazırlanan dumanlanmış alabalıklarda kohezyon değerinin gruplar

arasında önemli bir değişim göstermediği görülmüştür. Fakat 9 saat süreyle %21.1'lik tuz konsantrasyonunda bekletilen dumanlanmış alabalıkların kohezyon değerinin %10.6 ve %15.8'den istatistiksel olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu gerekçe olarak uzun süre ve yüksek tuz konsantrasyonunun kas lifleri arasındaki yağ oranındaki artış gösterilebilir (Segato ve ark., 2003; Dinçer ve ark., 2009).

**Çizelge 4.5.** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşaağı alabalıklarının elastikiyet değerleri

	Elastikiyet	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	0.53±0.03 Aa	0.51±0.01 Aa	0.47±0.01 Ba
	15.8	0.44±0.02 Ab	0.41± 0.02 Ab	0.40±0.04 Aa
	21.1	0.43±0.01 ABb	0.41± 0.01 Ab	0.37±0.01 Bb

Büyük harflerle gösterilen farklılıklar aynı konsantrasyonda farklı saatlerin, küçük harfler ise aynı sürede farklı konsantrasyonların aralarındaki farkı temsil etmektedir (p<0.05)

Elde edilen elastikiyet değerleri incelendiğinde %10.6 tuz konsantrasyonuna sahip gruplar içinde 9 saat bekletilen dumanlanmış alabalıktaki elastikiyet değerinin düşük olduğu ve diğer iki gruba göre farkın önemli olduğu görülmüştür (p<0.05). Aynı durum %21.1 tuz konsantrasyonunda bekletilen dumanlanmış alabalıklarda da gözlemlenmiştir. Bu durum, tuz ve dumanlama işleminin ürüne nem kaybettirmesine bağlı olarak elastikiyet değerinin azalması olarak düşünülebilir. Çünkü, elastikiyet besin maddelerine uygulanan herhangi bir etkiden sonra üründe meydana gelen şekil bozukluğunun, uygulanan etki kaldırıldıktan sonra eski halini alması olarak tanımlanmakta ve şekil oluşumunun doğrudan nem içeri ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Abbott, 1972; Andrew, 1999; Zhang, 2005; Ertaş ve ark., 2010).

**Çizelge 4.6.** %10.6, %15.8 ve %21.1 tuz konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilerek dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının çiğnenebilirlik değerleri

	Çiğnenebilirlik	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	1.97±0.05 Ba	2.28±0.09 ABa	2.46±0.04 Aa
	15.8	1.73±0.10 Aa	2.11±0.08 Aa	1.74±0.15 Ab
	21.1	1.67±0.13 Ba	2.06±0.09 Aa	1.70±0.12 Bb

Büyük harflerle gösterilen farklılıklar aynı konsantrasyonda farklı saatlerin, küçük harfler ise aynı sürede farklı konsantrasyonların aralarındaki farkı temsil etmektedir (p<0.05)

Çiğnenebilirlik, bir besin maddesinin yutulmaya hazır duruma gelene kadar harcanan enerji, ağızdaki çiğneme sayısı ve süresi ile ilgili bir özellik olarak tanımlanmaktadır (Szczeniak, 1963; Szczeniak 1972; Szczeniak 2002; Ertaş ve Doğruer, 2010). Yapılan tekstürel analiz sonuçlarına göre çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde %10.6 tuz konsantrasyonuna sahip dumanlanmış alabalıklarda zamana bağlı olarak çiğnenebilirlik değerinin arttığı gözlemlenmiştir. %15.8 ve %21.1 tuz konsantrasyonlarındaki dumanlanmış alabalıklarda ise yalnızca 6 saat bekletme süresinde artış olduğu görülmüştür. Dinçer ve ark, (2009) Karadeniz ve Ege Denizi'nden temin ettikleri kültür levreklerinde duyuşal ve tekstürel özellikleri belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, yağ oranının dokuya dağılmış şekilde bulunmasının ürünün, gerek sululuk gerek ise çiğnenebilirliği doğrudan etkileyen bir sonuç olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ürüne uygulanan pişirme işleminin kas dokularında bulunan yüksek orandaki yağın sıvı faza geçerek dokuda uzaklaştığını ve buna bağlı olarak da çiğnenebilirlik özelliğinin azaldığını ileri sürmüşlerdir. Yapılan bu çalışmada da ürüne uygulanan tuz konsantrasyonu artışına ve sıcak dumanlama işleminin etkisine bağlı olarak çiğnenebilirlik değerinin azaldığı görülmüştür.

**Çizelge 4.7.** % 10.6, % 15.8 ve % 21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının sakızımsılık değerleri

	Sakızımsılık	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	3.43±0.09 Bb	4.35±0.17 Ab	4.63±0.12 Aa
	15.8	3.80±0.10 Bab	5.16±0.04 Aa	3.51±0.09 Bb
	21.1	4.11±0.20 Ca	5.50±0.19 Aa	4.66±0.43 Ba

Büyük harflerle gösterilen farklılıklar aynı konsantrasyonda farklı saatlerin, küçük harfler ise aynı sürede farklı konsantrasyonların aralarındaki farkı temsil etmektedir (p<0.05)

Sakızımsılık; hassas ürünlerin yapışkanlığı ile ilgili olarak tanımlanmaktadır (TSE, 2009). Çalışmada yapılan tekstür analizleri sonucunda elde edilen sakızımsılık değerleri incelendiğinde, tuz konsantrasyonuna bağlı olarak sakızımsılık değerlerinde artış bekletme süreleri bakımından incelendiğinde ise dalgalanmaların olduğu görülmüştür. Szczesniak ve ark (2002) +4°C de vakum ambalaj ve oda koşullarında beklettikleri alabalıkların fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında örneklerin ürünlerdeki protein miktarındaki artış ve azalışların sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini etkilediği, su içeriğindeki artışın ise bu değerlerde düşüşe neden olduklarını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde edilen sakızımsılık değerleri araştırmacıların bildirdiği durumları destekler niteliktedir.

### 4.3. Tütsülenmiş Alabalıklara Ait Duyusal Analizler

**Çizelge 4.8.** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının ısırlık veya sertlik değerleri

	Isırlık veya Sertlik	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon ( % )	10.6	6.80±0.25	7.30±0.26	7.70±0.26
	15.8	6.50±0.37	7.0±0.32	6.80±0.25
	21.1	6.30±0.37	6.70±0.48	6.00±0.52

Sertlik, ürünü kırmak, delmek veya şeklini belli bir seviyede bozmak için gerekli kuvvetle ilgili mekanik doku özelliği olup ağızda, dişler arasında sıkıştırılarak (katılar) veya dil ile damak arasında sıkıştırılarak (yarıkatılar) algılanması olarak tanımlanır. Sertlik yumuşak (soft), sıkı (firm) ve sert (hard) olarak derecelendirilebilmektedir (TSE, 2009). Panelistlerce yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre dumanlanmış alabalıklardaki sertlik değerleri incelendiğinde, salamurada bekletme süresi sabit kaldığında tuz konsantrasyonlarında ki artışa bağlı olarak sertlik beğeni değerinin azaldığı ve ürüne uygulanan dumanlama işlemi ve tuz konsantrasyon miktarına göre üründe meydana gelen su kayıplarının, ürünün sertliği bakımından duyusal kalite beğenisinde etkili olduğu görülmüştür. Fakat gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Elde edilen duyusal sertlik değerleri tekstür cihazında elde edilen değerlerle ters orantılı olup sertlik değeri arttıkça duyusal beğenideki sertlik oranı azalmıştır.

**Çizelge 4.9.** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının sululuk değerleri

	Sululuk	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	6.40±0.37	7.00±0.21	6.00±0.26
	15.8	6.30±0.42	6.500±0.36	6.50±0.31
	21.1	6.900±0,28	6.700±0.30	5.900±0.35

Panelistler tarafından gerçekleştirilen duysal analiz sonuçlarına göre sıcak dumanlanmış alabalıklardaki sululuk değerleri incelendiğinde zamana ve tuz konsantrasyonuna göre değerlerin farklılıklar gösterdiği ancak gruplar arasındaki bu farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Genel itibari ile tüm tuz konsantrasyonlarında 6 saatlik bekletme süresinde tutulan tütsü filetoları sululuk bakımından daha çok beğenilmiştir.

**Çizelge 4.10.** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının yapışkanlık değerleri

	Yapışkanlık	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	6.30±0.33	6.10±0.23	5.90±0.46
	15.8	6.10±0.38	6.100±0.37	6.40±0.22
	21.1	5.90±0.50	6.10±0.28	6.10±0.28

Yapılan duysal analiz sonuçlarına göre yapışkanlık değerleri incelendiğinde gruplar arasında zamana ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Elde edilen beğeni değerleri 5.9-6.3 arasında değişim göstermiş olup tüm gruplardaki bu değerlere göre sıcak dumanlanmış alabalıklar “iyi kalite” ürün sınıfında yer almıştır. Çünkü yapışkanlık bazı durumlarda iyi bir özellik iken aşırı olması durumunda tüketiciyi rahatsız edebilmektedir. Ancak yapılan duysal analiz verileri

göstermiştir ki hiçbir örnek yapışkanlık kriteri bakımından panelistler tarafında rahatsız edici bulunmamıştır. Yapışkanlık değerleri tekstür aleti ile yapılan yapışkanlık testinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında duyu analizlerden elde edilen verilerin alet ile yapılan yapışkanlık analizi verilerini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.11.** %10.6, %15.8 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının tat değerleri

	Tat	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	6.20±0.47	6.50±0.43	6.30±0.30
	15.8	6.10±0,28	6.40±0.27	6.50±0.31
	21.1	6.60±0.31	6.60±0.40	6.90±0.31

Tat değerleri incelendiğinde gruplar arasında bekletme süresi ve tuz konsantrasyon yoğunluğuna göre istatistiksel bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Tat kriterine bağlı olarak en çok beğenilen gruplar %21.1'lik tuz solüsyonunda 3, 6 ve 9 saat bekletme süresinde hazırlanan sıcak dumanlanmış alabalıklar olmuştur.

**Çizelge 4.12.** %10.6,%15 ve %21.1 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 9 saat bekletilmiş dumanlanmış gökkuşağı alabalıklarının toplam kabul edilebilirlik değerleri

	Toplam kabul edilebilirlik	Saat		
		3	6	9
Konsantrasyon (%)	10.6	6.70±0.30	6.70±0.42	6.30±0.37
	15.8	6.20±0.25	6.40±0.29	6.70±0.26
	21.1	7.00±0,30	6.70±0,45	6.50±0.40

Ürünlerin genel olarak toplam kabul edilebilirlik değerleri dikkate alındığında, gruplar arasında bekletme süresi ve tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Ancak panelist puanları dikkate alındığında en beğenilen

ürün grubu 7,00 puan ile % 21.1 tuz konsantrasyonunda 3 saat bekletilen sıcak dumanlanmış alabalıklar olurken, onu %10.6 tuz 3 ve 6 saat bekletme, %15.8 tuz 9 saat bekletme, %21.1 tuz 6 saat bekletme sürelerine sahip sıcak dumanlanmış alabalıklar izlemiştir. En düşük değer ise %15.8 tuz 3 saat bekletme süresinde hazırlanan alabalıklarda tespit edilmiştir. Ürün grupları toplam kabul edilebilirlik değerlerine göre iyi ve çok iyi ürün grupları arasında yer almışlardır.

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı tuz konsantrasyonları (%10.6, %15.8, %21.1) ve bekletme sürelerinde (3, 6, 9) ön hazırlıkları yapılan ve sonrasında sıcak dumanlama işlemi uygulanan alabalıklardaki besin değeri, tuz konsantrasyonu, tekstürel özellikleri ve duyu kalitelerindeki değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda uygulanan farklı tuz konsantrasyonları ve bekletme süreleri sıcak dumanlamanın da etkisiyle alabalık filetolarındaki nem miktarını azaltarak dumanlanmış ürün profiline uygun hale geldiği ve buna bağlı olarak da protein, yağ ve kül değerleri de artış gösterdiği ve besin değerinin arttığı belirlenmiştir.

Ürünler tekstür bakımından değerlendirildiğinde meydana gelen su kaybına bağlı olarak sertlik değeri artışlar gözlemlenmiştir. Bu sertlik değerindeki artışlar duyu analizler ile de desteklenmektedir. Sertliğin artışına bağlı olarak ters orantılı bir şekilde çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerinde azalışlar gözlemlenmiştir. Çiğnenebilirlik ve elastikiyetteki değişimler duyu analizle de desteklenmiştir. Yapışkanlık ve kohezyon değerlerinde ise gruplar arasında artış ve azalışlar gözlemlenmiştir.

Duyu kalite değerleri incelendiğinde tuz konsantrasyonu artışına bağlı olarak duyu sertlik puanlarının düştüğü görülmüştür. Sululuk olarak ise en beğenilen grup %10.6 tuz konsantrasyonunda 6 saat süre ile bekletilen sıcak dumanlanmış alabalık grubu olduğu belirlenmiştir. Tat olarak en beğenilen gruplar %21.1 tuz konsantrasyonunda bekletilen alabalıklar olmuştur. Genel beğeni olarak en beğenilen grup %21.1 tuz konsantrasyonunda 3 saat bekletilen dumanlanmış alabalıklardır. Çalışma sonucunda duyu beğeni olarak ürün üretimi istenildiğinde %21.1 tuz konsantrasyonunda 3 saat veya %10.6 tuz konsantrasyonunda 6 saat bekletmenin daha uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Elde edilen bulgular ışığında tuz konsantrasyonunun azlığında, sıcak tütsülenecek balıkları salamura solüsyonunda daha uzun süreli bekletmenin, daha yüksek konsantrasyonlu salamuralarda ise daha kısa süreli bekletmenin tekstürel ve duyu kalite açısından daha iyi sonuçlar vereceği ortaya konulmuştur. Ayrıca, geleneksel yöntem ile uygulanan tuzlama işleminde balık etine geçen tuz miktarı istatistiksel olarak önemli fark

oluşturmadığından, salamura solüsyonunda bekletmek yerine ürüne tuz geçişinin daha hızlı ve homojen bir şekilde gerçekleştirilebileceği; vakum tuzlama veya enjeksiyon ile tuzlama yöntemlerinin dumanlanacak alabalık filetolarında denenmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

Ürünlerin duysal kalitesinin belirlenmesinde panelistlerce gerçekleştirilen duysal analiz anketlerinin ürün niteliklerini tam olarak belirlemede yetersiz kaldığından (duysal analizlerde duysal parametreler arasında fark bulunamamıştır) bu analizlerin aletli tekstürel analizlerle desteklenmesinin ürün profilinin daha sağlıklı bir şekilde ortaya konmasında etkili olacağı düşünülmektedir.

Her ülkenin kendine has bir damak tadı olması sebebi ile aynı ürünün farklı içerik ve tekniklerle üretildiği görülmektedir. Yapılan bu çalışmada; Türk damak tadına uygun dumanlanmış ürünün belirlenmesi amacıyla farklı tuz konsantrasyon ve süreleri denenmiş olup yüksek tuz konsantrasyonuna sahip ürün gruplarının daha çok beğenildiği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle ülkemizde hazırlanarak tüketime sunulacak sıcak dumanlanmış alabalık filetolarında yüksek tuz konsantrasyonunun (%21.1) kullanılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Abbott J., 1972. Sensory Assesment of Food Texture. *Food Technology*, 26 (1): 40-49.
- Alçıçek Z., 2010. Farklı Oranlarda Tuzlanarak Sıcak Tütsüleme ve Sıvı Tütsüleme Teknikleri Uygulanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Vakum Paketli ve Buzdolabı Koşullarında Depolanmalarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Andrew J., 1999. Food Texture: Measurement and Perception. *Aspen Publisher*, 3-16.
- Angiş S., 2004. Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) 'nda Soğuk Tütsülemenin Bazı Önemli Kimyasal ve Duyusal Özellikler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Türkiye.
- Anonim, 2000. *Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Su Ürünleri Kalite Kontrol El Kitabı*. Ankara.
- Anonim, 2012. <http://www.denizbilimi.com/dumanlama.html>.
- Anonim, 2013a. Erişim tarihi: 01.01.2013. <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/kurumsal/Birimler/SuUrunleriMd/Documents/G%C3%B6kku%C5%9Fa%C4%9F%C4B1%20Alabal%C4%9F%C4B1.pdf>.
- Anonim, 2013b. Erişim tarihi: 15.03.2013. <http://www.tarimsal.com/alabalik.htm>.
- Anonim, 2013c. Erişim tarihi: 02.03.2013. [http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6kku%C5%9Fa%C4%9F%C4B1\\_alabal%C4%B1%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6kku%C5%9Fa%C4%9F%C4B1_alabal%C4%B1%C4%B1).
- Anonim, 2013d. Erişim tarihi: 02.03.2013. [Turkcebilgi.com/ansiklopedi](http://Turkcebilgi.com/ansiklopedi).
- Anonim, 2014. Erişim tarihi: 05.08.2014 [http://www.akdenizsuurunleri.gov.tr/index\\_tr.asp?mn=84](http://www.akdenizsuurunleri.gov.tr/index_tr.asp?mn=84).
- AOAC, 1979. *Clostridium botulinum* and Its Toxins in Foods. Official Method 977.26. AOAC, Gaithersburg, Md.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, (17th ed.), Gaithersburg, MD, USA.
- Asita A.O., Campbell I.A., 1990. Anti-Microbiyal Activity of Smoke From Different

- Woods. *Letters In Applied Microbiology*, (10): 95-112.
- Ayas D., 2003. Sıcak Tütsülenmiş ve Yağda Kızartılmış Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) Filetolarının Kimyasal Kompozisyonu. *XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Elazığ, 555-558.
- Ayas D., 2006. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın Sıcak Tütsülenmesi Sonrasındaki Kimyasal Kompozisyon Oranlarındaki Değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23-Ek (1/3): 343-346.
- Balıkçı E., 2009. Tütsülenmiş Uskumru (*Scomber scombrus*) Marinatlarının (Sade ve Dereotlu) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Bannerman A., 1984.. *Hot Smoking of Fish*. Torry Advisory Notes, 82, HMSO, Edinburgh Press, 11.
- Baysal A., 2002. *Beslenme*. Hatipoğlu Yayınevi, 9. Baskı, Ankara.
- Beltran A., Pelaez C., Moral A., 1989. Keeping Quality of Vacuum Packed Smoked Sardine Fillets: Microbiological Aspects. *Z. Lebensmittels Unters Forsch*, 188: 232-236.
- Berik N., Çankırılıgil C., Kahraman D., 2011. Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetosundan Krokot Yapımı ve Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Vet. Fak. Dergisi*, 17 (5): 735-740.
- Bilgin Ş., Ünlüsayın M., Gülyavuz H., 2001. *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)'un Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Değerlendirilmesi ve Kimyasal Bileşenlerinin Tespiti. *Türk. Journal of Veterinary and Animal Science*. Tübitak, 25309, 312.
- Birkeland S., Rora A.M.B., Skara T., Bjerkend B., 2004. Effect of Cold Smoking Procedures and Raw Material Characteristics on Product Yield and Quality Parameters of Cold Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Fillets, *Food Research International*, 37: 273-286.
- Brown A., 2000. Understanding Food. Fish and Shellfish. *Wadsworth/Thomson Learning*, USA, 299-318.

- Burgess G.H.O., Cutting C.L., Lovern J.A., Waterman J.J., 1967. Fish Handling and Processing. *Chemical Publishing Company*, 70-101.
- Cardinal M., Knockaert C., Torissen O., Sigurgisladottir S., Morkore T., Thomassen M., Vallet J.L., 2001. Relation of Smoking Parametres to Yield, Colour and Sensory Quality of Smoked Atlantik Salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34, 537-550.
- Çaklı Ş., 2007. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. Bornova, İzmir. 300-500.
- Deng J., Toledo R. T., Lillard D., 1974. Effect of Smoking Tempratures on Acceptability and Storage Stability of Smoked Spanish Mackarel. *Journal of Food Science*, 39: 596-301.
- Dimitridau D., Zotos A., Petridis D., Taylor A.K.D., 2008. Improvement In The Production of Smoked Trout Fillets Steamed With Liquid Smoke. *Food Science Techniques Int.* 14 (1): 67-77.
- Dinçer M.T., Cadun A., Gamsız K., 2009. Ege Denizi ve Karadeniz'de Kültüre Edilmiş Levreğin Kalite Parametrelerinin Kıyaslanması. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (2): 25-37.
- Duman M., Dartay M. 2007. Sıcak Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758) Filetolarının Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyondaki Değişimler Doğu Anadolu Araştırmaları. 186-190.
- Duman M., Patır B., 2007. Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Bazı Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 19 (4): 463-472.
- Emre Y, Kürüm V., 2007. *Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği*. Pak Ajans, İstanbul (2): 272.
- Essien J.P., Ekpo M.A., Brooks A.A., 2005. Mycotoxigenic and Proteolytic Potential of Moulds Associated with Smoked Shark Fish (*Chlamydoselachus anguincus*). *J. Appl. Sci. Environ. Mgt.*, 9 (3): 53-57.
- Ertaş N., Doğruer Y., 2010. Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg.*, 7 (1): 35-42.

- Espe M., Nortvedt R., Lie Hafsteinson H., 2001. Atlantic Salmon (*Salmo solar*) As Raw Material of The Smoking Industry. II: Effect of Different Smoking Methods on Losses on Nutrients and on the Oxidation of Lipids. *Food Chemistry*, 77, 41-46.
- FAO, 2014. Global Aquaculture Production. Fishery Statistical Collections. Fisheries and Aquaculture Department, Rome, 76.
- Farber J.M., 1991. Listeria Monocytogenes in Fish Products. *J. Food Prot.*, 54, 922–924.
- Girard J.P., 1992. Technology of Meat and Meat Products. *Ellis Horwood Limited*, New York.
- Girard J.P., 1992. Technology of Meat Products. *Printed and Bound in Great Britain by Redwood Press*, 272, Meksham.
- Gorga C., 1998. Quality Assurance of Seafood. *An Avi Book Published By Van Nostrand Reinhold* New York.
- Goulas A.E., Kontaminas M.G., 2005. Effects of Salting and Smoking Method on The Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Biochemical and Sensory Attributes. *Food Chemistry*, 93: 511-520.
- Gómez-Estaca J., Montero P., Giménez B., Gómez-Guillén M.C., 2007. Effect of Functional Edible Films and High Pressure Processing on Microbial and Oxidative Spoilage in Cold-Smoked Sardine (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, 105(2): 511–520.
- Göğüş K.A., Kolsarıcı N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No 1243, 261. Ankara.
- Gökalp H., Kaya M., Zorba Ö., Tülek Y., 1999. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitabı 69. Erzurum.
- Gökoğlu N., 1991. Alabalığın (*Salmo gairdnerii* Richardson 1836) Dumanlanması ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Türkiye.
- Gökoğlu N., 2002. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Su Vakfı Yayınları, Antalya, 115s
- Gülyavuz H., Ünlüsayın, M., 1999. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Şahin Matbaası,

Ankara, 366 s.

- Gülyavuz H., İlhan R., İkiz R., 2006. Lesepsiyen Bir Tür Olan *Fistularia commersonii*'nin (Rüppel, 1835) Et Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *E.Ü Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/3): 435-437.
- Gümüş B., İkiz R., Ünlüsayın M., 2009. Barbun Baliği (*Mullus barbatus*)'nin Sıcak Dumanlama Sonrası Besin Bileşenlerindeki Değişimler. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24:15-24.
- Gürlekoğlu G., 2011. Farklı Odun Talaşlarının Sıcak Tütsülenen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin Renk ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Hoffman A., Baranco A., Francis B.J., Disney J.G., 1997. The Effect of Processing and Store Upon The Nutritive Value of Smoked Fish From Africa. *Trop.Sci.*, 19 (1): 41-53.
- Horner W.F.A., 1992. Fish Processing and Biotechnology Group University of Technology Loughborough.
- İzci L., Ertan Ö.O., 2004. Changes in Meat Yield and Food Component of Smoked Tench (*Tinca Tinca* L., 1758). *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 28 (6): 1037-1041.
- Jónsdóttir R., Ólafsdóttir G., Chanie E., Haugen J., 2008. Volatile Compounds Suitable for Rapid Detection as Quality Indicators of Cold Smoked Salmon (*Salmo solar*). *Food Chemistry*, 109, 184-195.
- Kaba N., Özer Ö., Söyleyen B., 2009. Dumanlama İşleminin Balık Kalitesine ve Raf Ömrüne Etkisi. *XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 01-04 Temmuz 2009, Rize.
- Kaba N., Özer Ö., Çorapçı B., 2012. Dumanlanmış Zargana (*Belone belone euxini günter*, 1866) Köftelerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *Journal of Fisheries Sciences*. 6 (4): 357-367 s.
- Karaca S., Saygın M., 2008. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Uygulanan Tütsüleme Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma. Erzincan Üniversitesi Aquacub Su Ürünleri Araştırma ve Geliştirme Bilim Kulübü. *5.Geleneksel Su Ürünleri Bilimsel ve Kültürel Platformu* (Ulusal) 31 Mayıs-1 Haziran 2008, Erzincan, Kemaliye.

- Kaya Y., Turan H., Erkoyuncu İ., Sönmez G., 2006. Sıcak Dumanlanmış Palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) Balığının Buzdolabı Koşullarında Muhafazası. *E.Ü Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/3): 457-460.
- Kılınççeker O., Küçüköner E., 2003. Tuzlanmış İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*) Balığında Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Değişimlerin Saptanması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci)*, 13 (1): 55-59.
- Kilcast D., 2004. *Texture in Food: Solid Foods*. USA: *CRC Press*,. 478-480.
- Kolodziejska I., Niecikowska C., Januszewska E., Sikorski Z.E., 2001. The Microbial and Sensory Quality of Mackerel Hot Smoked In Mild Conditions. *Technical University of Gdańsk, Department of Food Chemistry and Technology. Chemical Faculty, Gabriela Narutowicza 11/12, 80-952, Gdańsk, Poland*.
- Kolsarıcı N., Özkaya Ö., 1998. Gökkuşığı Alabalığı (*Salmo gairneri*)'nın Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemleri ve Depolama Sıcaklığının Etkisi. *Tr. Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22, 273-284.
- Koral S., Köse S., Tufan B., 2010. The Effect of Storage Temperature on the Chemical and Sensorial Quality of Hot Smoked Atlantic Bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) Packed in Aluminium Foil. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10, 439-443.
- Koustsomanis K., Nychas E., 2000. Application of A Systematic Experimental Procedure To Develop A Microbial Model For Rapid Fish Shelf Life Predictions. *International Journal of Food Microbiology* 60 (2): 171-184.
- Köse S., Erdem M.E. 2004. An Investigation of Quality Changes in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Stored at Different Tempratures. *Turk Vet Anim Sci*. 28; 575-582.
- Kpoclou E.Y., Anihouvi V.B., Azokpota P., Soumanou M.M., Daube G., Douny C., Brose F., Scippo M.L., Hounhouigan D.J., 2013. Microbiological and Physico-Chemical Quality of Smoked Shrimp, An Expanding Food Condiment in Beninese Local Markets. *Food and Public Health*, 3 (6): 227-283.
- Kundakçı A., 1979. Et Teknolojisinde Tütsüleme. *Gıda Dergisi*, 4 (1): 17-24.

- Lantz A.W., Vaisey M., 1970. Flavor Effects of Different Woods on Whitefish Smoked in A Kiln With Controlled Temperature, Humidity, and Air Velocity. *Journal of the Fisheries Research*. Board of Canada, 27 (7): 1201-1207.
- Lauritzen L., Hansen H.S., Jorgensen M.H., 2001. The Essentiality of Long Chain n-3. Fatty Acids In Relation to Development and Function of The Brain and Retina. *Prog. Lipid Res*, 40, 1-94.
- Loje K.W., Lip G.Y.H., 2003. The Role of Omega-3 Fatty Acids In The Secondary Prevention of Cardiovascular Disease. *QJ Med*. 96 (7): 456-480.
- Lu Y.J., Pace R.D., Plahar D.W., 1991. Storage Conditions and Microbial Quality of Smoked Dry Herring In Ghana. *Journal of Food Protection*, 54 (7): 557-559.
- MEB, 2011. Yiyecek ve İçecek Hizmetleri, *Balık ve Su Ürünleri*, Ankara.
- Motohiro O., 1988. Effect of Smoking and Drying On The Nutritive Value of Fish: A Review of Japanese Studies. In J.R. Burt. (ed.), *Fish Smoking and Drying*. Elsevier Science Publishers, England 91-120.
- Oğuzhan P., 2004. Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarında Sıcak Tütsüleme Sonrası Mineral Madde Miktarı, pH Değeri, Kimyasal Analiz ve Duyusal Kriterlerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Türkiye.
- Opstvedt J., 1988. 'Influence on Protein Quality', Burt, J.R. (ed), *Fish Smoking and Drying*, Elsevier Applied Science Publishers, England, 23-39.
- Öztan A., 1999. *Et Bilimi ve Teknolojisi*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 19, Ankara, 277s.
- Patterson J., 2004. Smoking an Ideal Method to Preserve Mollusc Meat. *SPC Trochus Information Bulletin* 11–September 2004, 8-10.
- Rehbronn E., Rutkowski F., 1982. *Das Rauchern von Fischen*. Verla Paul Parey. Hamburg and Berlin, ISBN, 3-490, 365-375.
- Segato S., Lopparelli R.M., Francescon A., Barbaro A., Trisolini R., Andrighetto I., 2003. Effetto Della Ploidia Sulle Caratteristiche Qualitative Dell'ombrina (*Umbrina cirrosa* L.) In Atti 33° Congresso Nazionale. *SIBM*, 10 (2): 485-489.

- Sikorski Z.E., 1990. *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Storey R.M., Aitken A., Macki I.M., Merritt J.H., Windsor M.L., 1982. Smoking, In Fish Handling and Processing. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Torry Research Station*, Presented By Britain, 98-114.
- Szczesniak As., 1963. Classification of Textural Characteristics. *J. Food Sci*, 28: 385- 89
- Szczesniak As., 1972. Instrumental Methods of Texture Measurement. *Food Technol*, 23:50-56.
- Szczesniak A., 1990. Texture: Is It An Overlooked Food Attribute. *Food Technol*, 44 (9): 86–88.
- Szczesniak A., 2002. Texture Is A Sensory Property. *Food Qual Prefer*, 13: 215-225.
- Şengör G.F., Gün H., Kalafatoğlu H., 2008. Determination of The Amino Acid and Chemical Composition of Canned Smoked Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *Turkish. Journal Veterinary and Animal Science*. 32 (1): 1-5.
- Tekinşen C., Keleş A., 1994. *Besinlerin Duyusal Muayenesi*. Konya Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya, 20-50.
- TSE, 2009. *Türk Standardı Tasarısı Duyusal Analizler-Terimler ve Tarifleri*. Ankara, Türkiye.
- TÜİK, 2011. Türkiye Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- TÜİK, 2012. Türkiye Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- TÜİK, 2013. Türkiye Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Ünlüsayın M., 1999. Yılan Balığı (*Anguilla anguilla*, L. 1766), Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) ve Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca*, L. 1758)'nın Sıcak Dumanlama Sonrası Lipid ve Protein Bileşimleri. Süleyman Demirel Üniv., 57 s.
- Ünlüsayın M., Bilgin Ş., İzci L., 2003. The Determination of Flesh Productivity, Chemical Components and Shelf Life of Goldfish (*Carassius auratus* L. 1758) At +4°C After Hot Smoking (In Turkish). *Eğridir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8, 62-70.

- Ünlüsayın M., Kaleli S., Gülyavuz H., 2001. The Determination of Flesh Productivity and Protein Components of Some Fish Species After Hot Smoking. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 81, 661-664.
- Valverde I., Periago M., Santaella M., 2000. The Content and Nutritional Significance of Minerals On Fish Flesh In The Presence and Absence of Bone. *Food Chemistry* 71:503-509.
- Varlık C., 2011. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. *İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Kitabı* 242-243
- Wille O., 1949. Der Fisch. Band III. Im Hans. A. Keune Verlag.
- Yanar Y., 2007. Quality Changes of Hot Smoked Catfish (*Clarias gariepinus*) During Refrigerated Storage. *Journal of Muscle Foods*, 18, 391-400.
- Zhang J., Daubert C. R., Foegeding E. A., 2005. Characterization of Polyacrylamide Gels As An Elastic Model For Food Gels. *Rheol Acta*, 44, 622-630.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı:** Nuran AKPINAR

**Doğum Yeri:** Merkez/ERZURUM

**Doğum Tarihi:** 07/01/1986

### EĞİTİM DURUMU

**Lisans Öğrenimi:** Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü

**Yüksek Lisans Öğrenimi:** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD (Devam ediyor)

**Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce

### İŞ DENEYİMİ

2012-2013 Finansbank A.Ş.

2013 – Devam Ediyor. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi

### İLETİŞİM

E-posta Adresi: nuran—akpinar@hotmail.com