ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FARKLI ORANLARDA TUZLANARAK SICAK TÜTSÜLEME VE SIVI TÜTSÜLEME TEKNİKLERİ UYGULANMIŞ ALABALIK (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ VAKUM PAKETLİ VE BUZDOLABI KOŞULLARINDA DEPOLANMALARININ KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ

Zayde ALÇİÇEK

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2010

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI ORANLARDA TUZLANARAK SICAK TÜTSÜLEME VE SIVI TÜTSÜLEME TEKNİKLERİ UYGULANMIŞ ALABALIK (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ VAKUM PAKETLİ VE BUZDOLABI KOŞULLARINDA DEPOLANMALARININ KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ

Zayde ALÇİÇEK

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan H. ATAR

Son yıllarda su ürünlerinin beslenme, diyet ve sağlık için yararları hakkında gelişen beslenme bilinciyle su ürünleri tüketimi artmıştır. Ancak balık, biyolojik kompozisyonu nedeniyle kolay bozulan bir gıda olduğundan raf ömrünün uzatılması ve korunması için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin en iyilerinden biri olan sıcak tütsüleme tekniği yıllardır et ve balık korumak için kullanılan bir yöntemdir. Sıcak tütsüleme kendine has koku, tat ve aromaları gıdaya kazandırmasının yanı sıra bakteriostatik ve antioksidan etkilere de sahiptir. Ancak sıcak tütsülenmiş ürünler polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) içeriği gibi bazı dezavantajlara sahiptir. PAH ağaç gibi organik materyallerin pirolizi esnasında ortaya çıkar. Son yıllarda bu amaçla odun dumanının kondensatı olan sıvı tütsü kullanılmaktadır. Bu uygulama ürünlere önemli yararlar sağlamaktadır. Ayrıca sıcak tütsüleme kontaminantlarının kontrolü sıvı tütsüleme tekniğiyle daha kolay olmaktadır. Uygulamadaki tüm grupların raf ömrü 120 gün olarak tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler sonucunda sıvı tütsüleme tekniğinin sıcak tütsülemeye alternatif olabileceği bulunmuştur. Uygulamada LS2 grubunun ticari uygulanabilirliğinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada sıvı tütsüleme tekniğinin daha pratik ve daha kolay uygulanabilir olması ile geleneksel tütsülemeden daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Sıvı tütsüleme tekniği ile ilgili yasal düzenlemelerin bulunmadığı ülkemizde bu çalışmamızın ışık tutması beklenmektedir.

Nisan 2010, 106 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sıvı tütsüleme; Sıcak tütsüleme; PAH; Kimyasal özellikler

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE COMPARATIVE INVESTIGATE OF USING HOT SMOKING AND LIQUID SMOKING TECHNIQUES OF FILLETS OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) DURING VACUUM PACK AND CHILLED STORAGE WITH DIFFERENT SALTING TECHNIQUES

Zayde ALÇİÇEK

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Hasan H. ATAR

Recently, with the growing public awareness of the nutritional, diet and health benefits of sea foods, seafood consumption is increased. But fish are highly perishable food due to their biological composition. Therefore, they should be handled at times with great care and such a ways as to extend the shelf life. Hot smoking is one of the best these ways. Smoking techniques have been used for centuries as a method for preserving meat and fish. Smoking impregnates the high protein food with aromatic components which lend flavour and colour to the food, and also play a bacteriostatic and antioxidant role. But smoking products have some disorders that polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) component. PAH molecules are produced during pyrolysis of organic material such as wood. Recently liquid smoke flavour has been used. This technique provide some important beneficial. Moreover control of hot smoked fish contaminants easier in liquid smoking technique. Shelf life of samples was determinate 120 days in this study. Samples of LS2 group approval for seafood sector. This study determined that liquid smoke technique more effective (easy application) than traditional smoke technique. Turkey has not legal regulations about liquid smoke application. This study provides to show the way to the regulations.

April 2010, 106 pages

Key Words: Liquid smoking; Hot smoking; PAH; Chemical determinations

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeme katkıda bulunan danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Hasan H. ATAR (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü)'a, çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen değerli bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Serap PULATSÜ (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü)'ye, çalışmam süresince değerli deneyimleri ve yol göstericiliği ile bilimsel bakış açısı kazanmamda büyük emeği olan Yrd.Doç.Dr. Süleyman BEKCAN (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü) ve Doç.Dr. Sibel YİĞİT (Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü)'e, akademik hayata ilk adımı attığım dönemlerde çok önemli katkıları olan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği ABD Öğretim Üyelerine, çalışmam için beni cesaretlendiren ve hiçbir desteği esirgemeyen sevgili babam Halil ALÇİÇEK ve annem Şariban ALÇİÇEK'e yol göstericiliğini benden hiç esirgemeyen sevgili abim Doç. Dr. Mehmet Cihat ALÇİÇEK'e ve eşi Doç Dr. Hülya ALÇİÇEK'e, çalışmam boyunca sağlık problemlerimle yakından ilgilenen sevgili ablam Uzm. Dr. Safiye KAFADAR ve eşi Uzm. Dr. Hüseyin KAFADAR'a, çalışmamın teknik ve uygulama alanlarında hiçbir desteği esirgemeden yanımda olan ALBA Su Ürünleri Ltd. Şti. sahiplerinden Sayın Özer ALTUN'a ve çalışanlarından Sayın Kurbet ACAR ile ekip arkadaşlarına sonsuz minnet duygularımla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, BİYEP (Bilim İnsanı Yetiştirme Projesi- 2005K 120 14) tarafından desteklenmiştir.

Zayde ALÇİÇEK
Ankara, Nisan 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
TEŞEKKÜR.....iii
SİMGELER DİZİNİ.....ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....xiii
1.GİRİŞ.....1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....6
2.1 Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Genel Özellikleri.....6
2.2 Su Ürünlerinde Tütsüleme Teknolojisi.....8
2.2.1 Tütsüleme yöntemleri.....12
2.2.1.1 Sıcak tütsüleme.....12
2.2.1.2 Soğuk tütsüleme.....14
2.2.1.3 Sıvı tütsüleme.....14
2.2.2 Tütsülemenin balık eti üzerine etkileri.....15
2.2.2.1 Protein üzerine etkileri.....15
2.2.2.2 Yağ içeriği üzerine etkileri.....17
2.2.2.3 TVB-N üzerine etkileri.....19
2.2.2.4 pH üzerine etkileri.....22
2.2.2.5 Nem üzerine etkileri.....24
2.2.2.6 PAH etkisi.....25
2.2.2.7 Mikrobiyal faaliyetler üzerine etkileri.....28
2.2.2.8 Tuz içeriği üzerine etkileri.....32
2.2.2.9 Duyusal kabul edilebilirlik üzerine etkileri.....35
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....39
3.1 Materyal.....39
3.1.1 Balık materyali.....39
3.1.2 Sıvı tütsü.....39
3.1.3 Tütsüleme işlemlerinde kullanılan fırınlar ve ekipmanları.....39
3.1.4 Salamurada kullanılan tuz.....40

3.1.5 Sıcak tütsülemede kullanılan talaş……..40
3.2 Yöntem……40
3.2.1 Balık örneklerinin hazırlanması…… ……..……..40
3.2.1.1 İç organ çıkarma……..…….40
3.2.1.2 Sıcak tütsüleme için balık örneklerinin hazırlanması…….…….41
3.2.1.2.2 Yaş tuzlama…….……..41
3.2.1.2.3 Kurutma…….……41
3.2.1.2.4 Sıcak tütsüleme…….…….43
3.2.1.3 Sıvı tütsüleme için balık örneklerinin hazırlanması…..……...……43
3.2.1.3.1 Yaş tuzlama ve sıvı tütsüleme……..…….43
3.2.1.3.2 Kurutma…….……44
3.2.1.3.3 Pişirme…….…….……..44
3.2.1.4 Soğutma…….…….……...45
3.2.1.5 Fileto çıkarma …….…….……45
3.2.1.6 Vakum paketleme …….…….……..48
3.2.1.7 Depolama…….…….……49
3.2.2 Fiziksel ve kimyasal analizler……..……..…..……53
3.2.2.1 Protein analizi…….…..53
3.2.2.2 Yağ analizi…….…….…...53
3.2.2.3 Nem analizi…….…..……..54
3.2.2.4 pH analizi…….…….…….54
3.2.2.5 TVB-N analizi…….…..…….54
3.2.2.6 Tuz analizi…….…..……55
3.2.3 PAH analizi…….…….……55
3.2.4 Mikrobiyolojik analizler…….…….……56
3.2.4.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri tayini……....56
3.2.4.2 Toplam psikrofilik aerobik bakteri tayini……..……57
3.2.4.3 Laktik asit bakteri tayini……..……57
3.2.5 Duyusal analizler……..……57
3.2.6 İstatistik değerlendirme……..……57
4. BULGULAR ……..59
4.1 Protein Analizinin Sonuçları……..……59

4.2 Yağ Analizinin Sonuçları ……..……61
4.3 Nem Analizinin Sonuçları……...……64
4.4 pH Analizinin Sonuçları……..66
4.5 TVB-N Analizinin Sonuçları…….…….……..……..68
4.6 Tuz Analizinin Sonuçları…….……..……70
4.7 PAH Analizinin Sonuçları…….……..……72
4.8 TMAB Analizinin Sonuçları…….……..……72
4.9 TPAB Analizinin Sonuçları…….……..…….74
4.10 LAB Analizinin Sonuçları……..……..……76
4.11 Duyusal Analiz Sonuçları…….…….……...78
5. TARTIŞMA ve SONUÇ…….…….……..……..…..81
KAYNAKLAR.....89
ÖZGEÇMİŞ.....103

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde derişim
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
mL	Mililitre
µg	Mikrogram
ng	Nanogram
mg	Miligram
g	Gram
g/kg	Kilogramda bir gram
mg N/kg	Kilogramda miligram cinsinden azot
mg/L	Litrede bir miligram
L	Litre
ppm	Milyonda bir (Mikro)
pH	H İyonu Derişiminin 10 Tabanında (-) Logaritması
^{o}C	Celcius
NaCl	Sodyum Klorür
P	Fosfor
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
S	Kükürt
K	Potasyum

Na	Sodyum
I	İyot
Cl	Klorür
Mn	Mangan
Zn	Çinko
Cu	Bakır
Se	Selenyum
Fe	Demir
vit-B1	Tiyamin
vit- B2	Riboflavin
vit-B6	Pridoksin
vit- B12	Siyanokobalamin
CFU/g	Gram Başına Düşen Koloni Sayısı
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromotografi
TS	Sıcak Tütsüleme
LS	Sıvı Tütsüleme

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Gökkuşağı alabalığı (Oncorhynchus mykiss)'nın genel görünümü……..7

Şekil 2.2 Geleneksel tütsüleme fırını……..…….……10

Şekil 2.3 Sıvı tütsü hazırlama akış diyagramı…….…....26

Şekil 2.4 Gıda işlemesi, sıcaklık, bakteri üremesi arasındaki ilişki…….……...29

Şekil 3.1 İç organ çıkarma makinesi……..…….……40

Şekil 3.2 Balık örneklerinin şişlere aktarılması…..……....42

Şekil 3.3 Balık örneklerinin fırında kurutma işlemi ve fırınların hazırlanması……..42

Şekil 3.4 Sıvı tütsüleme ve yaş tuzlama solüsyonun hazırlanması.…….……..…..44

Şekil 3.5 Sıcak tütsülenmiş balıkların fırından çıkarılması……..……..….45

Şekil 3.6 Sıcak tütsülemiş balık örnekleri…….…….…….……46

Şekil 3.7 Sıvı tütsülenmiş balık örnekleri……..…….……47

Şekil 3.8 Balık örneklerinin iki parça filetoya ayrılması…….47

Şekil 3.9 Balık örneklerinden derinin uzaklaştırılması……..…….……48

Şekil 3.11 Çalışmada kullanılan vakum paketleme cihazı…….…..…..48

Şekil 3.11 Vakum paketlenmiş balık örnekleri…….……..……49

Şekil 3.12 Depolamada kullanılan buzdolabı……..…….…….50

Şekil 3.13 Depolamada kullanılan buzdolabının sıcaklık kontrol paneli…..…….…50

Şekil 3.14 %70 oranında tuzlanarak sıvı tütsülenmiş balık örnekleri…….……..51

Şekil 3.15 %36 oranında tuzlanarak sıvı tütsülenmiş balık örnekleri……..…..51

Şekil 3.16 %36 oranında tuzlanarak sıcak tütsülenmiş balık örnekleri…….……52

Şekil 3.17 %70 oranında tuzlanarak sıcak tütsülenmiş balık örnekleri…….……52

Şekil 4.1 Protein analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği…….…….....59

Şekil 4.2 Yağ analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği…….……62

Şekil 4.3 Nem analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği…….……64

Şekil 4.4 pH analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği……..……...66

Şekil 4.5 TVB-N analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği…….....68

Şekil 4.6 Tuz analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği……..….70

Şekil 4.7 TMAB analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği…….….72

Şekil 4.8 TPAB analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği…….…….….74

Şekil 4.9 LAB analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği……..…76

Şekil 4.10 Katılımcıların "görünüş " parametresi için verdiği puanlar……...…..78

Şekil 4.11 Katılımcıların "koku" parametresi için verdiği puanlar……..…….....79

Şekil 4.12 Katılımcıların "lezzet" parametresi için verdiği puanlar.....79

Şekil 4.13 Katılımcıların "tekstür" parametresi için verdiği puanlar…..…….....80

Şekil 4.14 Katılımcıların "genel beğeni" parametresi için verdiği puanlar……..……..80

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Gökkuşağı alabalığının sistematikteki yeri……..…….6

Çizelge 2.2 Türkiye'de alabalığın yıllara göre üretim miktarları……...……...7

Çizelge 2.3 Tütsü dumanı içindeki bazı maddeler ve bulunma miktarları……...…….9

Çizelge 2.4 Geleneksel ve mekanik fırınlarda dumanlama koşulları……..……11

Çizelge 2.5 Günlük esansiyel aminoasit gereksinimi ve balıketinin bunu karşılama oranı……..16

Çizelge 2.6 Basınç ve sıcaklık ile protein oranları üzerine etkisi……16

Çizelge 2.7 Protein oranının sıvı tütsü uygulama süresi ve basınca göre değişimi…….17

Çizelge 2.8 Sıcak tütsülenmiş alabalıkların +4±1^{o}C'de zamana göre TVB-N değişimi……..…...20

Çizelge 2.9 *Scomber japonicus* filetolarında ki zamana bağlı TVB-N değişimleri…….……...21

Çizelge 2.10 Sıcak tütsülemenin +4 ^{o}C'da depolanmış alabalıkların pH değerleri üzerine etkisi….……..……22

Çizelge 2.11 *Scomber japonicus* filetolarında ki zamana bağlı pH değişimleri…….……..…….....…23

Çizelge 2.12 *Scomber japonicus* filetolarında ki zamana bağlı nem değişimleri…….…….…….25

Çizelge 2.13 İki farklı yöntemle sıvı tütsülenmiş salmonlarda PAH içeriği……...……..…27

Çizelge 2.14 Sıcak tütsülemenin +4 ^{o}C'da depolanmış alabalıkların TMAB, TPAB ve LAB (log CFU/g) değeri üzerine etkisi….……..……..…….30

Çizelge 2.15 Farklı sıcaklık ve sürede morina etinde (2.5 cm) tuz emilim oranı…….……....33

Çizelge 2.16 Tuzlama ve tütsüleme sonrası salmon filetolarında et verimi……34

Çizelge 2.17 Sıcak tütsülemenin +4 ^{o}C'da depolanmış alabalıkların duyusal kalite özellikleri üzerine etkisi…….……..…..35

Çizelge 2.18 Geleneksel ve sıvı tütsülenmiş ringa ve uskumru balıklarının duyusal özelliklerinin değişimi…… ….……36

Çizelge 2.19 Bir ticari sıvı tütsüde bulunan duyusal içerikler……..……..37

Çizelge 2.20 Sıvı tütsülenmiş vakum paket (VP) ve modifiye atmosfer paketleme (MAP) yapılmış kılıç balığının duyusal analiz sonuçları……..……...38

Çizelge 4.1 Protein analizinin zaman, gün ve tuzlama oranı interaksiyonları……..…..60

Çizelge 4.2 Yağ analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonlar……..63

Çizelge 4.3 Nem analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları…….……65

Çizelge 4.4 pH analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları……..…...67

Çizelge 4.5 TVB-N analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları…….……69

Çizelge 4.6 Tuz analizinin gün ve tuzlama oranı interaksiyonları…….……..……..71

Çizelge 4.7 TMAB analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları…… ……73

Çizelge 4.8 TPAB analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları…… …… ……...75

Çizelge 4.9 LAB analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları…… ……...77

1.GİRİŞ

Gelişen dünyada hayvansal ürün tüketimi 1982 de kişi başına15 kg iken 2002 yılında 28 kg' a ulaşmış ve 2030 yılında ise bu değerin kişi başına 37 kg' a kadar yükselmesi beklenmektedir (Göğüş 1988, Anonymous 1994). Bu değerlerin değişimi dünya nüfusunun artış göstermesi ile bağlantılı bulunmaktadır (Anonymous 2008). Artan talep olmasına karşın arz yeterliliği, kaynakların sınırlılığı ve tarım alanlarının daralması nedeni ile istenilen seviyede olamamaktadır. Bu durum gıda sektörünü yeni kaynak arayışlarına yöneltmektedir. Yeni kaynakta, insan sağlığına yönelik pozitif özelliklerinin yanı sıra artan gıda talebine karşılık verebilecek düzeyde olması gibi nitelikler aranmaktadır. Su ürünleri, bu özelliklere, hem yetiştiricilik olanaklarının, su kaynağı bulunan pek çok ülke için mümkün olması hem insan sağlığı için pozitif etkilere sahip olması ile oldukça uygundur (Günlü 2007, Erkan ve Özden 2007).

Dünya üzerinde artan bilgi ve teknolojiler sayesinde toplumlar, oldukça yaygınlaşan kalp damar hastalıkları, obezite, hipertansiyon ve son zamanlarda yapılan pek çok çalışma ile kanser gibi kronik hastalıkların oluşumunda, alınan gıdaların vücut etkileşimleri ile doğrudan ilişkisini keşfetmiştir (Kaya vd. 2004, Torvesen 2004). Bu durum bilinçli beslenme alışkanlıklarını beraberinde getirmiş ve günlük diyete, daha kolay sindirilebilen, besleyiciliği yüksek gıdalar alınmaya başlanmıştır (Göğüş 1988). İçerdiği esansiyel proteinler, doymamış yağlar, vitamin ve mineral bileşimleri ile bu gıdaların başında su ürünleri gelmektedir. Yüksek besin değeri, düşük doyum değeri ve diyetetik özelliği nedeni ile su ürünleri yüksek değerli gıda grubunda görülmektedir (Varlık vd. 2004, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999).

Proteinler hücre yapı taşıdır ve günlük diyette kilogram vücut ağırlığı başına 1 gr olacak şekilde alınması gereken bir besin öğesidir (Anonymous 1989). Bu değeri elde edebilmek için hayvansal ürün tüketimi gerekmektedir. Su ürünlerinde bulunan ortalama ham protein miktarı %18-25 arasında değişim göstermektedir (Varlık vd. 2004). Bu değerler kırmızı et ve süt ürünlerinde bulunan değerlerle aynı seviyede bulunmaktadır. Su ürünleri esansiyel protein içeriği ile de dikkat çekmesinin yanısıra anne sütünden sonra en yüksek protein miktarına sahip bir gıda maddesidir (Göğüş ve

Kolsarıcı 1992). Bu esansiyel proteinler valin, izolöysin, lösin, lizin, methiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan, arjinin ve histidindir (Krizek vd. 2004, Günlü 2007).

Su ürünleri etini eşsiz kılan bir diğer özellik ise içeriğindeki yağlarıdır. Yağları, yağ asitleri oluşturmaktadır ve enerji ihtiyacının karşılanmasının yanı sıra yağda çözünen vitaminleri bulundurmaları, proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve kan lipit düzeylerinde rol oynamaları bakımından oldukça önemlidirler (Yücecan ve Baykan 1981). Yağlar esansiyel ve esansiyel olmayan yağlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Esansiyel olmayan yağlar hayvansal dokularda sentezlenebilen yağlardır. Esansiyel yağ asitleri hayvansal dokuların sentezleme yeteneği bulunmayan ancak alınması elzem yağ asitleridirler (Bazan 1989). Bu yağlar bazı bitkilerde ve özellikle su ürünlerinde bulunmaktadır. İnsanlar bu yağlar için gerekli olan karbon gruplarını bağlayacak enzimlere sahip değillerdir (San Giovanni ve Chew 2006). Balıklarda bulunan yağlar çok değerli olan trigliseritler ve uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) de içermektedir. Bu yağ asitlerinden en önemli olanları omega–3 ve omega–6 yağ asitleridir (Lee ve Lip 2003). Omega- 3 ve omega–6'nın ana yağ asidi linoleik asittir (Murray vd. 1993). Yağ asitlerinden doymuş yağ asitleri insan vücudunda birikim yaptığında yüksek kolesterol, hipertansiyon ve kalp-damar hastalıklarına yakalanma riskini artırmaktadır (Torvesen 2004). Bu nedenle günlük diyetlerde doymuş yağ asitlerinden çoklu doymamış yağ asitlerine ağırlık verilmesi önerilmektedir (Turk vd. 2009). Su ürünleri doymamış yağ asitlerinden özellikle omega-3 ve omega-6'yı ihtiva etme yoğunluğu nedeni ile önemli bir besin kaynağıdır (Kaya vd. 2004).

İnsan sağlığı için çok değerli yapı taşlarından olan vitaminlerin eksikliğinde vücudun sağlıklı gelişiminde, sindirim ve bağışıklık sisteminde bazı sorunlara neden olmaktadır. Balıklar, etlerinde ve yağlarında A, K ve D vitaminlerini bulundurmaktadır. Bunun yanı sıra B grubu vitaminlerinden vit-B1, vit-B2, vit-B3, vit-B6 ve vit-B12 için iyi kaynaklar olarak kabul edilirler (Murray vd. 1993). Balık etinde beslenmede oldukça önemli olan Fosfor (P), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Kükürt (S), Potasyum (K), Sodyum (Na), İyot (I), Klorür (Cl)'dür. Bunlar dışında Mangan (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Selenyum (Se) ve Demir (Fe)'de bulunur. Özellikle balık derisi ve kemikleri kalsiyum ve fosfor açısından oldukça zengindirler. İyot açısından da su ürünleri süt ve yumurta

gibi ürünler arasında yer almaktadır. Günlük ortalama 350-450 g arasında balık tüketimi günlük ihtiyacı karşılamaya destek olabilmektedir (Torvesen vd. 2004, Turan 2006).

Su ürünleri tüm bu zengin besin içeriğinin yanı sıra oldukça kolay sindirilebilme özelliğine sahiptir. Bu özelliği ona kazveıran bağ dokusu miktarının, diğer hayvansal et ürünlerine nazaran oldukça düşük olmasıdır. Ancak bu özellik su ürünlerini diğer et ürünlerine göre daha hızlı bozulabilen bir besin maddesi haline getirmektedir (Varlık vd. 2004). Su ürünlerinin hızlı bozulma özelliği nedeniyle tarih boyunca raf ömrünü uzatmak amacı ile pek çok işleme tekniği uygulanmıştır (tuzlama, kurutma, tütsüleme, marinasyon, konserve vb.). Kullanılan bu işleme tekniklerinden tütsüleme, en eski tekniklerden biridir. Tütsüleme tekniği tuzlama, kurutma ve dumanlama aşamalarından oluşmaktadır. Tütsüleme tekniğinde amaç, tuzlama ve kurutma ile su ürünleri etinde bulunan suyun bir kısmını uzaklaştırmak ve lezzet kazveırmak, dumanlama ile duman bileşiminde bulunan antimikrobiyal ve antioksidanların sağladığı koruyucu etki ve duman aromasından faydalanmaktır (Göğüş ve Kolsarıcı 1992, Gülyavuz ve Ünlüsayın 1994, Gancel vd. 2007, Gonzales-Rodriguez vd.2002, Kim vd. 2002, Varlık vd. 2004). Bu sayede ürün, hem tütsüye has bir aroma kazanmakta hem de raf ömrünün uzatılması sağlanmaktadır (Dondero vd. 2004).

Tütsüleme işlemi sıcak tütsüleme, soğuk tütsüleme ve sıvı tütsüleme olarak 3 farklı biçimde yapılabilmektedir. Sıcak ve soğuk tütsülemede tuzlama ve kurutma işleminden sonra odun dumanında dumanlama işlemi uygulanmaktadır. Sıcak tütsülemede fırın sıcaklığı 120-130^{o}C iken, soğuk tütsülemede ise 30-40 ^{o}C'nin üzerine çıkılmaz. Ancak her iki yöntemde odun dumanı kullanıldığından, duman bileşiminde bulunan PAH (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar) adı verilen kanserojenik ve mutajenik bileşenler ete bulaşmaktadır (Lawrence ve Weber 1984, Falcon vd. 1996, Hattula vd. 2001, Dijinovic vd. 2008). Bu bileşenlerin zararlı etkilerine karşın tütsülenmiş ürünler günümüzde lüks gıdalar arasında yerini korumaktadır (Cardinal vd. 2001). Dünyada ticari değerlendirilebilirliği oldukça yüksek olan tütsülenmiş ürünlerin Türkiye'de 2003 yılında toplam ihracatı 377 712 kg iken, bu değer 2007 yılında 4,9 kat artarak 1 857 574 kg' a çıkmıştır (Anonim 2008). Bu denli önemli ticari değeri olan tütsülenmiş ürünlerin eldesinde son 30 yıldır kullanımına başlanmış olan sıvı tütsüleme tekniği, PAH

bileşenlerini iz miktarda ihtiva etmesi, kullanım kolaylığı ve çevre ile dost bir ürün olma özelliği taşımaktadır (Erkan 2000).

Tütsülenmiş ürünlerin raf ömrünün uzatılmasında en önemli etkenler ham materyalin kalitesi, tuzlama, paketleme tekniği ve depolama koşullarıdır. Ham materyal ne kadar kaliteli ise ürün verimliliği o denli yükselmektedir. Kalitesiz ham materyalin işleme tekniği ile iyileştirilmesi mümkün olmadığı gibi elde edilecek ürünün verimliliği de düşmektedir. Tuz, üründen suyun bir kısmının uzaklaştırılmasını sağlayarak mikrobiyal gelişimi sınırlveırması ve tat vermesi ile ürünün raf ömrünü uzatmada ve lezzet kazveırmada işlevseldir. Türkiye'de "füme su ürünleri mevzuatı" na göre tuzun bu mikrobiyal sınırlayıcılığının etkinliği için balık etinde en az %3 tuz bulunması şart koşulmuştur (Anonim 2000). Tuzun lezzet kazveırma özelliği ürünün tüketici tarafından kabul görmesinde rol oynamasının yanı sıra mikrobiyal gelişimi daha yüksek orvea kısıtlama amaçlı aşırı tuz kullanımı, duyusal anlamda reddedilmesine de neden olmaktadır (Espe vd. 2001). Bu nedenle mikrobiyal kalite sınırlayıcılarının kontrolünde paketleme de büyük önem taşımaktadır. Paketleme teknikleri günümüzde gelişen teknoloji ile oldukça geniş içeriklere sahip olmakla birlikte en yaygın kullanım, paket içindeki oksijenin vakumlanması temeline dayalı, vakum paketleme tekniğinde görülmektedir (Civera vd. 1995). Paket içindeki oksijenin azaltılması aerobik bakterilerin üremesini sınırlveırmaktadır (Kolsarıcı ve Güven 1998). Kalite üzerinde en çok etkili olan parametrelerden biri de özellikle ham materyalin eldesinden işleme esnasında ve depolanma süresince sağlanan soğuk zincirdir (Yanar vd. 2006). Soğuk zincirin kırılması tüm uygulamanın ahengini bozabilmektedir (Varlık vd. 2004). Bütün bu koşulların sağlveığı bir işletmede oldukça kaliteli ve ticari kabul edilebilirliği yüksek ürün elde etmek kaçınılmazdır.

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss,* Walbaum, 1792*)* uygun özellikleri ile ülkemizde yetiştiriciliği en çok yapılan tatlı su balıklarındveır. Yetiştiricilik değeri her geçen gün artan alabalık üretimimiz 2003 yılında 39.674 ton iken, 2007 yılında 58.433 tona ulaşmıştır (Anonim 2008). Yağlı balıklar sınıfına giren gökkuşağı alabalığı ülkemizde daha çok taze ya da dondurulmuş olarak tüketilmektedir. Tütsülenmiş alabalık üreten işletmeler ise yurt dışına ihracat üzerine yoğunlaşmışlardır.

Bu çalışmada tuzlama sürecinde tuz oranları değiştirilmiş sıcak tütsülenmiş ve sıvı tütsülenmiş gökkuşağı alabalığı filetolarının vakum paketlenerek buzdolabı koşullarında depolanmasının raf ömrüne etkisi ve her iki tütsüleme tekniğinde bulunan PAH bileşimi karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Ülkemiz su ürünleri sektörü için yeni bir teknik olan sıvı tütsüleme tekniğinin, sıcak tütsüleme tekniğine karşı kabul edilebilirliği araştırılarak elde edilecek veriler sonucunda ticari olarak oldukça ekonomik, sağlık açısından daha faydalı ve çevre dostu bir ürün olan sıvı tütsünün, uygulanabilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Genel Özellikleri

Yaşam alanı olarak soğuk ve temiz suları tercih eden alabalıklar ülkemizde yetiştiriciliği en çok yapılan tatlı su balığıdır. Alabalığın diğer türlere göre daha fazla tercih edilmesinin nedenleri arasında yetiştiriciliğe uygun verimli bir tür olması ve etinin lezzetinin tüketiciler tarafından yaygın bir şekilde kabul edilmesi sayılabilir. Alabalıklar sistematikte *Salmonidae* familyasında bulunurlar (Çizelge 2.1) ve morfolojik olarak yağ yüzgeci ile karakterize olmuşlardır (Şekil 2.1).

Çizelge 2.1 Gökkuşağı alabalığının sistematikteki yeri (http://www.tarim.gov.tr/uretim/Su_Urunleri,alabalik.html, 2010)

Alem	Animalia
Filium	Chordata
Class	Actinopterygii
Order	Salmoniformes
Familya	Salmonidae
Genus	Oncorhynchus
Tür	*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792 (Gökkuşağı alabalığı)



Şekil 2.1 Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın genel görünümü

Çizelge 2.2 Türkiye'de alabalığın yıllara göre üretim miktarları (Anonim 2008)

Yıl	**Üretim miktarı (ton)**
2003	39674
2004	43432
2005	48033
2006	56026
2007	58433

Gökuuşağı alabalığının Türkiye'de yıllara göre üretim miktarı Çizelge 2.2'de verilmiştir. Alabalık üretimindeki bu artış ticari değerlendirilebilirliğinin yükselmesi ile yakından ilişkilidir. Gökkuşağı alabalığının çiğ olarak bazı kimyasal özellikleri Kolsarıcı ve Özkaya (1998) tarafından, yağ 8,45±0,65, protein 19,05±0,05, kül 1,31±0,11, TVB-N 17,60 mg/100 g, pH 6,12, TMAB 2,47 log CFU/g, TPAB 2,40 log CFU/g ve LAB 2,44 log CFU/g şeklinde belirlenmiştir.

2.2 Su Ürünlerinde Tütsüleme Teknolojisi

Haftalık diyette en az üç kez bulundurulması önerilen (Anonymous 1989) su ürünleri sağlık için pek çok yarara sahiptir (Atar ve Alçiçek 2009). Ancak su ürünleri içerdiği su oranı ve düşük bağ dokusu nedeni ile diğer et ürünlerine nazaran daha hızlı bozulabilmektedir. Bu bozulmayı yavaşlatmak için pek çok su ürünleri işleme tekniği uygulanmıştır. Bu işleme teknolojileri ilerleyen bilgi ve birikimler aracılığı ile çeşitlendirilerek artmaktadır. Ancak bu artış gerçekleştirilirken geleneksel yöntemler tamamen terk edilmemekte aksine geliştirilerek değerlendirilmektedir. Bu olumlu yaklaşımdan oldukça fazla yararlanan işleme teknolojilerinden biri olarak tütsüleme teknolojisi gösterilebilir. Tütsüleme teknolojisi dünyanın pek çok yerinde, uzun yıllardan beri yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Kose ve Erdem 2004). Bunun nedeni tütsüleme teknolojisinin içinde barındırdığı her bir aşamanın ürün üzerindeki pozitif etkileridir. Bu aşamalardan ilki olan tuzlama ürüne aroma kazveırmanın yanı sıra et içinde bulunan suyun önemli bir kısmını uzaklaştırmaktadır (Loje vd. 2007). Bu sayede mikrobiyal gelişim için gerekli olan su azaltılır ve protein olmayan azotlu bileşiklerin yıkımlanmasını önemli ölçüde yavaşlatmaktadır (Asita ve Campbell 1990, Göğüş ve Kolsarıcı 1992, Cardinal vd. 2001, Goulas ve Kontominas 2005, Dimitriadou vd. 2008). Tütsüleme teknolojisinin bir diğer aşaması olan kurutma işlemi, balık etinin sıkı bir hal almasını sağlayarak fırınlama işleminde balıkların dizildiği şişlerden sıyrılıp düşmesini engellenmektedir.

Tütsüleme işlemine geçildiğinde ise kullanılan odunun kalitesine de bağlı olarak dumanın bileşiminde bulunan antimikrobiyal ve antioksidant (fenoller (pirokateşol, eugenol, hidrokinon, isoeugenol, vanilin, salisilaldehit, 2-hidrobenzoik asit ve 4-hidrobenzoik asit, asetaldehit), kresoller, asidik maddeler, furfuraldehit, 5- metil furfuraldehit, diasetil, etil alkol, metil alkol, formik asit, resinler, mumlar, formaldehit vb.) maddeler ete nüfuz ederek önemli kalite katkıları sağlamaktadır (Çizelge 2.3). Bunun yanı sıra bu maddeler ete tütsüye has aroma, lezzet ve renk kazveırır ve otolitik enzimleri faaliyete geçirerek istenilen yumuşamayı sağlar (Göğüş 1988, Göğüş ve Kolsarıcı 1992, Günlü 2007).

Çizelge 2.3 Tütsü dumanı içindeki bazı maddeler ve bulunma miktarları (Göğüş 1988)

Kimyasal bileşik	Ortalama miktarı (ppm)
Formaldehit	25-40
Yüksek aldehitler	140-180
Formik asit	90-125
Asetik asit ve yüksek asitler	460-500
Fenoller	20-30
Ketonlar	190-200
Resinler	1000 ve daha fazla

Tütsüleme teknolojisi, çok eski bir yöntem olasına rağmen, balık etinin kazveığı sertlik ve tütsü aroması hala Avrupa ülkelerinde çokça arzu edilen bir balık işleme tekniğidir (Göğüş 1988).

Tütsülenmiş balık eldesinde; tuz oranı, tuzlama tekniği (kuru tuzlama, yaş tuzlama vb.), kurutma tekniği ve bunların uygulama süreleri, sıcaklıkları ve diğer ortam koşulları çeşitlilik gösterebilmektedir (Cardinal vd. 2001). Bunun yanı sıra tütsüleme aşamasında kullanılan fırınlar da farklılık gösterir. Her ne kadar küçük kapasitede tütsülenmiş balık üretimi yapılan bir işletmede çok ekonomik koşullarda bir oda ve tuğla bir ocak vasıtasıyla duman elde etmek mümkün olsa da, seri üretim yapan işletmeler de daha uygun fırınlar kullanmak gerekmektedir. Günümüzde bu fırınlar; geleneksel tütsü fırınları, mekanik tütsüleme fırınları, elektrostatik tütsüleme fırınları ve tam otomatik tütsüleme fırınları olmak üzere çeşitli gruplara ayrılır.

Pek çok kaynakta “tradisyonel tütsüleme fırınları” olarak geçen geleneksel tütsüleme fırınları (Şekil 2.2) şişlere geçirilmiş ya da kancalara asılı bir şekilde, yanmakta olan bir odun dumanı üzerinde belli bir süre ve sıcaklıkta bekletme temeline dayalı oldukça basit sistemlerdir. Ancak geleneksel tütsüleme fırınlarının kullanımı ile ilgili bazı dezavantajlar da mevcuttur. Bunların başında, dumanın yoğunluğunun ve fırının sıcaklığının sabit tutulamaması, sonuç olarak da aynı kalite ve özellikte ürün eldesinin

devamlılığının sağlanamaması gelmektedir. Bu tip tütsüleme fırınlarında üst üste askılama tekniği uygulveığından alt askıda bulunan balıklar üst askıda bulunanlara oranla daha fazla pişmektedir. Her ne kadar kurulum maliyeti düşük olsa da bu tip tütsüleme fırınlarını kullanan işçinin tecrübesi oldukça önem arz etmekte ve dolayısı ile aksi durumlarda, maliyet, düşünüldüğünden daha fazla olabilmektedir.



Şekil 2.2 Geleneksel tütsüleme fırını

Geleneksel tütsüleme fırınlarının kullanıldığı hava şartları da oldukça önemlidir, nemli ve yağışlı günlerde bu fırınlardan istenilen düzeyde rveıman alınamamaktadır. Bunun nedeni fırındaki mevcut ısı ve havanın nemliliği ile fırında ve balığın yüzeyinde su damlacıklarının oluşması ve askılanmış olan balıkların sertliğini muhafaza edememesi sonucu bulundukları askıdan ya da şişten sıyrılıp ateşin içine düşerek ekonomik

kayıplara neden olmasıdır (Göğüş 1988). Ayrıca geleneksel tütsüleme fırınlarının pek çoğunda odun alevi doğrudan ürünün altında yakıldığından kül, toz vb. maddeler balık eti üzerine yapışarak ticari olarak değerlendirilmesini negatif yönde etkilemektedir. Bunu gidermek için balık etinin üzeri fırçalanabilmektedir fakat bu durum fazladan iş gücü maliyetine neden olmaktadır.

Mekanik tütsüleme fırınları geleneksel tütsüleme fırınlarına nazaran daha gelişmiş bir teknolojidir (Çizelge 2.4). Bu fırınlar büyük (640-960 kg), orta (510 kg) ve küçük (64 kg) kapasitelere sahip olabilmektedirler (Göğüş 1988). Mekanik fırınlarla elde edilen tütsülenmiş ürünlerin kalitesi birbirine yakın olduğundan üretim devamlılığı sağlanabilmektedir. Ancak mekanik fırınların düzenli olarak bakımlarının ve temizliklerinin yapılması şarttır. Çünkü bu temizlikler yapılmadığında mekanik aksamlar görevlerini tam olarak yerine getirememektedir. Bunun yanı sıra fırın duvarında biriken katran zamanla kalınlaşarak yanıp kötü koku ve tat verebilmektedir.

Çizelge 2.4 Geleneksel ve mekanik fırınlarda dumanlama koşulları (Göğüş 1988)

Özellikler	Geleneksel Fırın	Mekanik Fırın
Duman kalınlığı (optik dansite)	0.0-1.0 muntazam değil	0.0-0.5 isteğe göre ayarlanabilir
Duman sıcaklığı	Genelde 18^{o}C-24^{o}C elde olmadan 45^{o}C-60^{o}C düzeyine yükselebilir	Genelde 29.4 ±2^{o}C olup termostatik kontrol altındadır
Hava akım hızı	En hızlı yerinde 1.5 m/sn	180-250 cm/sn ve 3.0-4.25cm/sn
Bağıl nem (%)	Dumanın alt kısmında %60-80 üst kısmında doymuş durumda	Duman girişinde %60-70 Duman çıkışında %75-80
Fırınlama süresi	6-12 saat	4 saat

Elektrostatik tütsülemede tütsü çöktürücüden geçtikten sonra elektrikle yüklü bir ortamdan geçerek (-) yükle yüklenmekte ve (+) yükle yüklenmiş balık eti tarafından tutulmaktadır. Tünelin birinci kısmında ürün 30-40°C'ye ısıtılmakta ve aynı zamvea (+) yükle yüklenmektedir. İkinci bölümün sıcaklığı, birinci bölümün sıcaklığına yakın olup, esas tütsüleme burada yapılmaktadır. üçüncü bölümde ürüne 64-68°C'de asıl işlem uygulanarak renk stabilitesi sağlanmakta ve ürün yarı pişirilmiş olmaktadır. Üçüncü bölümden çıkan ürüne soğutma işlemi uygulanmaktadır (http://www.gidabilimi.com/forum/24-su-ueruenleri/2536-tuetsueleme-teknolojisi, 2010).

Tam otomatik tütsüleme fırınları günümüz teknolojilerinin en gelişmiş tütsüleme ekipmanlarıdır. Bu fırınlarda dumanın yoğunluğu, basıncı, ortam sıcaklığı, dumanın sıcaklığı, dumanlama süresi ve homojenliğini sağlamak kontrol panelleri ile sağlveığından burada tütsülenmiş balıklar aynı tat ve lezzete sahip olmaktadır. Bu devamlılığın sağlanması ticari ürün üretim prensipleri de oldukça önemlidir.

2.2.1 Tütsüleme yöntemleri

2.2.1.1 Sıcak tütsüleme

Sıcak tütsüleme lezzet olarak en çok kabul gören tekniklerden biridir. Her ne kadar uygulama teknikleri ülkeden ülkeye değişip kesin bir yöntemi bulunmasa da bu teknik odun ve talaş ateşinin boğulması sonucu ortaya çıkan sıcak dumanın etkisinde ürünün pişirilmesi (fırın içi sıcaklık 120-130^{o}C ve balık eti iç sıcaklık 70-80^{o}C) temeline dayanır. Başlangıçta hammadde temininden sonra iç organları uzaklaştırılan balıklar yörelere ve isteğe bağlı olarak değişen oranlarda ve sürelerde kuru tuz ya da tuz salamuralarına yatırılır. Bu işlemden sonra şişlere geçirilen balıklar kurutma işlemine tabi tutulur ve ardından dumanlama fırınlarında dumanlanarak pişirilir.

Ülkemizde sıcak tütsüleme ile ilgili Tarım Bakanlığı'nın belirlediği kurallar şunlardır:

- Tütsülemede kullanılan odunların reçinesiz ağaç türlerinden elde edilmiş ve hiçbir şekilde kimyasal işlem görmemiş olması,

- Odunların üretim alanından tamamen bağımsız ve üretimle ilgili olarak çapraz kontaminasyona neden olmayan kuru bir ortamda muhafaza edilmesi,

- Baş kesme, iç organ alma yerlerindeki, tezgah, alet ve ekipmanların paslanmamış, temiz ve hijyen şartlarını taşıyor olması, tesis temizlik prosedüründe yer alan program doğrultusunda temizliğinin yapılıyor olması,

- Tuzlamada (kuru tuz ya da salamurada) kullanılan tuzun mikrobiyolojik kalitesinin uygun ve tuzlama sonrası balığın merkez tuz oranının %3'ün üzerine ulaşmış olması,

- Olgunlaştırma süresinin kullanılan hammaddeye bağlı olarak belirlenmesi (tür, yağ, boy), takibinin yapılması ve olgunlaştırma yeri sıcaklığının 10-20 ^{o}C olması,

- Olgunlaştırma yerinde bekleme süresi sonunda balıktaki toplam nem oranının <%68 olması,

Tütsüleme işleminde;

- Sıcak tütsüleme işleminde ürün merkez iç sıcaklığının 60-70 ^{o}C'ye ulaşması, yaklaşık yarım saat tutulması,

- Sıcak tütsüleme yapılmış balıkların mümkün olduğunca çabuk soğutulması (2 saatte 10 ^{o}C 'nin altında, 6 saatte 3 ^{o}C 'nin altında), soğuk tütsülenmiş balıkların 2 saatte 0 ^{o}C-+2 ^{o}C 'ye soğutulması,

- Tütsüleme işlemlerinin yapıldığı yerlerden diğer alanlara dumanın yayılmaması, bu amaçla gerekli önlemlerin alınmış olması,

- Deri ve kılçık alma işlemlerinin yapıldığı tezgah, alet ve ekipmanın temiz ve hijyen şartlarını taşıyor olması,

- Tütsülenmiş balığın uygun şartlarda ve bekletilmeden şoklanması (Anonim 2000).

2.2.1.2 Soğuk tütsüleme

Bu teknik sıcak tütsüleme ile benzer aşamalara sahiptir ancak fırın sıcaklığı 40^{o}C'nin üzerine çıkarılmayarak pişirme işlemi gerçekleştirilir (Duman ve Patır 2007). Ancak sıcak tütsülemede bulunan fırın sıcaklık değerinin yüksek olması, mikrobiyolojik gelişimi oldukça sınırlı hale getirirken soğuk tütsülemede bulunan düşük sıcaklıkla pişirme, beraberinde mikrobiyal gelişimi getirebilmektedir.

2.2.1.3 Sıvı tütsüleme

Sıcak ve soğuk tütsüleme tekniklerinde tuzlama süresi birbirinden farklı olduğu gibi kurutma ve dumanlama süresi de oldukça farklıdır. Ancak her iki teknikte de ortak olan duman bileşiminde bulunan, PAH (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar) adı verilen kanserojen ve mutajenik yapıya sahip bileşenlerin, dumanlama süresince ete bulaşmasıdır. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması için dumveaki bu bileşenler elimine edilmelidir. Bu doğrultuda son 30 yıldır kullanılan sıvı dumanlama tekniği PAH bileşenlerini iz miktarda ihtiva ettiğinden güvenle kullanılmaktadır. Ancak sıvı tütsülenmiş ürünlerde tuzlama ve kurutma işlemlerinin uygulanmasının yanı sıra sıvı tütsü, ürüne daldırma, püskürtme ya da buharında bekletme şeklinde verilerek sadece duman tadı ve kokusu sunma hedefi ve ürünün pişirilmesi temellerine dayanmaktadır. Ancak ülkemizde sıvı tütsülenmiş ürünlerle ilgili resmi bir prosedür bulunmamaktadır

2.2.2 Tütsülemenin balık eti üzerine etkileri

2.2.2.1 Protein üzerine etkileri

Balık kaslarında bulunan proteinler üç grup altında toplanmaktadırlar. Bunlar;

1- Yapısal proteinler (aktin, miyosin, tropomiyosin ve aktomiyosin), toplam proteinin %70-80'ini içerirler (memelilerde %40). Bu proteinler yüksek orvea iyonik güce (≥ 0.5 M) sahip nötral tuz solüsyonu içinde çözülebilirler.

2- Sarkoplazmik proteinler (miyoalbumin, globulin ve enzimler), düşük iyonik güce (<0.15) sahip nötral tuz solüsyonlarında çözünebilirler. Bu proteinler toplam proteinin %25-30'unu oluşturur.

3- Bağlayıcı doku proteinleri (kollojen), kemikli balıklarda toplam proteinin yaklaşık olarak %3'ünün ve kıkırdaklı balıklarda ise toplam proteinin %10'unu oluşturur (memelilerde %17) (Anonymous 1995).

Tüm canlılar için gerekli olan temel hücre yapı taşı olan proteinler, balık etinde genel olarak %15-20 arasında (Göğüş 1988) ham protein oranı ise %18-25 arasındadır (Varlık vd. 2004). Ancak tüketilen her gıdadan alınan bütün proteinler vücut yapı taşı olarak kullanılamaz. Yapı taşı olarak kullanılanlar biyolojik değerli proteinlerdir. Bunlar esansiyel aminoasitler olarak adlveırılırlar ve insan günlük diyetinde mutlaka bulunmaları gerekmektedir. Balık etinin temel proteinleri bu gruptveır (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5 Günlük esansiyel aminoasit gereksinimi ve balık etinin bunu karşılama oranı (Varlık vd. 2004)

Aminoasitler*	Günlük gereksinim (mg)	200 g balık filetosundaki miktar (mg)	Gereksinimi karşılama oranı (%)
Valin	1.6	2.0	125
Treonin	1.0	1.6	160
Löysin	2.2	2.8	125
İzolöysin	1.4	2.0	140
Lizin	1.6	3.2	200
Methiyonin	2.2	1.2	55
Fenilalanin	2.2	1.4	65
Triptofan	0.5	0.4	80

*Arjinin insanlar için esansiyel değildir

Balık proteinlerinin özellikleri işleme ve değerlendirme süreçlerinde kolaylıkla değişebilmektedir. Yüksek tuz ya da sıcaklık uygulamaları nedeni ile proteinler geri dönüşümsüz olarak denaturasyona uğrayabilmektedir.

Tuz oranları değiştirilerek sıcak tütsülenmiş tilapya balıklarının proteinleri, ham tilapya etinde %18,23±0,03, tütsülenmiş tuzlanmamış örneklerde %23,93±0,08 olarak tespit edilmiştir (Yanar 2006). Dimitriadou vd. (2008), buharla sıvı tütsü uyguladığı *Salmo gairdnerii* filetolarında nem kaybının basınç ve sıcaklık ile etkileşimli olarak protein değerlerini etkileyeceğini vurgulamıştır (Çizelge 2.6). Yine Ünlüsayın vd. (2001) ve Oğuzhan vd. (2006) sıcak tütsülenmiş alabalıkların tütsülemeden sonra protein miktarının arttığını tespit etmiştir.

Çizelge 2.6 Basınç ve sıcaklık ile protein oranları üzerine etkisi (Dimitriadou vd. 2008)

	Çiğ	Zaman (dk)			Basınç (bar)		
		30	45	60	1	1.5	2
Protein	70,80	62,31	61,44	60,60	62,29	61,12	60,94

Sıvı tütsülenmiş *Salmo gairdnerii* ile yapılan çalışmada, sıvı tütsünün, işlem süresini, basınç ve ortam sıcaklığını etkilediği belirtilmiştir (Çizelge 2.7). Buna göre muamele süresi uzadıkça, basınç arttıkça ve ortam sıcaklığı da yüksek ise protein miktarı azalmaktadır (Siskos vd. 2005).

Çizelge 2.7 Sıvı tütsü uygulama süresi ve basınca göre protein oranının değişimi (Siskos vd. 2005)

Uygulamalar	**Protein**
Ham materyal	72,58
15 dakika uygulama	60,12
30 dakika uygulama	58,31
45 dakika uygulama	56,72
60 dakika uygulama	53,79
1 bar basınç	59,75
1,5 bar basınç	56,46
2 bar basınç	55,51

Birkelve vd. (2004), Kolsarıcı ve Özkaya (1998), Espe vd.(2004) ve Rora vd. (2005) soğuk tütsülenmiş balıklarda, sıcak tütsülenmiş ürünlerden daha düşük olmasına rağmen, çiğ balığın ihtiva ettiğinden daha fazla protein içerdiklerini tespit etmişlerdir.

2.2.2.2 Yağ içeriği üzerine etkileri

Kemikli balıklarda bulunan yağlar fosfolipitler ve trigliseridler olmak üzere iki ana grupta incelenmektedir. Fosfolipitler hücre membranları içerisinde oluşturulurlar ve bu nedenle bu gruba bağlayıcı lipitler adı da verilmektedir. Trigliseridler ise enerji depolama amaçlı kullanılmaktadırlar ve bu nedenle depo yağlar olarak da adlveırılmaktadırlar (Anonymous 1995).

Yağ asitleri içerdikleri karbon sayısına göre sınıflveırılırlar. Balıklarda bulunan yağlar memeli yağlarından oldukça farklı olarak yaklaşık %40'ı uzun zincirli (14-22 karbon atomu) yüksek orvea doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadırlar. Bu doymamış yağ asitleri insan besini için oldukça gerekli olan esansiyel özellikli (organizmanın dışarıdan alması zorunlu) linoleik ve linolenik asit gibi yağ asitlerini de içermektedir (Murray vd. 1993, Lee ve Lip 2003, San Giovanni ve Chew 2005).

Tuz oranları değiştirilerek sıcak tütsülenmiş tilapya balıklarının buzdolabı koşullarında depolanmalarının lipitler üzerine etkisi, ham tilapya etinde %2,64±0,04, tütsülenmiş tuzlanmamış örneklerde %3,14±0,02 olarak tespit edilmiştir. Bu değişim %5, %10 ve %15 tuz oranlarına sahip örneklerde sırasıyla %2,09, %4,17 ve %6,26 olarak tespit edilmiştir (Yanar vd. 2006).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'in gökkuşağı alabalığı ile yaptığı çalışmada çiğ alabalıkta yağ oranını %29.05±0.75, soğuk tütsülenmişlerde 37.80±0.80 ve sıcak tütsülenmişlerde ise 43.65±0.45 olarak bulmuşlardır. Bu farklılığın tuzlama ve tütsüleme işlemi esnasında uygulanan sıcaklık farklılıklarında kaynaklveığını belirtmişlerdir.

Dimitriadou vd. (2008)'nun %20 NaCl solüsyonunda tutulmuş ve buharlı sıvı tütsülenmiş *Salmo gairdnerii* filetolarının yağ oranlarının %15,11'den %21,11'e yükseldiğini ve bunun yalnızca tütsüleme işlemi esnasında kaybedilen su oranı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Yine çiğ gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yağ oranı %4,61±0,20 iken, %28 tuz ile 1 saat muamele edildikten sonra sıcak tütsülenen balıklarda bu değerin %9,51±0,15 olarak tespit edilmiştir (Oğuzhan vd. 2006). Ünlüsayın vd. (2001) ise yağ oranlarını çiğ gökkuşağı alabalığında %4,46±0,46, yılan balığında %16,82±0,14, sudak balığında ise % 1,72±0,74 ve tütsülemeden sonra sırası ile %7.42±0.33, %21.36±0.53 ve %3.03±0.25 olarak yükseldiğini tespit etmiştir.

Farklı soğuk tütsüleme ve tuzlama yöntemleri uygulanmış *Salmo salar* filetolarının uygulama sonrası yağ oranlarının değişimi %20,7±0,4 ile %15,6±0,2 arasında olduğu ve

bu değişimin nedeni ise tuz oranı yüksek tutulan gruplarda daha fazla su kaybının görülmesi ile açıklanmıştır (Birkelve vd. 2004).

Farklı mevsimlerde yetiştiricilik ve avcılık yoluyla elde edilmiş farklı tütsüleme ve tuzlama teknikleri uygulanan ve gökkuşağı alabalığından daha yağlı olan *Salmo salar* filetolarının yağ oranlarının %10-25 arasında değiştiği ve bu değişimlerin nedeni olarak farklı tuz oranları ile tütsüleme tekniklerinin uygulanması, mevsim-beslenme faktörlerine bağlı olarak balıkların yağ oranlarının değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir (Sigurgisladottir vd. 2000). Benzer bir çalışmada ise yetiştiriciliği yapılan *Salmo salar'*ın yağ oranının avcılığı yapılvean daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Espe vd. 2001). Farklı ticari işletmelerden alınan örneklerde lipit oranı ortalama %10,4 olarak bulunmuştur (Cardinal vd. 2004). Loje vd. (2007) yağ oranlarının, %12,5-14,9 ve Rora vd. (2005) ise %15,1-15,6 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Kolsarıcı ve Güven (1998)'in sıvı tütsülenmiş ve sıcak tütsülenmiş frankfurter sosislerin yağ oranlarında farklılık olduğunu tespit etmişlerdir.

2.2.2.3 TVB-N üzerine etkileri

Protein olmayan bu maddeler suda çözünebilen, düşük molekül ağırlıklı azotlu bileşikler olarak tanımlanabilirler. Bu protein olmayan azotlu bileşikler kemikli balıklarda toplam nitrojenli maddelerin % 9-18'ini oluşturmaktadır (Anonymous 1995). En önemli bileşen ise volatil bazlardır ve bu bazlar trimetilamin oksit, amonyak, açık aminoasitler, nükleotidler ile üreyi içermektedir. Volatil bazlar balıkların tazelik ölçütü olarak oldukça yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Göğüş ve Kolsarıcı 1992).

Vakum paketlenmiş sıcak tütsülenmiş alabalıkların buzdolabı koşullarında 48 günlük depolama sonrasında çiğ örneklerde 17,60 mg/100g olarak bulunan TVB-N'nin zamana bağlı olarak artış göstererek tespit edilmiştir. Ancak depolamanın son gününe kadar tüketim özelliğini yitirmemiştir (Çizelge 2.8) (Kolsarıcı ve Özkaya 1998). Yine Kılıç balığının farklı paketleme teknikleri ile raf ömrünü inceleyen Muratore ve Licciardello

(2005), TVB-N değerinin 45 günlük depolama boyunca uygun seviyelerde seyrettiğini vurgulamıştır.

Çizelge 2.8 +4±1^{o}C'de depolanan sıcak tütsülenmiş alabalıkların zamana göre TVB-N değişimi (Kolsarıcı ve Özkaya 1998)

Günler	**TVB-N**
0	18,55
4	20,20
8	21,45
12	22,25
16	22,95
20	23,04
24	24,74
28	27,57
32	29,05
36	30,39
40	31,75
44	32,50
48	32,72

Tuz oranları değiştirilerek sıcak tütsülenmiş tilapya balıklarında TVB-N değerinin buzdolabı koşullarında zamana bağlı değişimi, başlangıçta tüm gruplarda 5,86-6,32 mg TVB-N/100g aralığında ve deneme sonunda tuz oranları %5, %10 ve %15 olan gruplar için sırasıyla 38.89, 36.80 ve 34.80 mg TVB-N/100g olarak tespit edilmiştir. 42 günlük depolama süresi sonunda TVB-N değeri tüm gruplarda tüketim sınırlarını aşmıştır (Yanar vd. 2006).

Dondero vd. (2004) farklı sıcaklıklarda (0, 2, 4, 6, 8 ^{o}C) depoladığı vakum paketli *Salmo salar* filetolarının TVB-N değerinin değişiminin depolama süresince sürekli artış

gösterdiğini tespit etmiştir. En düşük sıcaklıkta depolanan örneklerin 46 gün depolanabildiği ve en yüksek sıcaklıkta depolanan örneklerin ise 19 gün depolanabildiği belirtilmiştir.

Farklı tuzlama tekniklerinin kullanıldığı sıvı tütsülenmiş kılıç balıklarının başlangıç TVB-N değerleri çiğ, kuru tuzlanmış ve yaş tuzlanmış filetolarda sırası ile 13.20 mg/100g, 21.14-18.76 mg/100g ve 24.64-24.92 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya göre farklı tuzlama teknikleri arasında istatistik fark bulunmazken, aynı tuzlama tekniği kullanılan farklı oranlı gruplar arasında istatistik olarak fark bulunmuştur. Bu durum tuzlama ve tütsüleme işlemleri sonucunda nem oranlarının farklılığı ile açıklanmaktadır (Muratore vd. 2007). Goulas ve Kontaminas (2005), 2±0,5^{o}C'de depoladıkları *Scomber japonicus* filetolarında da TVB-N değişimlerinde aynı nedenlere bağlı olarak farklılıklar tespit etmişlerdir (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9 *Scomber japonicus* filetolarındaki zamana bağlı TVB-N değişimleri (Goulas ve Kontaminas 2005)

Depolama süresi (Günler)	%20 tuz, 30^{o}C'de tütsü	%20 tuz, 70^{o}C'de tütsü	Tuzlanmış Tütsülenmemiş	Tuzlanmamış Tütsülenmemiş
0	10,93±0,36	10,93±0,36	10,93±0,36	10,93±0,36
1	20,94±0,520	20,18±0,32	11,28±0,24	11,15±0,40
6	19,78±0,43	20,26±0,51	12,72±0,29	15,93±0,57
12	21,52±0,36	21,81±0,32	14,26±0,36	24,20±0,29
18	19,64±051	19,33±0,76	21,59±0,64	36,18±0,70
24	21,26±0,64	21,40±0,42	31,60±0,67	45,92±0,65
30	20,88±0,48	21,95±0,60	40,42±0,38	58,16±0,71

Bugueno vd. (2003), vakum paketli ve modifiye atmosfer paketli *Salmo salar* filetolarının TVB-N düzeylerinin 12 mg/100'e vakum paketlilerde 20 gün sonra, modifiye atmosfer paketli örneklerde ise 15 günde ulaştıklarını tespit etmişlerdir ve sonuç olarak vakum paketlemenin TVB-N üzerine olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı ticari işletmelere ait soğuk tütsülenmiş balıkların üretimlerinin 2. ve 3. haftalarında TVB-N'in 14-46 mg/100 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu yüksek değerlerin soğuk tütsülenmiş ürünlerde daha az sıcaklık uygulanmasından kaynaklveığını belirtilmiş ve bu artış ile mikrobiyal gelişimin artışı arasında bir ilişki olduğunu belirtilmiştir (Cardinal vd. 2004).

2.2.2.4 pH üzerine etkileri

pH değeri balık etinin tazeliğini belirlemede destekleyici bir bilgidir (Anonymous 1995). Taze balıkta 7 dolaylarında bulunan pH, rigor motris ile birlikte gelişen kimyasal tepkimeler sonucunda dalgalanmalar göstererek önce asidik sonra bazik karakter taşıyabilmektedir. Balıkların tazelik ölçütü ile ilgili arzu edilen değer 6,5-7,0 aralığıdır. Vakum paketlenmiş sıcak tütsülenmiş balıkların buzdolabı koşullarında 48 günlük depolama sonrasında pH 6,56 düzeyinde iken 48. günün sonunda pH 6,47 düzeyine inerek önemsiz bir değişim göstermiştir (Kolsarıcı ve Özkaya 1998) (Çizelge 2.10). Bugueno vd. (2003) vakum paketli soğuk tütsülenmiş somon balıklarında pH'nın 20. günden sonra maksimum seviyeye ulaştığını bildirmiştir. Loje vd. (2007) ise benzer bir çalışmada 20 günlük depolama süresince pH seviyesinin 5,9-6,0 aralığında seyrettiğini tespit etmiştir.

Çizelge 2.10 Sıcak tütsülemenin +4 ^{o}C'da depolanmış alabalıkların pH değerleri üzerine etkisi (Kolsarıcı ve Özkaya 1998)

Günler	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
pH	6,45	6,56	6,44	6,59	6,49	6,36	6,46	6,25	6,49	6,56	6,52	6,35	6,47

Sıvı tütsülenmiş vakum paket ve modifiye atmosfer paketleme (MAP) yapılmış kılıç balığının raf ömrünü araştıran Muratore ve Licciardello (2005), ürünlerdeki mikrobiyal gelişimin ile pH'da dalgalanmalara sebep olduğunu ancak 48 günlük çalışma boyunca örneklerin pH seviyesinin genel olarak sabit kaldığını bildirmiştir. Sıvı tütsülenmiş *Salmo gairdnerii* filetolarının pH değerinin ise 6,5-6,8 aralığında seyrettiği

kaydedilmiştir (Siskos vd. 2007). Buhar verilerek sıvı tütsülenmiş olan *Salmo gairdnerii* filetolarının da depolama boyunca farklılık göstermediği ve bu durumun tuzlama ve tütsüleme uygulamaları boyunca kaybedilen nem miktarından kaynaklveığı bildirilmiştir (Dimitriadou vd. 2008).

Goulas ve Kontaminas (2005)'in farklı tuzlama ve tütsüleme teknikleri uyguladığı *Scomber japonicus* filetolarının 30 günlük depolama süresince pH değişimi Çizelge 2.11'de verilmiştir. Buna göre depolama süresince tütsülenmiş ürünlerde oluşan pH değişimi istatistik olarak önemsiz bulunmuş ancak tuzlanmış ve tütsülenmemiş grup ile tuzlanmamış ve tütsülenmemiş gruplarda pH değerlerindeki değişimler istatistik olarak önemli bulunmuştur ve bu değerlerde önemli değişim görülmemesinin nedeni olarak yine tütsülenmiş filetoların nem içeriğinin düşük olması gösterilmiştir. Aynı sonuçlar Espe vd. (2001) ve Muratore vd. (2007)'ın çalışmalarında da tespit edilmiştir.

Çizelge 2.11 *Scomber japonicus* filetolarında ki zamana bağlı pH değişimleri (Goulas ve Kontaminas 2005)

Depolama Süresi (Gün)	%20 tuz, 30°C'de tütsü	%20 tuz, 70°C'de tütsü	Tuzlanmış Tütsülenmemiş	Tuzlanmamış Tütsülenmemiş
0	6,12±0,09	6,12±0,09	6,12±0,09	6,12±0,09
1	6,00±0,06	5,93±0,08	6,17±0,10	6,33±0,05
6	5,95±0,10	6,00±0,04	6,19±0,04	6,36±0,09
12	6,01±0,03	6,05±0,11	6,38±0,12	6,44±0,06
18	6,04±0,12	6,02±0,09	6,40±0,04	6,53±0,05
24	6,03±0,05	6,03±0,07	6,42±0,15	6,67±0,06
30	6,10±0,11	6,08±0,13	6,57±0,10	6,78±0,07

2.2.2.5 Nem üzerine etkileri

Balık etinde mikrobiyal bozulmaların birincil kaynağı yaklaşık olarak %60-80 oranında bulunan su içeriğidir. Ancak bu su bileşiminin fark edilebilir düzeyi tuzlama, kurutma, tütsüleme gibi işleme tekniklerinde olduğu gibi ya da pişirme yolu ile kolaylıkla uzaklaştırılabilmektedir. Su miktarı fazla olan balıklarda yağ miktarının az olduğu bildirilmektedir. Göğüş (1988) yağ ile su arasındaki ilişkiyi su+yağ=sabit olarak tanımlamıştır. Tütsüleme yapılan havanın bağıl nemi de elde edilen ürünün nem içeriğini etkilemektedir. Soğuk tütsüleme için bağıl nemin %60-70 olması gerektiği bildirilmiştir (Göğüş 1988).

Tütsüleme işlemi sırasında kullanılan tuzlama işlemi ile balık etinde bulunan fazla su uzaklaştırılır ve bunu takip eden ön kurutma işlemi ile balık yüzeyi bir miktar daha kurutulur, buna destek olması amacı ile tütsüleme fırınında da ateş önünde de kurutma yapılmaktadır. Tütsülenmiş balıkta ortalama su kaybı %20 oranında iken bu durum fırında ki sıcaklığın artması ile artarak %25'lere kadar ulaşabilmektedir. Tütsülenmiş ürünlerin ortalama %65-68 nemlilikte olması arzu edilmektedir (Cardinal vd. 2001, Anonim 2000) .

Tuz oranları değiştirilerek sıcak tütsülenmiş tilapya balıklarında nem oranının buzdolabı koşullarında zamana bağlı değişiminde ham tilapya etinde %76,87±0,03 olan nem oranı, tütsülenmiş tuzlanmamış örneklerde %67,96±0,03 olarak tespit edilmiştir (Yanar 2006).

Ünlüsayın vd. (2001) tütsüleme öncesi nem içeriğini yılan balığında %65,25±0,09, gökkuşağı alabalığında %56,45±0,55 ve sudak balığında %78,16±0,79 olarak ve sıcak tütsüleme işleminden sonra sırasıyla %56,45, %61,20 ve %56,28 olarak tespit etmişlerdir. Buna göre tütsülemeden sonra toplam su kaybı ise yılan balığında %13,8±1, gökkuşağı alabalığında %17,56±1 ve sudak balığında %28,2±1 olarak bulunmuştur. Bu su kaybının tuzlama ve sıcak tütsüleme işlemleri sonucunda oluştuğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Muratore vd. (2007) sıvı tütsülenmiş kılıç balığı filetolarında yaklaşık %11 oranında su kaybı tespit etmiştir. Loje vd. (2007) su kaybının bu nedenlerin yanı

sıra balık etinde bulunan kollejenlerin miktarı ve çeşitliliği ile de ilgili olabileceğini savunmuştur.

Tuzlama ve tütsüleme tekniklerinin nem üzerine etkileri farklı oranlarda tütsülenmiş, tuzlanmış-tütsülenmemiş ve tuzlanmamış-tütsülenmemiş grupların karşılaştırmalı olarak incelendiği Goulas ve Kontaminas (2005)'in çalışmasında görülmektedir (Çizelge 2.12). Pek çok çalışmada tuzlama ve tütsüleme uygulamalarının nem içeriği üzerine etkileri olduğu vurgulanmıştır (Sigurgisladottir vd. 2000, Cardinal vd. 2004, Rora vd. 2005, Siskos vd. 2005, Oğuzhan vd. 2006, Dimitriadou vd. 2008).

Çizelge 2.12 *Scomber japonicus* filetolarında ki zamana bağlı nem değişimleri (Goulas ve Kontaminas 2005)

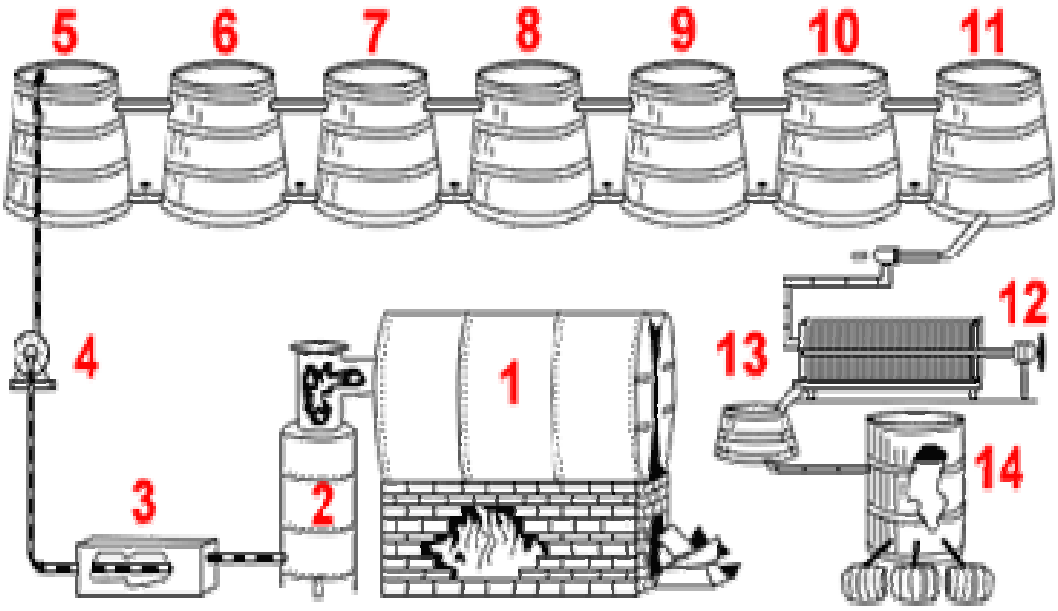
Depolama Süresi (Gün)	%20 tuz, 30°C'de tütsü	%20 tuz, 70°C'de tütsü	Tuzlanmış Tütsülenmemiş	Tuzlanmamış Tütsülenmemiş
0	75,30±0,86	75,30±0,86	75,30±0,86	75,30±0,86
1	56,81±0,87	56,67±0,28	75,04±0,35	75,36±0,51
6	59,24±0,26	59,06±0,50	74,73±0,95	75,20±0,82
12	56,33±0,41	56,18±0,28	75,32±1,39	74,75±0,90
18	61,50±0,96	59,44±1,28	74,52±0,64	75,13±0,37
24	60,77±0,91	59,71±0,48	74,28±0,52	74,95±0,58
30	59,35±1,38	57,34±0,79	75,51±1,41	75,80±0,46

2.2.2.6 PAH etkisi

Günümüzün en önemli hastalıklarından biri olan kanser hastalığının alınan gıdalar ile yakından ilgili olduğu bildirilmektedir (Alçiçek ve Atar 2009). Bu konu ile ilgili artan bilinçlenme ile alınan gıdalara uygulanan işleme tekniklerinin ürünle nasıl bir reaksiyon oluşturduğu da araştırılmaktadır. Kanserojenik ve mutajenik olduğu bilinen Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) (White vd. 1971, Phillips 1999, Dimitriadou vd. 2008), tütsüleme işlemi esnasında odunun oluşturduğu dumanın bileşiminde uygulamanın

tekniğine bağlı olarak değişen fakat istenmeyen düzeylerde bulunmaktadır (Larsson 1982, Falcon vd. 1996, Moret vd. 1999, Cardinal vd. 2001, Jira 2004, Stolyhwo ve Sikorski 2005, Dijinovic vd. 2008). Bu odun dumanın PAH bileşenlerinden arındırılması için dumanın damıtılması gerekmektedir. Ancak bu sıcak ve soğuk tütsüleme esnasında uygulanabilecek bir işlem değildir. Bu amaçla son yıllarda oldukça yaygın olarak pek çok et ürününe uygulanan ve balık eti içinde uygun bulunan sıvı tütsüleme tekniği geliştirilmiştir. Ülkemizde de 2008 Gıda Kodeksi'ne göre tütsülenmiş balık etinde en fazla 5 ppm ve çift kabuklularda is 10 ppm PAH'a izin verilmektedir (http://www.kkgm.gov.tr/mev/kodeks.html, 2010).

Sıvı tütsü damıtılmış dumveır (Şekil 2.3). Bu sıvı duman tütsüleme işleminde olması istenen fenoller ve aldehitleri içerirken, dumanın damıtılması işlemi esnasında katran uzaklaştırıldığından PAH bileşenlerinden de arındırılmaktadır (Erkan 2000).



Şekil 2.3 Sıvı tütsü hazırlama akış diagramı(Alçiçek ve Atar 2009);
1- Odun talaşının yakımı, 2- Duman ayrımı, 3-4 –Kondenser 5-11- Dumanın dinlendirilmesi ve sıvılaştırmaya hazırlama 12-13- Damıtma 14- Son ürün

Simon vd. (2005)'in farklı iki yöntemle sıvı tütsülenmiş salmon balıklarının çeşitli ölçüm teknikleri ile PAH analizi yapmış ve bu sonuçlara göre sıvı tütsülü örneklerde PAH iz miktarda bulunmuş ya da hiç tespit edilememiştir (Çizelge 2.13).

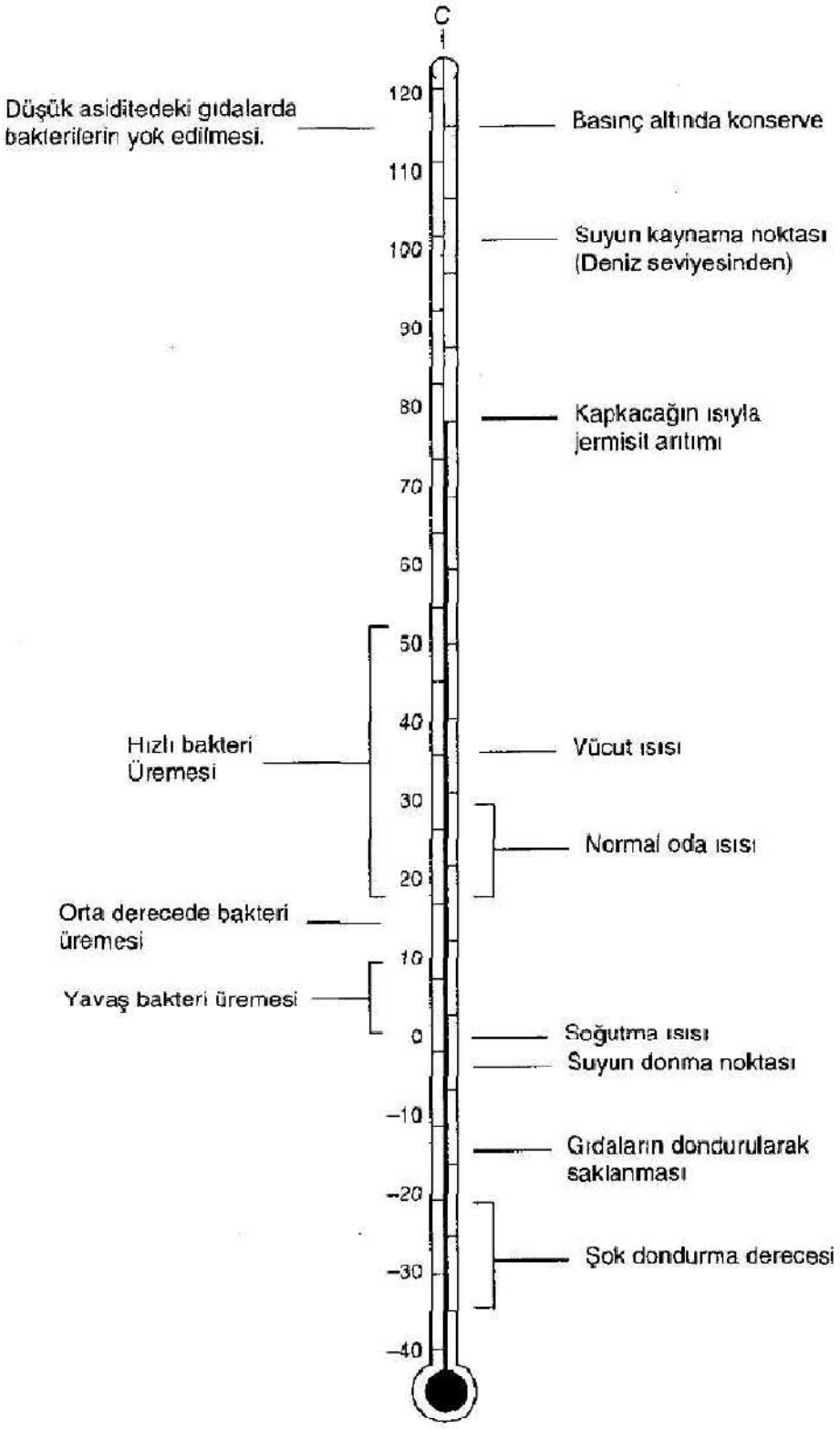
Çizelge 2.13 İki farklı yöntemle sıvı tütsülenmiş salmonlarda PAH içeriği (Simon vd. 2005)

Analitik metot	Analitler	I.uygulama (ng/g)	II.uygulama (ng/g)	Oran (ng/g)	Geri alım (%)	RSD (%)
Floresans spektroskopik dedektör(FLD)	B(*a*)P	0,19	0,40	0,25-8,0	91	5,2
Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC)- Floresans spektroskopik dedektör (FLD)	B(*a*)P	1,0	2,3	-	92	6,0
Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC)- Floresans spektroskopik dedektör (FLD)	B(*a*)P	0,03	0,05	-	87	1,5
Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC)- Floresans spektroskopik dedektör (FLD)	BaA, BbF, BaP, DhA, IcP	0,01-0,4	-	-	66-103	3,2-9,8
Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC)- Floresans spektroskopik dedektör (FLD)	BbF, B(*a*)P, BgP, DIP	0,1-0,8	-	0,1-5,0	95-105	5,0
Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC)- Floresans spektroskopik dedektör (FLD)	BaA, B(*a*)P, DhA	0,04-0,07	-	-	79-87	-
Gaz kromatografi- kütle spektrometre (GC-MS)	BaA, CHR, BbF, BkF, B(*a*)P, IcP, DhA, BgP	-	-	-	85-93	-
Gaz kromatografi- kütle spektrometre (GC-MS)	BaA, CHR, 5MC, BbF, B(*a*)P, IcP, DhA, BgP, DiP	-	-	-	(69-88)	-
Gaz kromatografi- kütle spektrometre (GC-MS)	BaA, BbF, BkF, B(*a*)P, IcP, DhA, BgP	-	-	0,01-10000	75-110	3-12

Sıvı tütsülenmiş balık etinde B(*a*)P oranının bulunuş miktarı sıvı tütsünün yoğunluğu ve uygulama süresi de oldukça önemli olduğu tespit edilmiştir. 15, 30, 45 ve 60 dakika sıvı tütsüye daldırılmış olan balık etlerinden en yüksek B(*a*)P oranı 60 dakika daldırılan grupta (3,2 ng g^{-1}) bulunmuştur. Ancak bu oranın kabul edilebilir düzeylerde olduğu belirtilmiştir (Siskos vd. 2005). Benzer bulgular pek çok çalışmada tespit edilmiştir (White vd. 1971, Serot vd. 2004, Visciano vd. 2008, Dijinovic vd. 2008).

2.2.2.7 Mikrobiyal faaliyetler üzerine etkileri

Mikrobiyal gelişim balık bozunmasında pH değişimleri, kimyasal reaksiyonlar ve dolayısı ile kokuşmanın sorumlularındveır. Balık etinde oluşan mikrobiyolojik gelişmeler balığın işlenmeden önce taşıdığı mikrobiyal faunaya yani orjinine büyük orvea bağlı olabilmektedir. Bunun yanı sıra işleme süreci boyunca ve depolama koşulları mikrobiyal gelişmeleri durdurucu, engelleyici ya da desteleyici olabilmektedir (Huis in't Veld 1996, Lyhs vd. 2001). Mikrobiyal gelişmeyi durdurmak ya da engellemek için günümüzde işletmeler oldukça geniş teknolojik imkânlara sahip bulunmaktadır. Bunların başında vakum paketleme, soğuk zincir destekleyici taşıma sistemleri, soğuk muhafaza ve derin dondurma gelmektedir (Yanar vd. 2006) (Şekil 2.4). Sikorski ve Kolodziejska (2002) tuz oranının artması ile mikrobiyal gelişimin önemli orvea azalacağını bildirmiştir.



Şekil 2.4 Gıda işlemesi, sıcaklık, bakteri üremesi arasındaki ilişki (Güler ve Çobanoğlu 1994)

Vakum paketlenmiş sıcak tütsülenmiş alabalıkların buzdolabı koşullarında 48 günlük depolama sonrasında toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısındaki değişim zamana bağlı olarak önemli değişimler göstermiştir. Depolamanın başlangıcında 4 log CFU/g değerinde iken hızla artarak 8. günde 6,79 log CFU/g değerine ulaşmış ve önemli olmayan dalgalanmalar göstererek depolamanın 48. Gününde 7,36 log CFU/g değerine ulaşmıştır. Toplam psikrofil aerobik bakteri sayısı (TPAB) ise zamana bağlı olarak önemli değişimler göstermiştir (Çizelge 2.14). Başlangıçta 3,82 log CFU/g olan TPAB sayısı depolama sonunda 6,25 log CFU/g değerine ulaşmış olduğu ve laktik asit bakteri sayısının (LAB) ise depolamanın başlangıcında 3,14 log CFU/g iken depolama sonunda 7,05 log CFU/g değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya 1998).

Çizelge 2.14 Sıcak tütsülemenin +4 ^{o}C'da depolanmış alabalıkların TMAB, TPAB ve LAB (log CFU/g) değeri üzerine etkisi (Kolsarıcı ve Özkaya 1998)

Günler	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
TMAB*	4,32	5,60	6,79	6,83	6,88	7,48	7,65	7,67	7,43	7,58	7,64	7,13	7,36
TPAB*	3,96	4,81	5,54	5,76	6,03	6,09	6,29	5,74	5,45	5,44	5,84	6,10	6,25
LAB*	3,14	4,42	5,58	5,33	5,85	6,15	6,35	6,50	6,63	6,77	6,34	6,62	7,05

* log CFU/g

30, 45 ve 60 dakika daldırılarak %20 oranında tuzlanarak sıvı tütsülenen ve buzdolabı koşullarında depolanan *Salmo gairdnerii* örneklerinin TMAB değeri başlangıçta ortalama $5,3x10^3$ CFU/g olarak bulunmuş ve ilk 14 gün boyunca önemli değişimler gözlenmemiştir. Ancak bu aşamadan sonra özellikle 30 dakika daldırılan grupta $1,8x10^6$ oranında bir artış tespit edilmiş fakat bu durum duyusal olarak reddedilmeye neden olmamıştır. 60 dakika daldırılan grup ise en yüksek raf ömrüne sahip olduğundan sıvı tütsülemenin mikrobiyal gelişimi sınırladığı belirtilmiştir (Siskos vd. 2007).

TMAB sayılarının değerlendirildiği çalışmalardan Dondero vd. (2004), 0^{o} C'de depoladığı soğuk tütsülenmiş salmonların 26. günde $174x10^3$ CFU/g' a ulaştığını tespit etmiştir.

Gancel vd. (1997) tütsülenmiş ve tuzlanmış vakum paketli ringa balıklarında laktik asit bakterileri hakkında yaptığı araştırmada 4^{o}C'de muhafazanın laktik asit bakterilerinin gelişimini olumsuz yönde etkilediğinin bildirmiştir.

Tütsülenmiş ürünlerde listeriozise neden olan *Listeria monocytogenes* gelişiminin olabileceği pek çok çalışmada belirtilmiştir (Duffes 1999, Rorvik 2000, Gram 2001, Gonzales-Rodriguez vd. 2002, Vescovo 2006, Porsby vd. 2008). Bu bakteri laktik asit bakteri sayısı içinde bulunabilmektedir.

Dondero vd. (2004) vakum paketli soğuk tütsülenmiş *Salmo salar* filetolarını 0, 2, 4, 6 ve 8^{o}C'de depolamış ve toplam aerobik bakteri sayısının başlangıçta 150-174x10^{3}, depolamanın 26, 21, 20, 10 ve 7. günlerinde sırasıyla her sıcaklıkta 185x10^{4}, 303x10^{5}, 450x10^{4}, < 300x10^{6} ve 760x10^{3} CFU/g olarak tespit etmiştir. Buna göre sıcaklık arttıkça mikrobiyal gelişimde artmıştır. Aynı çalışmada toplam anaerobik bakteri sayısının aynı günlerde aynı sıcaklık değerleri için sırası ile 196x10^{4}, 220x10^{4}, 380x10^{4}, <300x10^{3} ve 590x10^{3} CFU/g olarak bulunmuştur. Toplam aerobik bakteri sayısı ile toplam anaerobik bakteri sayısı arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Che Man ve Ramadas (1998), 5^{o}C'de depolanan vakum paketli balık filetolarında gelişen toplam bakteri miktarının düşük oksijenli paketlemeden daha fazla modifiye atmosfer paketlemeden ise daha az olduğunu vurgulamıştır. Dimitriadou vd. (2008), sıvı tütsülenmiş *Salmo gairdnerii* filetolarının çiğ TMAB sayısının 5,9x10^{5} CFU/g olduğunu tütsüleme işleminden sonra bu değerin 25 CFU/g'ye düştüğünü tespit etmişlerdir. Araştırmalar +4 ^{o}C'de depolanan örneklerin TMAB sayısı 7. günde değişim göstermezken 14. günde 6x10^{2} CFU/g'ye çıktığı ve bunun depolama süresince orantılı bir şekilde arttığını, depolamanın son günlerinde ise oldukça yüksek seviyelere çıktığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, LAB sayısının TMAB sayısı gibi başlangıçta 30 CFU/g gibi düşük bir değere sahip olduğunu 98. Günde ise 1,8x10^{2} CFU/g'ye ulaştığını belirtmiştir. Eğer hijyenik proses kurallarına uyulup kaliteli tütsüleme yapılırsa sıvı tütsüleme ile mikrobiyolojik açıdan kaliteli sonuçlar elde edilebileceği vurgulanmıştır.

Cardinal vd. (2004) farklı ticari işletmeler ait soğuk tütsülenmiş balık filetolarında toplam psikrofil bakteri sayısının gruplar arsında oldukça farklı olduğunu belirtmiş ve bunun ticari işletmelerdeki soğuk tütsüleme proseslerinin benzer olmaması ile işletmelerdeki sanitasyon farklılığından kaynaklveığını vurgulamıştır. Aynı sonuçlar Espe vd. (2004)'ın yaptığı çalışmada da bulunmuştur.

Tütsülenmiş ürünlerde oluşan diğer bakteriler hakkında pek çok çalışma yapılmıştır (Hansen vd. 1996, Gram ve Huss 1996, Huss 1997, Joffraud ve Leroi 2001, Cayre vd. 2003, Joffraud vd. 2006).

2.2.2.8 Tuz içeriği üzerine etkileri

Tütsülenmiş balığa lezzetini veren bir diğer aroma tuz içeriğidir. Tuz yalnızca lezzet verme amaçlı değil aynı zamvea suyun uzaklaştırılması ile mikrobiyal gelişimi sınırlveırmak ve ete sertlik kazveırma amaçlı kullanılmaktadır. Tütsüleme işleminde kullanılan tuz teknikleri kuru tuzlama ve yaş tuzlama (salamura) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kuru tuzlama tekniğinde balık eti üzerine kuru tuz eklenerek tuzun ete geçmesi sağlanarak suyu uzaklaştırma temeline dayanmaktadır. Ancak kuru tuzlamada kullanılan tuz/balık oranları yöresel tekniklere ve arzulanan lezzete göre değişmektedir. Kuru tuzlama tekniğinin en önemli dezavantajı ete tuzun homojen bir biçimde geçmemesidir. Yaş tuzlama ise belirli miktar tuz ile suyun karıştırılması ile elde edilen solüsyona balıketlerinin belli bir süre ve sıcaklıkta bekletilmesi temeline dayanmaktadır. Ancak yaş tuzlamada kullanılan tuz oranları, sıcaklık ve süreleri aynen kuru tuzlama tekniğinde olduğu gibi belli bir stvearda sahip değildir. Bu konu ile ilgili müşteri arzusu ya da yörenin yönetimlerinin belirlediği kurallar gözetilebilmektedir. Örneğin balık etinin içermesi gereken tuz miktarının ülkemizde %3'ten daha az olmaması istenmektedir (Anonim 2000).

Tuzun ete geçişi balık etinin kalınlığı ile de ilişkilidir. Etin kalın olması tuzun daha uzun süreli etin merkezine geçmesine neden olmaktadır (Çizelge 2.15). Tuzlama işlemi esnasında hem ortamın sıcaklığı hem yaş tuzlamada salamura suyunun sıcaklığı etkili

olmaktadır. Tuzun sıcak suda eritilmesi ile elde edilen tuzluluk değeri ile soğuk suda elde edilen eriyiğin tuzluluk değeri arasında fark bulunmaktadır. Yüksek sıcaklık daha fazla tuzun emilimini sağlamakla beraber bakteriyel gelişimi ve çevresel kontaminasyonu da artırmaktadır. Bu nedenle düşük sıcaklıklarda tuzlama işleminin yapılması önerilmektedir (Göğüş 1988). Tuz oranının artması ile elde edilen üründeki ham kül oranı da doğrusal olarak artmaktadır.

Çizelge 2.15 Farklı sıcaklık ve sürede morina etinde (2.5 cm) tuz emilim oranı (Göğüş 1988)

Sıcaklık	I.Gün	II.Gün	III.Gün
4.4^{o}C	%1.1	%4	%14.1
10^{o}C	%4.8	58.6	%15.2

Sigurgisladottir vd. (2000)'in yaptığı çalışmaya göre tuzlama aşaması için kullanılan tuz oranı arttıkça et verimi pişirmenin de etkisi ile su kaybının artmasından ötürü azalmaktadır (Çizelge 2.16). Bu yapılan diğer çalışmalar ile de desteklenmektedir (Ofstad vd.1995, Cardinal vd. 2001, Yanar vd. 2006, Siskos vd. 2007, Günlü 2007, Dimitriadou vd. 2008).

Çizelge 2.16 Tuzlama ve tütsüleme sonrası salmon filetolarında et verimi (Sigurgisladottir vd. 2000)

	Okyanus avcılığı ile elde edilen salmonlar (Haziran 1998)		Yetiştirme çiftliğinden elde edilen salmonlar (Ocak 1998)		Yetiştirme çiftliğinden elde edilen salmonlar (Nisan 1999)	
Uygulama	Et verimi (%)	Tuz içeriği (%)	Et verimi (%)	Tuz içeriği (%)	Et verimi (%)	Tuz içeriği (%)
Yaş tuzlama, sıcaklık 20^{o}C	90,9±1,7	3,9±0,8	94,6±0,7	2,8±0,5	94,2±0,5	3,2±0,4
Yaş tuzlama, sıcaklık 30 ^{o}C	91,3±1,4	3,6±0,6	95,0±0,6	2,7±0,5	95,0±0,5	3,2±0,4
Kuru tuzlama, sıcaklık 20 ^{o}C	88,8±1,3	3,3±0,4	92,2±0,7	2,4±0,3	91,1±0,8	3,1±0,3
Kuru tuzlama, sıcaklık 30 ^{o}C	89,2±0,8	3,4±0,4	92,7±0,4	2,3±0,2	93,1±0,9	2,7±0,3
Kuru tuzlama, elektrostatik tütsüleme	89,1±0,5	3,5±0,4	94,1±0,8	2,6±0,4	93,6±0,9	2,7±0,4

2.2.2.9 Duyusal kabul edilebilirlik üzerine etkileri

Duyusal kabul edilebilirlik ticari bir ürünün en önemli sınırlveırıcısıdır. Çünkü elde edilen ürün en nihayetinde insan tüketimine sunulacağından pek çok analiz sonucunun kabul edilebilir seviyede olmasına rağmen, duyusal kabul edilebilirliği sağlanamamış ürünün ticari anlamda değerlendirilebilmesi olanaksızdır. Özellikle yeni işlem uygulamalarında elde edilen ürünler mutlaka duyusal değerlendirilmeye tabi tutulmalıdır (Cardinal vd. 2004).

Tütsülenmiş ürünlerde aranan özellikler çiğnenebilirlik, sertlik, lezzet, koku ve tütsüye özgü görüntüsü ile ilgili olmaktadır. Bu parametreler çeşitli skalalara dayanılarak yapılmaktadır. Bu skalalar 1-9 yada 1-5 aralığında puanları içermekte ve sonuçlar ürünün çok iyi, iyi, kötü ya da tüketilemez olarak tanımlanmasını sağlar (Kolsarıcı ve Özkaya 2004, Yanar 2006).

Kolsarıcı ve Özkaya'nın vakum paketlenmiş sıcak tütsülenmiş alabalıkların +4±1^{o}C' de 48 günlük depolama boyunca duyusal kalite değişimi incelemeleri sonucunda 1. ve 16. günden sonraki bütün periyotlar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P> 0,01). Depolamanın 44. gününden sonra tadında yavanlaşma, duman tadının azalmış olduğu ve ekşiyerek duyusal özelliklerinin yitirdiği ve 48. günden sonra ise tamamen tüketim dışı kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 2.17).

Çizelge 2.17 Sıcak tütsülemenin +4 ^{o}C'da depolanmış alabalıkların duyusal kalite özellikleri üzerine etkisi (Kolsarıcı ve Özkaya 1998)

Gün	1	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Görünüş	8,6	8,5	8,4	8,4	7,8	6,8	6,6	6,0	5,0	4,8	4,7	4,3	4,3
Tekstür	8,8	8,2	8,2	8,2	7,2	7,0	6,2	5,6	4,3	4,1	4,0	3,9	3,7
Lezzet	8,9	7,6	7,6	7,6	7,4	6,4	5,4	5,3	4,4	4,1	4,0	3,6	3,2
G beğeni	8,9	7,9	7,9	7,9	7,4	6,4	6,0	5,7	4,4	4,2	4,0	4,0	3,9

Ringa ve uskumru balıklarının geleneksel ve sıvı tütsülemelerinin ardından duyusal özellikleri incelendiğinde (Çizelge 2.18) her iki tütsüleme tekniğinin de yakın değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Polat 1996).

Çizelge 2.18 Geleneksel ve sıvı tütsülenmiş ringa ve uskumru balıklarının duyusal özelliklerinin değişimi (Polat 1996)

Duyusal parametreler	Ringa		Uskumru	
	Geleneksel	Sıvı	Geleneksel	Sıvı
Görünüş	8,0±0,4	8,7±0,6	8,3±0,6	8,2±0,3
Koku	7,5±0,3	7,3±0,5	7,6±0,2	7,4±0,7
Tat	8,0±0,7	7,8±0,4	8,1±0,4	8,3±0,3
Geleneksel	8,2±0,5	8,0±0,6	8,0±0,6	8,2±0,7

Tuz oranları değiştirilerek sıcak tütsülenmiş tilapya balıklarının buzdolabı koşullarında depolanmalarının duyusal özellikler üzerine etkileri zamana bağlı olarak tüketim özelliklerinin 35. günden sonra azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalmanın tuz oranlarına göre %5 olan grupta %15 olan gruba göre daha hızlı geliştiği, ancak duyusal kabul edilebilirliğin %5 oranlı grupta daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Yanar 2006).

30, 45 ve 60 dakika daldırılarak %20 oranında tuzlanarak sıvı tütsülenen ve buzdolabı koşullarında depolanan *Salmo gairdnerii* örneklerinin tütsü aroması, sertlik ve çiğnenebilirlik üzerine yapılan duyusal değerlendirmede panelistler en yüksek puanları 30 dakika daldırılan gruba vermişlerdir (Siskos vd. 2007).

Simon vd. (2005)'in yaptığı çalışmada kullveığı sıvı tütsünün içeriğindeki maddelerin duyusal özelliklerini tanımlamıştır (Çizelge 2.19).

Çizelge 2.19 Bir ticari sıvı tütsüde bulunan duyusal içerikler (Simon vd. 2005)

İçerik	**Tat**
α-terpineol	Tatlı, çiçeksi, leylak kokusu
3-heksenilbutanot	Şarapsı, yeşil konyaksı, belirgin tereyağı tadı
4-metilguajakol	Baharatlı, aromatik, tatlı, duman kokusu, karamel, vanilyamsı
linalol	Hafif lavanta tadı
Cis-linalol oksid	Çiçeksi, lavanta
5-hidroksi-1,8-sineol	Çiçeksi
Terpinen-4-ol	Biber, odunsu, topraksı, küf kokulu
Endo-borneol	Kâfur ağacı, topraksı, çam
2H-1-benzopiren-2-bir	Itırlı, vanilyamsı, yanık tadı
guaikol	Fenolik, baharatlı, acı biber, tatlı, kuru, dumansı
4-metoksiguajakol	Fenolik, dumansı, yanık, viski, kuru, acı biber
i-ögenol	Tatlı meyvemsi, hafif dumansı, kuru, acı biber
o-kresol	Yoğun dumansı, tatlı, yanık tadı

Sigurgisladottir vd. (2000), farklı tuzlama ve tütsüleme tekniklerinin balık etinin mikrotekstürü üzerine etkilerini incelediği araştırmada yaş tuzlamanın çiğnenebilirlik üzerine kuru tuzlamadan daha pozitif etkiler kazveırdığını vurgulamıştır.

Sıvı tütsülenmiş vakum paket (VP) ve modifiye atmosfer paketleme (MAP) yapılmış kılıç balığının raf ömrünü araştıran Muratore ve Licciardello (2005), uzun süreli depolamada vakum paketli ürünlerin tazelik, parlaklık, tütsü kokusu, tütsü lezzeti çiğnenebilirlik ve elastikiyetinin MAP'a göre daha iyi olduğunu tespit etmiştir (Çizelge 2.20).

Çizelge 2.20 Sıvı tütsülenmiş vakum paket (VP) ve modifiye atmosfer paketleme (MAP) yapılmış kılıç balığının duyusal analiz sonuçları (Muratore ve Licciardello 2005)

	Günler	0	3	6	9	12	15	21	27	33	39	45
Tazelik	VA	6,5	6,7	6,3	6,2	6,0	6,1	5,7	5,4	5,0	4,4	3,6
	MAP	6,5	5,7	5,3	5,1	4,6	4,4	-	-	-	-	-
Parlaklık	VA	5,0	6,0	6,0	5,6	5,9	6,7	6,0	5,1	4,4	3,7	3,4
	MAP	5,0	5,2	5,0	5,1	4,0	5,3	-	-	-	-	-
Tütsü kokusu	VA	7,3	5,9	5,7	5,6	5,3	7,0	6,7	6,6	5,9	5,4	4,6
	MAP	7,3	5,7	5,8	5,1	3,8	4,4	-	-	-	-	-
Tütsü lezzeti	VA	1,2	1,4	1,4	2,3	2,3	1,9	2,3	2,0	2,5	3,2	4,2
	MAP	1,2	1,3	2,2	2,6	6,4	6,1	-	-	-	-	-
Çiğnenebilirlik	VA	6,8	7,7	6,8	6,1	6,6	5,9	5,1	5,4	5,0	4,3	3,4
	MAP	6,8	6,9	7,2	6,4	5,9	4,6	-	-	-	-	-
Elastikiyet	VA	6,3	4,3	4,4	4,4	4,3	3,5	3,5	4,1	4,0	3,4	3,2
	MAP	6,3	5,2	4,8	4,7	3,4	4,3	-	-	-	-	-

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Balık materyali

Çalışmada kullanılan balık materyali ALBA Su Ürünleri Ltd. Şirketi'nin Kemer Baraj Gölü (Aydın- Bozdoğan)'nde bulunan gökkuşağı alabalığı kafes işletmesinden temin edilmiştir. Alınan balıklar fiberglass tanklar içine buz eklendikten sonra yerleştirilerek ALBA Su Ürünleri Ltd. Şirketi'nin Aydın-Bozdoğan mevkiinde bulunan tütsüleme fabrikasına getirilen 200-250 gr ağırlığındaki 600 adet balık ve soğuk zincir kırılmadan fabrikanın ürün kabul bölümünde bulunan soğuk muhafaza odasına aktarılmıştır.

3.1.2 Sıvı tütsü

Çalışmada kullanılan ticari sıvı tütsü gıda katkı maddeleri pazarlayan yerel bir firmadan (GMT Gıda Ltd. Şti.) temin edilmiştir. Bu ticari sıvı tütsü, sıcak tütsülemede kullanılan meşe odun dumanı ile aynı karaktere sahip olması amacı ile meşe ağacından elde edilen ticari bir sıvı tütsü seçilmiştir.

3.1.3 Tütsüleme işlemlerinde kullanılan fırınlar ve ekipmanları

Çalışmada 3 adet 200x120x100 ebatlarında çift kapılı sıcak tütsüleme fırını kullanılmıştır. Fırınlar, her biri üstünde askılanmış 10 adet balık bulunan 20 adet şişin takılabileceği haznelerin geçirilebileceği bir çift raya sahiptir. Bu hazneler kurutma odalarından 6 katlı çelik aksamlı arabalar ile önce fırının önüne ve pişirmeden sonra soğutma odalarına taşınmışlardır. Sıvı tütsüleme işleminde kullanılan fırın ise endüstriyel, sıcaklığı ayarlanabilen ve 60x40 ebatlarında 4 adet tepsiyi alabilme kapasitesine sahiptir.

3.1.4 Salamurada kullanılan tuz

Çalışmada salamura için, 40 kg'lık çuvallarda nemsiz ve temiz ortamda depolan tuz; ticari, iri taneli kaya tuzu kullanılmıştır. Salamura içme suyu ile 30x70x40 ebatlarında dikdörtgen kasalar içerisinde hazırlanmıştır.

3.1.5 Sıcak tütsülemede kullanılan talaş

Sıcak tütsüleme uygulamasında kullanılan odun talaşı meşe ağacından elde edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Balık örneklerinin hazırlanması

3.2.1.1 İç organ çıkarma

Fabrikanın soğuk muhafaza odasında bekletilen balıklar iç organları çıkarılmak üzere iç organ çıkarma makinesi içine aktarıldı (Şekil 3.1). Ortam sıcaklığı 17^{o}C olan ortamda iç organları çıkarılan balıklar ön yıkama işleminden geçirilerek salamura solüsyonuna aktarılmak üzere sıcak tütsüleme (TS) ve sıvı tütsüleme (LS) yapılacak gruplara ayrılmıştır.



Şekil 3.1 İç organ çıkarma makinesi

3.2.1.2 Sıcak tütsüleme için balık örneklerinin hazırlanması

3.2.1.2.2 Yaş tuzlama

Sıcak tütsüleme (TS) işlemi uygulanacak 300 adet balık iki farklı grup için üçer tekerrür sağlanması için 50şerli altı ayrı gruba ayrılmıştır. Bu gruplardan üçü %36 tuz içeren salamuraya (TS1), diğer üçü ise %70 tuz içeren salamuraya (TS2) homojen dağılım sağlayacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu iki tuz oranının şeçilmesi ile Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın belirlediği tütsülenmiş balık etinin ihtiva etmesi gereken %3'lük tuz miktarı sağlanabilmiş ve iki farklı konsantrasyonun etkileri incelenebilmiştir. Bu şekilde hazırlanan salamura grupları 4^{o}C'de 4 saat bekletilmek üzere soğuk muhafaza odasına alınmıştır.

3.2.1.2.3 Kurutma

4^{o}C'de 4 saat bekletilen balıklar her bir grup ayrı ayrı olmak üzere onarlı gruplar halinde şişlere aktarılmak üzere şişleme tezgâhına getirilerek şişlere geçirilmişlerdir (Şekil 3.2). Şişlenen her grup fırın arabalarına aktarılarak ön kurutma işlemi için kurutma alanına alınmışlardır. Kurutma alanında bekletilen örnekler yüzeyleri el ile kontrol edilerek kurumaları beklenmiştir. Yaklaşık olarak 20 dk sonra yüzeyleri kuruyan balıklar, içinde meşe ağacı talaşı ve odunu alevlendirilmiş olan fırınlara sürülmüş 5-8 dk kadar etlerden bir miktar daha nemin uzaklaştırılması sağlanarak sıkılaşması beklenip kurutma işlemi tamamlanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2 Balık örneklerinin şişlere aktarılması



Şekil 3.3 Balık örneklerinin fırında kurutma işlemi ve fırınların hazırlanması

3.2.1.2.4 Sıcak tütsüleme

Meşe ağacı talaşı ve odununun yakıldığı fırınlarda kurutma işlemi tamamlanmış olan balıklar, fırın kapakları kapatılarak ateşin boğularak duman haline gelmesi sağlanarak ilk dumanlama işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk dumanlama işlemi dumanın yoğunluğunu kaybetmeye başladığı 15. dakikaya kadar sürmüştür. Bu işlemden sonra balıkların üzerinde ve fırında yoğun su damlacıklarının oluşmaması, balıkların sıkılığını kaybedip şişlerden sıyrılmalarını engellemek ve ateşi tekrar harlveırıp yeni duman oluşturmak için fırın kapakları açılmıştır. Fırın kapakları açıldıktan sonra saplamalı termometre ile balıkların iç sıcaklıkları istenilen seviye olan 75-80^{o}C'ye ulaşıp ulaşmadığı ölçülmüştür. 2 dk kadar açık kalan kapılar tekrar kapatılarak ikinci dumanlama işlemi uygulanmıştır. 10-12 dk sonra kapaklar tekrar açılarak sıcaklık kontrolü yapılmış ardından kapılar tekrar kapatılmıştır. Üçüncü dumanlama işleminden sonra yaklaşık 30-40 dk içinde fırın sıcaklığı 120-130^{o}C'a balıkların iç sıcaklığı ise 75-80^{o}C'ye ulaştığından fırından çıkarılarak fırın arabalarına yerleştirilmiştir. Ortamdaki dumanı uzaklaştırmak için aspiratörler çalıştırılmıştır.

3.2.1.3 Sıvı tütsüleme için balık örneklerinin hazırlanması

3.2.1.3.1 Yaş tuzlama ve sıvı tütsüleme

Sıvı tütsüleme tekniğinde uygulanan tuzlama işlemi tütsüleme işlemi ile aynı solüsyon içerisinde yapılmaktadır. İç organları çıkarılmış 300 adet balık iki farklı grup için üçer tekerrür sağlanması için 50 şerli altı ayrı gruba ayrılmıştır. %36 ve %70'lik salamuralar içerisine litreye 100 ml ticari meşe sıvı tütsüsü eklenerek iyice karıştırılmıştır (Şekil 3.4). Hazırlanan gruplardan üçü %36 tuz içeren salamuraya (LS1), diğer üçü ise %70 tuz içeren salamuraya (LS2) homojen dağılım sağlayacak şekilde yerleştirilmiştir. Hazırlanan salamura grupları 4^{o}C'de 4 saat bekletilmek üzere soğuk muhafaza odasına alınmıştır.



Şekil 3.4 Sıvı tütsüleme ve yaş tuzlama solüsyonun hazırlanması

3.2.1.3.2 Kurutma

4^{o}C'de 4 saat salamurada bekletilen sıvı tütsülenmiş balıklar kurutma işlemi için şişlere geçirilerek fırın arabalarına yerleştirilmişlerdir. Yaklaşık 25 dk sonra yüzeyleri iyice kuruyan balık filetoları şişlerden çıkarılarak endüstriyel fırın tepsileri içerisine yerleştirilmişlerdir.

3.2.1.3.3 Pişirme

Kurutulmuş ve tepsilere dizilmiş balıklar 120-130^{o}C'ye ayarlanmış endüstriyel fırınlara aktarılarak merkez sıcaklıkları 75-80^{o}C'ye ulaşıncaya kadar düzenli olarak saplamalı termometre ile ölçümleri yapılarak pişirilmişlerdir.

3.2.1.4 Soğutma

Sıcak tütsülenmiş ve sıvı tütsülenmiş balıklar fırınlarda pişirilme işlemleri tamamlveıktan sonra (Şekil 3.5) ön soğutma için fabrika içerisinde bulunan dinlendirme odasına alınmıştır. Bu odanın sıcaklığı 20-24^{o}C'dir. Burada 30 dakika dinlendirilen balıklar fileto alanına aktarılmak üzere 4^{o}C'ye ayarlanmış soğuk bekletme odasına alınmışlardır.



Şekil 3.5 Sıcak tütsülenmiş balıkların fırından çıkarılması (www.albafish.net, 2009)

3.2.1.5 Fileto çıkarma

Soğukta bekletilen balık örnekleri (Şekil 3.6-3.7) fileto çıkarma tezgâhlarına gruplara ayrılarak aktarılmıştır. Filetoları çıkarılacak olan balıkların dorsali boyunca kaudal yüzgecinden itibaren yatay bir açı ile baş kısmına kadar kesilip iki ayrı parçaya ayrılmıştır (Şekil 3.8). Ayrılan parçalardan omurganın bulunduğu kanatta omurga kaudal yüzgeçten tutularak hızlıca çekilip uzaklaştırılmıştır. Kafa kesildikten sonra kullanılan bıçağın ucu yardımı ile her iki parçada da gövde kaslarında kalan kılçıklar

uzaklaştırılmıştır. Balık etindeki iskelet yapılar ayıklveıktan sonra parçalar ters çevrilerek deri kaudal pedinkülden hızla çekilerek uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.9). Hazırlanan iki parçalı fileto vakum paketleme için kullanılan poşet içerisine küçük ince köpük tepsilere yerleştirilerek vakum paketleme alanına aktarılmıştır.



Şekil 3.6 Sıcak tütsülemiş balık örnekleri



Şekil 3.7 Sıvı tütsülenmiş balık örnekleri



Şekil 3.8 Balık örneklerinin iki parça filetoya ayrılması



Şekil 3.9 Balık örneklerinden derinin uzaklaştırılması

3.2.1.6 Vakum paketleme

Çalışmada Multivac marka C500 serisi vakum paketleme cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.10). Vakum paketlemede her baskıda 8 paketleme yapılmıştır.



Şekil 3.11 Çalışmada kullanılan vakum paketleme cihazı
(http://www.multivac.com/com/C-500.940.0.html ,2010)



Şekil 3.11 Vakum paketlenmiş balık örnekleri

3.2.1.7 Depolama

Vakum paketlenmiş balık örnekleri (Şekil 3.14-17) taşıma araçlarına alınarak hiç bekletilmeden 4^{o}C'de depolanmıştır. Bu aşamada analizler için balıklar soğuk zincir kırılmadan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü'ne taşınarak aynı sıcaklıkta Samsung-Cool Teck markalı dijital sıcaklık ayarlama özelliğine sahip buzdolabında çalışma süresince depolanmıştır (Şekil 3.12-3.13).



Şekil 3.12 Depolamada kullanılan buzdolabı



Şekil 3.13 Depolamada kullanılan buzdolabının sıcaklık kontrol paneli



Şekil 3.14 %70 oranında tuzlanarak sıvı tütsülenmiş balık örnekleri



Şekil 3.15 %36 oranında tuzlanarak sıvı tütsülenmiş balık örnekleri



Şekil 3.16 %36 oranında tuzlanarak sıcak tütsülenmiş balık örnekleri



Şekil 3.17 %70 oranında tuzlanarak sıcak tütsülenmiş balık örnekleri

3.2.2 Fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.2.1 Protein analizi

Protein analizi Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. İki gram balık eti alınarak homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen örnek Kjeldahl balonuna konulmuştur. Her bir Kjeldahl balonuna 2'şer adet Kjeltab [3,5 g K_2SO_4 + 0,4 g bakır sülfat ($CuSO_4$)] hazır kapsül konulduktan sonra 20 ml %98'lik sülfürik asit (H_2SO_4) eklenip yakma ünitesine bağlanarak yakma işlemine tabi tutulmuştur.

Yakma işleminde sıcaklık önce 160 ºC olarak, 10 dk sonra 300 ºC olacak şekilde ayarlanmıştır. Yakma işlemi devam ederken ayrı bir yerde erlenmayer içerisine her bir örnek için 50 ml 0.1N H_2SO_4 üzerine bir miktar destile su ve 3 damla fenolfitaleyn indikatör çözeltisi ilave edilmiştir. Bir saatlik yakma işlemi tamamlveıktan sonra destilasyon işlemine geçilmiştir. Hazırlanan çözeltiler destilasyon ünitesinin destilat toplama kısmına yerleştirilip destilasyon işlemine başlanmıştır. Destilasyon tamamlveıktan sonra erlenler 0,1 N NaOH ile açık pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda sarf edilen 0,1 N NaOH miktarı belirlendikten sonra aşağıdaki formül ile protein miktarı hesaplanmıştır (Norwitz 1970).

$$\text{Ham Protein (\%)} = \frac{[(\text{Alınan } 0{,}1 \text{ N } H_2SO_4 \text{ ml}) - (\text{Sarfiyat } 0{,}1 \text{ N NaOH ml})] \times 0{,}14 \times 6{,}25}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.2.2 Yağ analizi

Etüvde kurutulan örneklerden 3'er g alınarak ektsraksiyon kartuşlarına konulmuştur. Cihaza yerleştirilen örnekler petrol eteri ile 45 dakika yağ çözme işlemine tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda örnek içerisindeki yağ cam kartuşlara toplanır. Toplanan

yağ cam kartuşlar ile tartılmıştır. İlk tartım ile arasındaki fark alınarak yağ miktarı bulunarak, bu miktar balığın kuru madde miktarına oranlanarak % yağ oranı hesaplanmıştır (Norwitz 1970).

3.2.2.3 Nem analizi

Nem ve kuru madde tayininde Norwizt (1970)'e göre yapılmıştır. Sabit tartıma getirilen kuru madde kaplarına yaklaşık 2' şer g örnek koyulmuş ve etüvde tekrar sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Suyun buharlaşması sonucu meydana gelen ağırlık farkından aşağıdaki formüle göre su ve kuru madde miktarı belirlenmiştir.

Su (%) = (a / b) x 100 a: örnek miktarı (g) b: ağırlık farkı (g)

3.2.2.4 pH analizi

Alınan 10 g örnek 20 ml saf suda homojenize edildikten sonra pH probu daldırılarak elektronik pH metre ile ölçüm yapılmıştır.

3.2.2.5 TVB-N analizi

Total volatil bazik azot tayini; makro kjeldahl destilasyon cihazındaki balonun içine 10 g kıyma yapılmış balık, 2 g magnezyum oksit, 300 mL çeşme suyu ve oluşabilecek fazla köpüğe engel olmak için birkaç sünger taşı atılmıştır. Diğer taraftan destilatın toplanacağı erlenmayerin içine %2 borikasit solüsyonundan 25 mL ve birkaç damla metilred indikatörü konulmuştur. Balık numuneleri magnezyum oksit, su ve sünger taşı ile destilasyon balonuna koyduktan ve geri soğutucuya bağlveıktan sonra, balon içeriği 10 dakikada kaynayacak şekilde ısıtıcı ayarlanmıştır. Bu şekilde 25 dakika kaynatılmıştır. Daha sonra soğutucu saf su ile yıkanmış ve sular toplama erlanmayerine alınmıştır. Destilat 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Aynı zamvea bir kör deneyde sarf edilen 0,1 N NaOH miktarından esas numunede sarf edilen 0,1 N NaOH miktarı

çıkarılmıştır, TVB tarafından tutulmuş olan HCl'nin mL sayısı 14 ile çarpılarak 100 g balıkta mevcut TVB'nin azot cinsinden mg miktarı bulunmuştur (Ludorf ve Mayer 1973).

3.2.2.6 Tuz analizi

Tuz analizi MOHR yöntemine göre yapılmıştır. Yönteme göre 10 g örnek üzerine 100 mL saf su eklenip blenderde iyice parçalanır ve süzülür. 10 mL süzüntü alınıp üzerine 10 damla potasyum kromat eklenerek açık sarı renk elde edilir. Büretten yavaş olarak ve karıştırılarak gümüş nitrat eklenerek titrasyon yapılır ve renk kahverengine dönüşünce titrasyon sonlveırılır. Hesaplama aşağıda ki formüle göre yapılır (Vural ve Öztan 1996).

Tuz (%)= A x 0.584 A: 0,1 N $AgNO_3$'dan harcanan miktar

3.2.3 PAH analizi

HPLC-grade asetonitril, 2-propanol, siklohekzan, hekzan, diklorometan ve bir Milli-Q system ile arıtılmış su kullanılmıştır (Millipore, Bedford, MA, USA). Benzo(a)pyren stveardının konsantrasyonu 10 ng/µL olarak sunulmuştur. Balıklarda bulunan benzo(a)pyren aşağıda anlatılan metot ile tespit edilmiştir.

Örnek iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Balık için ilk olarak 10 g numune alınıp, santrifüj tüpüne 4 gr $MgSO_4$, 1 NaCl ve 10 ml hekzan tartılıp ardından santrifüj edilmiştir. Sonra 10 mL'den 1 mL kartuşa alınıp Benzo(a)pyren kartuşu kullanılmıştır. Toplanan kısım ise atılmıştır. Bu işlemlerin ardından kartuşun altına yeni bir beher konuldu. Kartuşdan 10 mL daha (70/30 n-hekzan/diklormetan) karışımından geçirilmiştir. Toplanan bu 10 mL'lik karışım azot gazı altında tamamen uçurulmuştur. Uçurulan kısım 1 ml asetonda çözülüp ve viale alınıp HPLC cihazında okutulmuştur (Moret ve Conte 2002).

3.2.4 Mikrobiyolojik analizler

3.2.4.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri tayini

Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) tayini için Plate count agar (PCA) kullanılmıştır. 22,5 g/L agar distile su içinde eritildi. 121^{o}C'de 15 dakika sterilize dilerek steril petri kutulara 12,5 mL agar döküldü ve ardından agarın eşit orvea yayılabilmesi için petri kutuları sekiz rakamı çizilecek şekilde hareket ettirilmiştir. 25 g numune 225 mL ön zenginleştirme sıvısına (MRD) atılarak homojenize edilmiştir. Tahmin edilen mikrobiyal durumuna göre 10^{-7}'ye kadar dilusyonlar hazırlanmıştır. Bu dilusyonlar için ringer dilusyon tabletleri kullanılmıştır. Hazırlanan dilusyonlar etiket bilgileri (numune adı, dilusyon oranı, tarih, inkubasyon sıcaklığı) yazılmış olan agarlı petri kutulara her dilusyondan paralel olarak 1'er mL inoküle edilmiştir ve dilusyon sıvısının eşit orvea yayılabilmesi için petri kutuları sekiz rakamı çizilecek şekilde hareket ettirilmiştir. Hazırlanan petri kutuları 35±1^{o}C'de 48±2 saat inkubasyona, en fazla altı petri kutusu üst üste gelecek şekilde, bırakılmıştır.

İnkubasyon süresi tamamlanan örneklerin koloni sayım işlemi yapılarak kaydedilmiştir. Okunan sonuçlar aşağıdaki formüllerden uygun olan ile hesaplanmıştır.

1- Sonuçlar 25-250 koloni arasında ise;

$N= (n_1 + n_2 + altn_1 + altn_2) / [$ (petri sayısı x oranı) + (dilusyon (L) x petri sayısı)] formülü ile hesaplanmıştır.

2- 25'den az koloni üremesi gözlenirse; 25 x petri sayısı / d, formülü ile hesaplanmıştır (d: Dilusyon faktörü).

3- 250'den fazla koloni üremesi gözlenirse; veri > 250 x 10^3 kob/g(mL) şeklinde belirtilmiştir.

3.2.4.2 Toplam psikrofilik aerobik bakteri tayini

Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) tayini TMAB tayininde kullanılan metot izlenmiş yalnızca inkubasyon evresi 7 ^{o}C'de 10 günde yapılmıştır (Kolsarıcı ve Özkaya 1998).

3.2.4.3 Laktik asit bakteri tayini

Laktik asit bakteri (LAB) tayini MRS agara çift tabaka ekim yöntemi kullanılarak 37^{o}C'de 2 gün inkubasyona tabi tutularak belirlenmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya 1998).

3.2.5 Duyusal analizler

Duyusal değerlendirme, örneklerin depolveıkları buzdolabından uygun sayıda çıkarılarak herbir grubun vakum ambalajı açılıp servis tabaklarına konularak Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölüm Kütüphanesinde panelistlerin katılımı ile yapılmıştır. Panelistlerden, gruplar ve farklı uygulamalar hakkında bilgi verilmeden, örnekleri görünüş, tekstür, koku, lezzet ve genel beğeni kriterlerini esas alarak 9 puan üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir. Puanlar 7-9: çok iyi, 4-6: iyi ve 1-3: kötü olarak sınıflveırılmıştır (Kolsarıcı ve Özkaya 2008).

3.2.6 İstatistik analiz

Tüm özellikler bakımından elde edilen gözlem değerleri tesadüf parselleri deneme tertibinde faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile değerlendirilmişlerdir. Gün faktörünün 1; 15; 30; 45; 60; 75; 90; 105; 120 olmak üzere 9 seviyesi, Tütsüleme faktörünün sıcak ve sıvı olmak üzere 2 seviyesi ve tuzlama faktörünün %36 ve %70 olmak üzere 2 seviyesi dikkate alınmıştır.

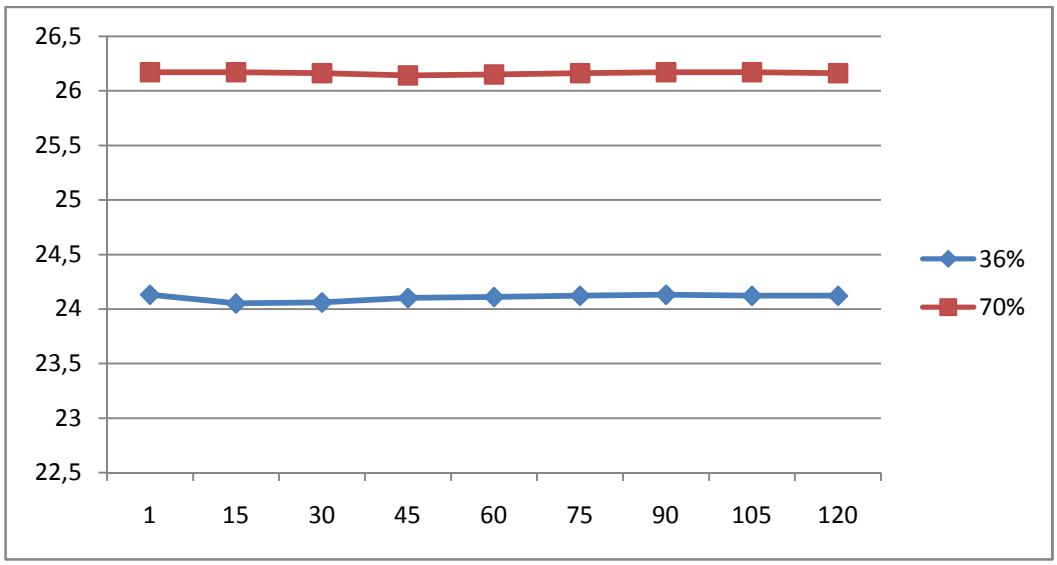
Yağ ve LAB özellikleri varyans analizinin ön şartlarını yerine getirmedikleri için öncelikle transformasyona tabi tutulmuşlardır. Yağ özelliğine Box-Cox transformasyonu, LAB özelliğine ise logaritmik transformasyon uygulanmıştır. İstatistik analizler transforme edilmiş değerler üzerinden yapılmış sonuçları ise orijinal gözlemler üzerinde sunulmuştur.

Yapılan varyans analizleri sonucunda gerekliği olduğu durumlarda farklı ortalamaların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve sonuçları söz konusu ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde belirtilmişleridir. Varyans analizleri Minitab 15.1.1, Duncan testleri ise Mstat istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Protein Analizinin Sonuçları

Protein analizi sonuçlarının istatistik olarak değerlendirilmesi ile elde edilen bulgulara göre tuz oranı ve günler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($p<0,01$). %36 ve %70 grupları arasında aynı günde elde edilen sonuçlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$) (Şekil 4.1, Çizelge 4.1). Grupların kendi içinde zamana bağlı protein oranlarının değişimleri önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Sadece %70'lik tuz oranına sahip grupta 90. günde istatistik olarak fark görülmüştür ($p<0,01$).



Şekil 4.1 Protein analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

Çizelge 4.1 Protein analizinin gün ve tuzlama oranı interaksiyonları

Tuz Oranı	GÜNLER								
	1	15	30	45	60	75	90	105	120
%36	24,13±0,080^{A1}	24,05±0,042^{AB1}	24,06±0,083^{AB1}	24,1±0,298^{A1}	24,11±0,137^{A2}	24,12±0,043^{A2}	24,13±0,014^{A1}	24,12±0,035^{A1}	24,12±0,206^{A1}
%70	26,17±0,010^{AB2}	26,17±0,028^{AB2}	26,16±0,003^{AB2}	26,14±0,003^{AB2}	26,15±0,06^{AB1}	26,16 ±0,02^{AB1}	26,17±0,016^{B2}	26,17±0,013^{AB1}	26,16±0,012^{AB2}

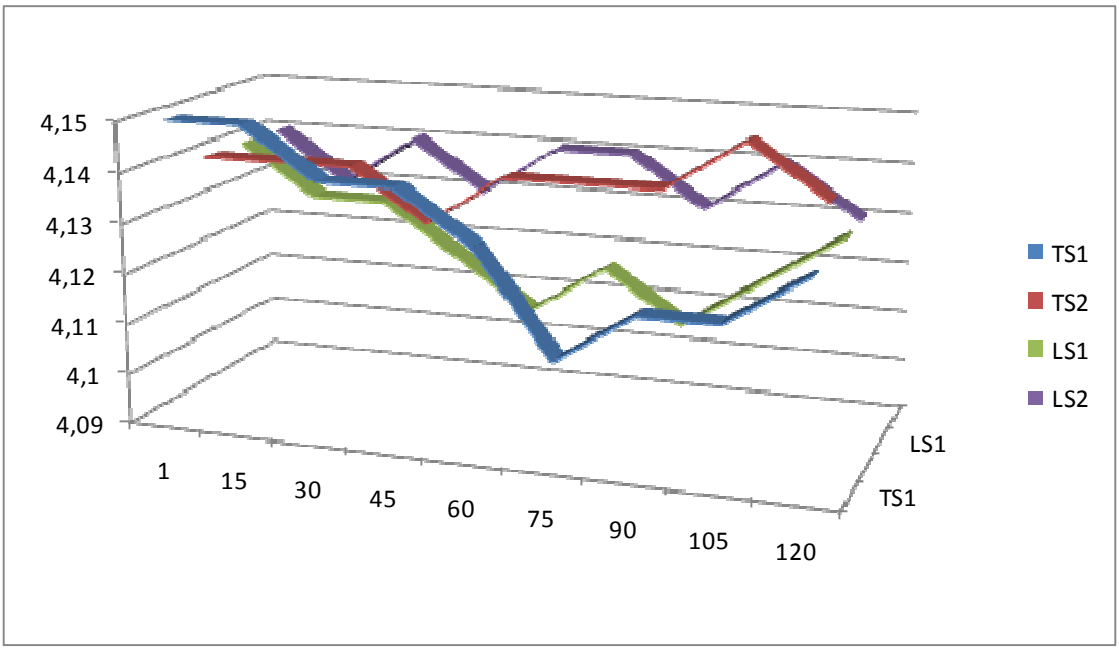
*Aynı tuz oranında farklı harfleri taşıyan protein içeriği ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı günde farklı rakamı taşıyan protein içeriği ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

4.2 Yağ Analizinin Sonuçları

Yağ özelliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Buna uygun olarak yapılan DUNCAN testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.2'de harfli gösterim şeklinde söz konusu ortalamaların yanında belirtilmiştir.

Depolama başlangıcında yağ içeriği taze alabalıkta %4,01±0,08 olarak bulunmuştur. Tütsüleme işlemlerinin ardından yağ oranında her grupta bir miktar artış olduğu gözlenmiştir ve depolama süresincede taze alabalığın yağ oranına benzerlik gösteren bir değer tespit edilmemiştir (Şekil 4.2).

Yağ analizlerinin depolama boyunca elde edilen değerlerde günler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak farklı tuzlama oranlarının yağ oranı üzerinde etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Buna göre yağ oranları her iki tütsüleme tekniğinde aynı tuz oranlarında farklılık göstermiştir. Ancak bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 4.2 Yağ analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

Çizelge 4.2 Yağ analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları

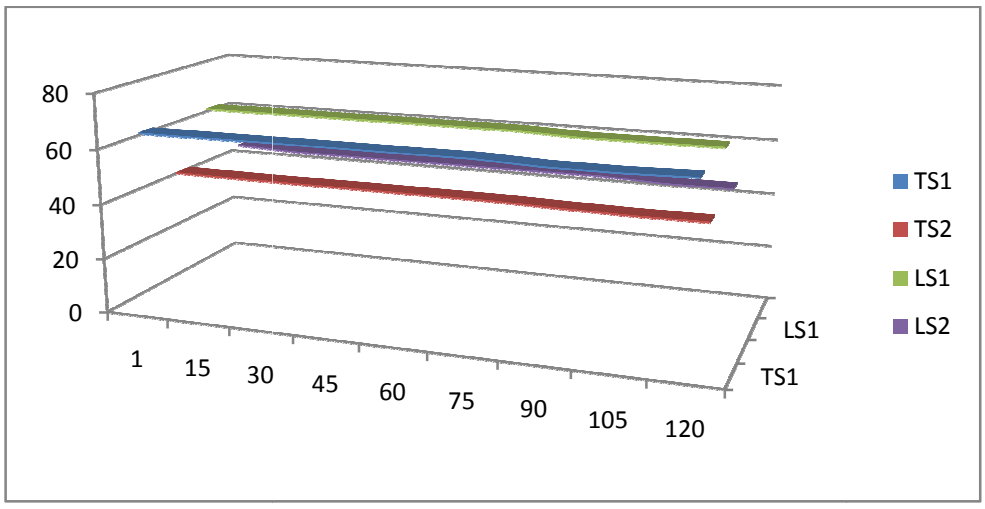
Tütsü Tekniği	Tuz Oranı	GÜNLER								
		1	15	30	45	60	75	90	105	120
Sıcak Tütsüleme	%36	4,15^{Aa2}	4,15±0,05^{Aa1}	4,140^{Aa1}	4,14^{Aa1}	4,13^{Aa1}	4,11^{Aa1}	4,12^{Aa1}	4,12^{Aa1}	4,13±0,01^{Aa1}
	%70	4,14±0,01^{Ba1}	4,14±0,28^{Ba1}	4,14±0,03^{Aa1}	4,13^{Bb1}	4,14^{Ba1}	4,14^{Ba1}	4,14^{Ba1}	4,15±0,03^{Bb1}	4,14±0,07^{Ba1}
Soğuk Tütsüleme	%36	4,14±0,05^{Aa1}	4,13±0,02^{Aa1}	4,13±0,01^{Ba1}	4,12±0,13^{Aa1}	4,11^{Aa1}	4,12^{Aa1}	4,11±0,01^{Aa1}	4,12^{Aa1}	4,13^{Aa1}
	%70	4,14^{Ba1}	4,13^{Ba1}	4,13^{Ba1}	4,13^{Ba1}	4,14^{Ba1}	4,14^{Ba1}	4,13^{Ba1}	4,14±0,02^{Bb1}	4,13±0,02^{Ba1}

* Aynı gün ve aynı tütsülemede farklı büyük harfi taşıyan tuz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).
*Aynı tütsüleme aynı tuzlamada farklı küçük harfi taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).
*Aynı tuz ve aynı günde farklı takamı taşıyan tütsüleme ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).

4.3 Nem Analizinin Sonuçları

Nem özelliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Buna uygun olarak yapılan DUNCAN testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.3' de harfli gösterim şeklinde söz konusu ortalamaların yanında belirtilmiştir.

Taze alabalıkta nem oranı %72,2 olarak bulunmuştur. Vakum paketlenmiş farklı oranlarda tuzlanmış sıvı tütsülenmiş ve geleneksel olarak tütsülenmiş olan alabalıkların depolama süresince nem analiz sonuçlarının interaksiyonları arasında istatistik olarak fark önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Ancak aynı tuzlama oranlarına sahip gruplar TS1 ve LS1 ile TS2 ve LS2 grupları arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Nem analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

Çizelge 4.3 Nem analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları

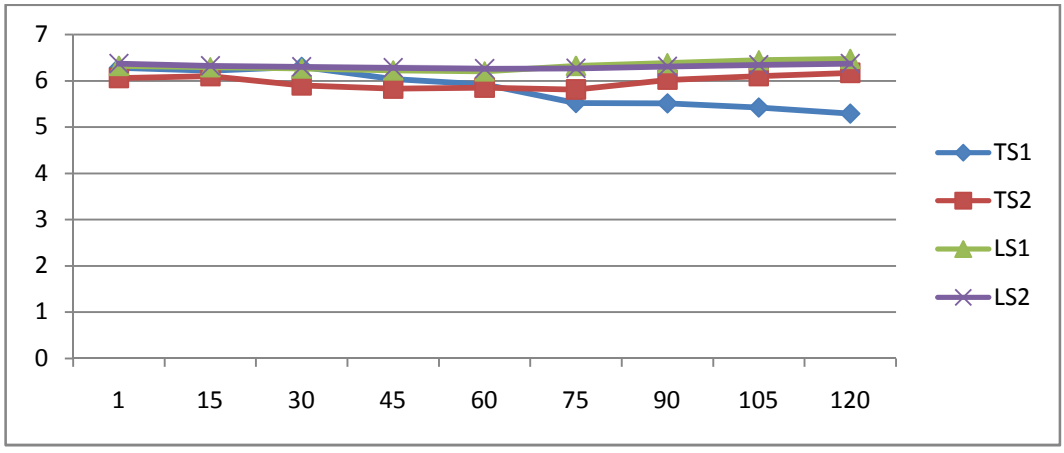
Tütsü Tekniği	Tuz Oranı	GÜNLER								
		1	15	30	45	60	75	90	105	120
Sıcak Tütsüleme	%36	65,23±0,01^{Aa1}	65,24±0,008^{Aa1}	65,27±0,003^{Aa1}	65,27±0,003^{Aa1}	65,23±0,003^{Aa1}	65,30±0,005^{Aa1}	64,40±0,004^{Ac1}	64,32±0,052^{Ac1}	64,83±0,05^{Ab1}
	%70	45,60±0,29^{Ba2}	45,37±0,008^{Bb1}	45,33±0,006^{Bb1}	45,37±0,006^{Bb1}	45,33±0,008^{Bb1}	45,30±0,02^{Bb1}	44,78±0,313^{Bc2}	44,47±0,04^{Bc1}	44,52±0,04^{Bd1}
Sıvı Tütsüleme	%36	65,33±0,14^{Aa1}	65,33±0,008^{Aa1}	65,350^{Aa1}	65,340^{Aa1}	65,30±0,017^{Aa1}	65,30±0,025^{Aa1}	64,470±0,04^{Ab1}	64,48±0,04^{Ab1}	64,52±0,04^{Ab2}
	%70	46,30±0,17^{Ba1}	45,37±0,008^{Bb1}	45,33±0,003^{Bb1}	45,33±0,008^{Bb1}	45,340^{Bb1}	45,30±0,005^{Bb1}	45,420±0,1^{Bb1}	44,43±0,01^{Bc1}	44,48±0,008^{Bc1}

***** Aynı gün ve aynı tütsülemede farklı büyük harfi taşıyan tuz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*****Aynı tütsüleme aynı tuzlamada farklı küçük harfi taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*****Aynı tuz ve aynı günde farklı takamı taşıyan tütsüleme ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

4.4 pH Analizinin Sonuçları

pH özelliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Buna uygun olarak yapılan DUNCAN testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.4'de harfli gösterim şeklinde söz konusu ortalamaların yanında belirtilmiştir.

pH analizi sonuçlarının zamana bağlı değişimi Şekil4.4'de verilmiştir. Çiğ alabalıkta 6,13 olarak belirlenen pH tütsüleme işlemlerinin uygulanmasından sonra grupların pH değişimlerinin interaksiyon sonuçları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Buna göre TS1'de zamana bağlı bir azalma, TS2'de başlangıçta düşüş, depolamanın 60. gününden sonra artış, LS1 ve LS2 'de ise artış gözlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 pH analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

Çizelge 4.4 pH analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları

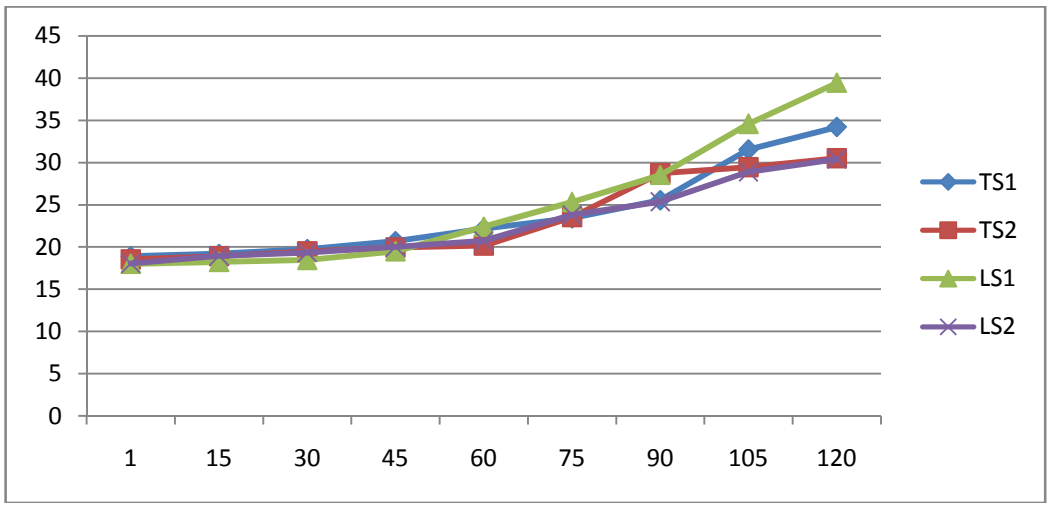
Tütsü Tekniği	Tuz Oranı	GÜNLER								
		1	15	30	45	60	75	90	105	120
Sıcak Tütsüleme	%36	$6,28\pm0,008^{Aa1}$	$6,22\pm0,08^{Aab1}$	$6,3\pm0,008^{Abc1}$	$6,04\pm0,02^{Acd2}$	$5,92\pm0,024^{Ad2}$	$5,52\pm0,194^{Be2}$	$5,51\pm0,07^{Be2}$	$5,42\pm0,01^{Bef2}$	$5,29\pm00,02^{Bf2}$
	%70	$6,06\pm0,012^{Ba2}$	$6,10\pm0,003^{Aa2}$	$5,90^{Bbc2}$	$5,83\pm0,028^{Bc2}$	$5,85^{Ac2}$	$5,81\pm0,008^{Ac2}$	$6,02\pm0,01^{Aab2}$	$6,1^{Aa2}$	$6,17\pm0,008^{Aa2}$
Sıvı Tütsüleme	%36	$6,32\pm0,08^{Aabc1}$	$6,29\pm0,01^{Abc1}$	$6,26^{Abc1}$	$6,22\pm0,005^{Ac1}$	$6,20^{Ac1}$	$6,32\pm0,008^{Aabc1}$	$6,38\pm0,006^{Aab1}$	$6,44\pm0,003^{Aa1}$	$6,47\pm0,003^{Aa1}$
	%70	$6,37\pm0,025^{Aa1}$	$6,32\pm0,018^{Aa1}$	$6,30\pm0,003^{Aa1}$	$6,28\pm0,003^{Aa1}$	$6,26\pm0,003^{Aa1}$	$6,27\pm0,003^{Aa1}$	$6,31\pm0,008^{Aa1}$	$6,34\pm0,012^{Aa1}$	$6,37\pm0,020^{Aa1}$

* Aynı gün ve aynı tütsülemede farklı büyük harfi taşıyan tuz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tütsüleme aynı tuzlamada farklı küçük harfi taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tuz ve aynı günde farklı takamı taşıyan tütsüleme ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

4.5 TVB-N Analizinin Sonuçları

TVB-N özelliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Buna uygun olarak yapılan DUNCAN testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.5' de harfli gösterim şeklinde söz konusu ortalamaların yanında belirtilmiştir.

Çiğ alabalıkta 17,61 olarak tespit edilen TVB-N, uygulamadan sonraki analizler ile ilgili interaksiyon sonuçlarına göre aynı günde farklı gruplarda oluşan değişim 105 ve 120. günlerde TS1 ve LS1 hariç, önemsiz ($p>0,05$), farklı günlerde oluşan değişim ise önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 TVB-N analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

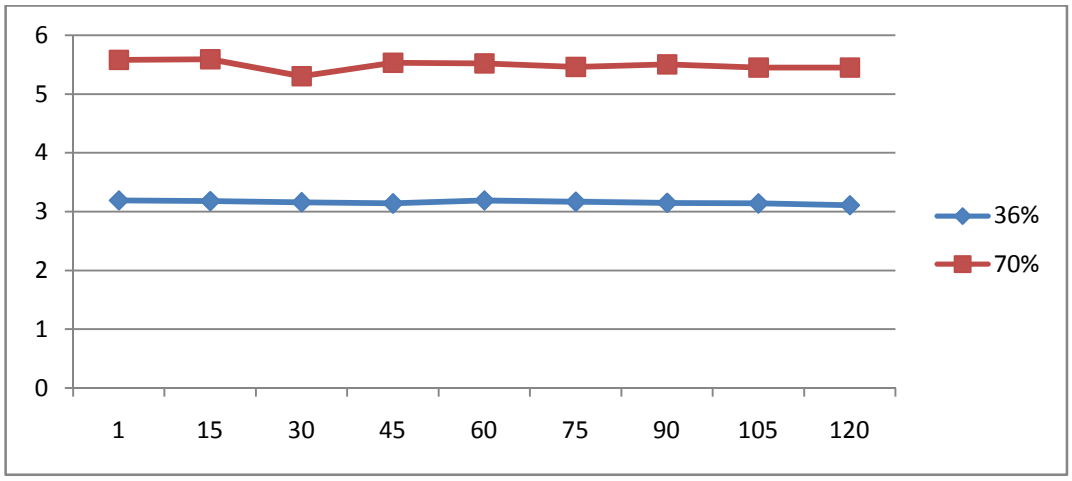
Çizelge 4.5 TVB-N analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları

Tütsü Tekniği	Tuz Oranı	GÜNLER								
		1	15	30	45	60	75	90	105	120
Sıcak Tütsüleme	%36	18,90±0,298^{Ad1}	19,19±0,039^{Ad1}	19,75±0,252^{Ad1}	20,70±0,72^{Acd1}	22,16±1,46^{Abcd1}	23,40±2,08^{Abcd1}	25,54±3,15^{Aabc1}	31,53±0,236^{Aa1}	34,20±5,48^{Ba2}
	%70	18,54±0,263^{Ac1}	18,90±0,086^{Ac1}	19,47±0,172^{Ac1}	19,93±0,03^{Ac1}	20,76±0,127^{Ac1}	23,55±0,189^{Ac1}	28,71±0,136^{Ab1}	29,45±3,60^{Bab2}	30,50±0,2^{Aab1}
Sıvı Tütsüleme	%36	18,02±0,021^{Ae1}	18,24±0,140^{Ae1}	18,49±0,203^{Ae1}	19,51±0,01^{Ae1}	22,40±0,301^{Ade1}	25,33±0,305^{Acd1}	28,53±0,224^{Ac1}	34,57±0,249^{Ab1}	39,43±0,239^{Aa1}
	%70	18,06±0,032^{Ad1}	18,97±0,085^{Acd1}	19,33±0,37^{Acd1}	20,03±0,04^{Acd1}	20,73±0,12^{Abcd1}	23,80±0,197^{Abc1}	25,37±0,182^{Ab1}	28,90±0,173^{Aa1}	30,40±0,197^{Aa1}

***** Aynı gün ve aynı tütsülemede farklı büyük harfi taşıyan tuz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tütsüleme aynı tuzlamada farklı küçük harfi taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tuz ve aynı günde farklı takamı taşıyan tütsüleme ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

4.6 Tuz Analizinin Sonuçları

Tuz analizi sonuçlarının istatistik olarak değerlendirilmesi ile elde edilen bulgulara göre tuz oranı ve günler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Farklı tuz oranları kullanılan gruplar arasında aynı günde elde edilen sonuçlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$). Günler arasındaki değişim ise önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$) (Çizelge 4.6, Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Tuz analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

Çizelge 4.6 Tuz analizinin gün ve tuzlama oranı interaksiyonları

Tuz Oranı	GÜNLER								
	1	15	30	45	60	75	90	105	120
%36	$3,19\pm0,020^{A1}$	$3,18\pm0,22^{AB2}$	$3,16\pm0,029^{AB2}$	$3,14\pm0,035^{AB2}$	$3,19\pm0,002^{A2}$	$3,17\pm0,006^{AB2}$	$3,15\pm0,002^{AB2}$	$3,14\pm0,004^{AB2}$	$3,11\pm0,004^{B2}$
%70	$5,58\pm0,02^{AB2}$	$5,59\pm0,011^{AB1}$	$5,30\pm0,006^{A1}$	$5,53\pm0,009^{BC1}$	$5,52\pm0,008^{BC1}$	$5,46\pm0,015^{D1}$	$5,50\pm0,004^{CD1}$	$5,45\pm0,004^{D1}$	$5,45\pm0,007^{D1}$

*Aynı tuz oranında farklı harfleri taşıyan tuz içeriği ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı günde farklı rakamı taşıyan tuz içeriği ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

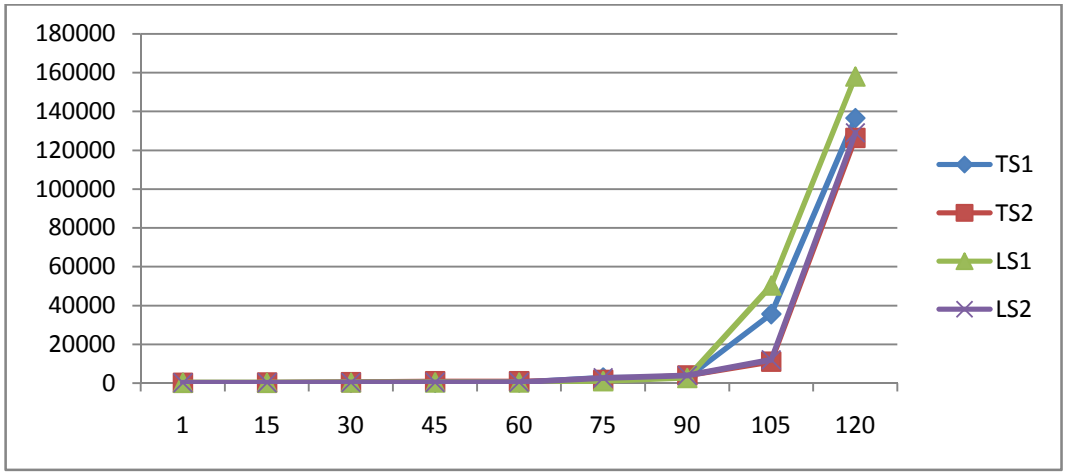
4.7 PAH Analizinin Sonuçları

Çalışmada PAH analizi tütsüleme işlemlerinin hemen ardından PAH bileşenleri için indikatör olan Benzo (a) pyren (B(a)P) varlığına ait sonuçlar değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre B(a)P, TS1'de 24±0,02 µg/g, TS2'de 23±0,05 µg/g olarak bulunurken, LS1 ve LS2 gruplarında ise tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

4.8 TMAB Analizinin Sonuçları

TMAB özelliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Buna uygun olarak yapılan DUNCAN testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.7' de harfli gösterim şeklinde söz konusu ortalamaların yanında belirtilmiştir.

TMAB değerinin gruplar arsındaki interaksiyon sonuçları önemsiz olarak bulunurken günler arasındaki değişim yalnızca LS2'de önemli bulunmuştur. TS2 ve LS2 grupları arsında depolamanın 60. gününden itibaren fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Tüm gruplarda depolamanın 90. Gününden itibaren TMAB gelişiminin önemli orvea arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 TMAB analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

Çizelge 4.7 TMAB analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları

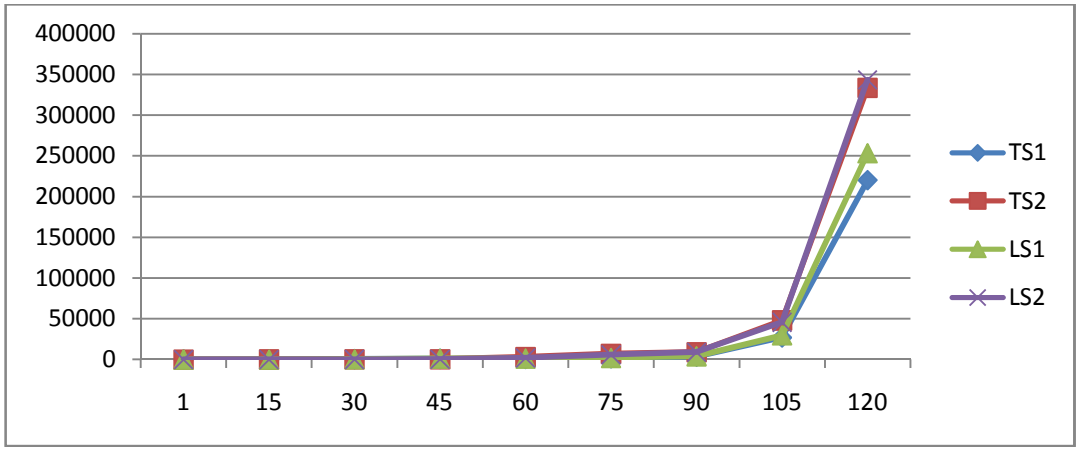
Tütsü Tekniği	Tuz Oranı	GÜNLER								
		1	15	30	45	60	75	90	105	120
Sıcak Tütsüleme	%36	$203,3\pm29,1^{Ab1}$	$220\pm11,5^{Ab1}$	$246,67\pm6,67^{Ab1}$	$276,67\pm3,3^{Ab1}$	$310\pm5,77^{Ab1}$	$29x10^{2}\pm289^{Ab1}$	$10x10^{3}\pm8050^{Ab1}$	$35x10^{3}\pm15701^{Ab1}$	$13x10^{4}\pm21858^{Aa1}$
	%70	$176,6\pm3,33^{Ab1}$	$246,67\pm3,3^{Ab1}$	$533,33\pm6,67^{Ab1}$	880 ± 10^{Ab1}	$903,33\pm3,3^{Ab2}$	$15x10^{2}\pm333^{Ab2}$	$39x10^{2}\pm500^{Ab2}$	$11x10^{3Ab2}$	$12x10^{4}\pm4000^{Aa1}$
Sıvı Tütsüleme	%36	$256,7\pm20,3^{Ab1}$	$293,3\pm12^{Ab1}$	$340\pm28,9^{Ab1}$	404 ± 3^{Ab1}	$443,33\pm3,3^{Ab1}$	$10x10^{2}\pm33,3^{Bb1}$	$27x10^{2}\pm333^{Bb1}$	$50x10^{3}\pm3333^{Bab1}$	$15x10^{4}\pm577^{Ba1}$
	%70	$146,7\pm17,6^{Ac1}$	$816,7\pm46,7^{Ac1}$	260 ± 458^{Ac1}	367 ± 3825^{Ac1}	433 ± 82834^{Ac1}	$26x10^{2}\pm53430^{Ac1}$	$39x10^{2}\pm20177^{Ab1}$	$12x10^{3}\pm19835^{Ab1}$	$12x\ 10^{4}\pm4163^{Ab2}$

* Aynı gün ve aynı tütsülemede farklı büyük harfi taşıyan tuz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tütsüleme aynı tuzlamada farklı küçük harfi taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tuz ve aynı günde farklı takamı taşıyan tütsüleme ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

4.9 TPAB Analizinin Sonuçları

TPAB özelliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Buna uygun olarak yapılan DUNCAN testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.8' de harfli gösterim şeklinde söz konusu ortalamaların yanında belirtilmiştir.

TPAB değerinin gruplar arasındaki interaksiyon sonuçları önemsiz olarak bulunurken günler arasındaki değişim TS ve LS'de önemli bulunmuştur. Tuzlama grupları arasındaki fark depolamanın 120. gününde istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Tüm gruplarda depolamanın 45. gününden itibaren LS1'de 75. gününden itibaren LS2'de 90. günden itibaren ise TS1 ve TS2'de yüksek orvea mikrobiyal gelişim gözlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 TPAB analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

Çizelge 4.8 TPAB analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları

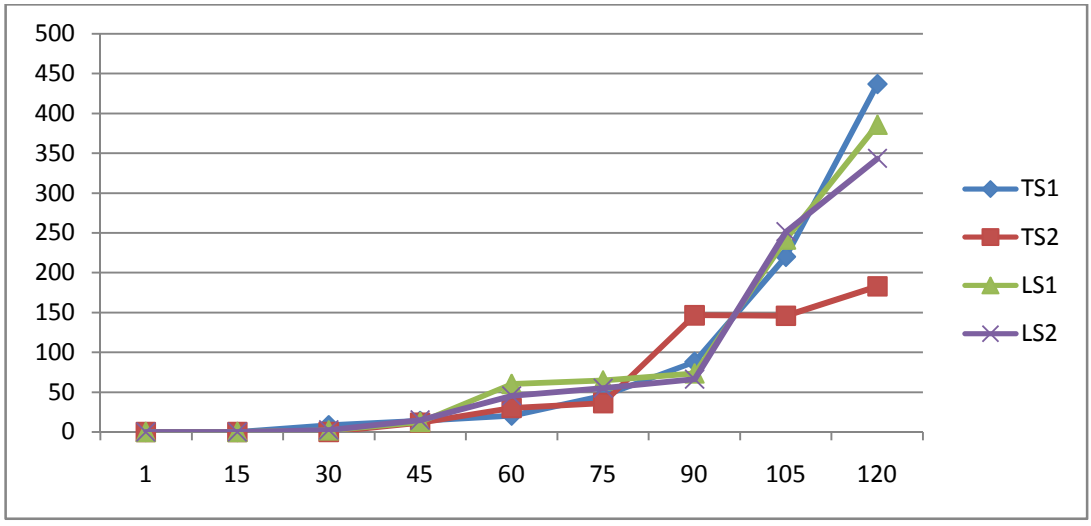
Tütsü Tekniği	Tuz Oranı	GÜNLER								
		1	15	30	45	60	75	90	105	120
Sıcak Tütsüleme	%36	0^{Aa}_{1}	$126,67\pm3,3^{Aa1}$	$576,6\pm8,8^{Aa1}$	$866,7\pm18,6^{Aa1}$	$970\pm11,5^{Aa1}$	$14x10^{2}\pm186^{Aa1}$	$34x10^{2}\pm173^{Aa1}$	$27x10^{3}\pm1155^{Aa1}$	$22x10^{4}\pm5774^{Aa2}$
	%70	0^{Aa}_{1}	$77,3\pm32,7^{Aa1}$	$310\pm5,77^{Aa1}$	330^{Aa1}	$31x10^{2}\pm857^{Aa1}$	$69x10^{2}\pm1193^{Aa1}$	$90x10^{2}\pm33,3^{Aa1}$	$48x10^{3}\pm4000^{Aa1}$	$33x10^{4}\pm36667^{Aa2}$
Sıvı Tütsüleme	%36	0^{Ab}_{1}	10^{Ab1}	$220\pm5,77^{Ab1}$	$10x10^{2}\pm33,3^{Ab1}$	$13x10^{2}\pm284^{Ab1}$	$20x10^{2}\pm351^{Ab1}$	$40x10^{2}\pm3512^{Ab1}$	$29x10^{3}\pm3333^{Ab1}$	$25x10^{4}\pm669162^{Bb1}$
	%70	0^{Ab}_{1}	$28,3\pm11,9^{Ab1}$	$183,3\pm33,8^{Ab1}$	$262,3\pm31,2^{Ab1}$	$20x10^{2}\pm351^{Ab1}$	$57x10^{2}\pm242^{Ab1}$	$90x10^{2}\pm2309^{Ab1}$	$45x10^{3}\pm194436^{Ab1}$	$34x10^{4}\pm233333^{Ab1}$

* Aynı gün ve aynı tütsülemede farklı büyük harfi taşıyan tuz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tütsüleme aynı tuzlamada farklı küçük harfi taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*Aynı tuz ve aynı günde farklı takamı taşıyan tütsüleme ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

4.10 LAB Analizinin Sonuçları

LAB özelliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Buna uygun olarak yapılan DUNCAN testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.9'de harfli gösterim şeklinde söz konusu ortalamaların yanında belirtilmiştir.

LAB değerinin gruplar arasındaki interaksiyon sonuçları depolamanın 90. ve 120. gününde önemli bulunmuştur. Depolamanın 1. ve 15. günlerinde LAB üremesi gözlenmezken 30. günden itibaren TS2 hariç tüm gruplarda düzenli bir artış gözlenmiştir. Günlere bağlı değişimler her grupta farklı depolama günlerinde ortaya çıkmıştır.TS2 ve LS2 arasındaki fark depolamanın 120. gününde istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 LAB analizi sonuçlarının zamana bağlı değişim grafiği

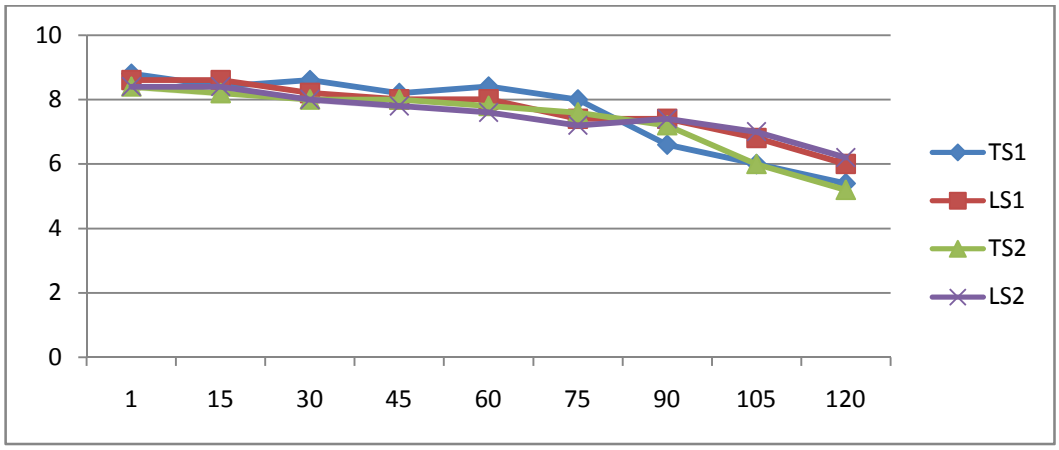
Çizelge 4.9 LAB analizinin zaman, tütsüleme tekniği ve tuzlama oranı interaksiyonları

Tütsü Tekniği	Tuz Oranı	GÜNLER								
		1	15	30	45	60	75	90	105	120
Sıcak Tütsüleme	%36	0^{Ag1}	0^{Ag1}	$8,33\pm2,19^{Af1}$	14 ± 1^{Ae1}	$20,6\pm0,3^{Ae2}$	$45,3\pm1,4^{Ad1}$	$88\pm5,7^{Bc1}$	$220\pm57,7^{Ab1}$	$436,7\pm17,6^{Aa1}$
	%70	0^{Ad1}	0^{Ad1}	0^{Bd2}	$11,6\pm0,3^{Ac2}$	30^{Ab1}	$36,3\pm1,6^{Ab1}$	$146,3\pm3,1^{Aa1}$	$145,7\pm17,9^{Aa2}$	$182,6\pm8,1^{Ba2}$
Sıvı Tütsüleme	%36	0^{Ae1}	0^{Ae1}	$2\pm0,5^{Ae2}$	$12,6\pm0,8^{Ad1}$	$60,3\pm2,3^{Ac1}$	$64,67\pm1,4^{Ac1}$	$73,6\pm3,3^{Ac1}$	$241,7\pm34,3^{Ab1}$	$385,7\pm19,7^{Aa1}$
	%70	0^{Ad1}	0^{Ad1}	$2,6\pm0,8^{Ad1}$	$15\pm2,08^{Ac1}$	$45,3\pm1,8^{Ab1}$	55 ± 1^{Ab1}	$66,3\pm1,4^{Ab2}$	$251,3\pm22,6^{Aa1}$	$343,3\pm7,8^{Aa1}$

***** Aynı gün ve aynı tütsülemede farklı büyük harfi taşıyan tuz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*****Aynı tütsüleme aynı tuzlamada farklı küçük harfi taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).
*****Aynı tuz ve aynı günde farklı takamı taşıyan tütsüleme ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,01$).

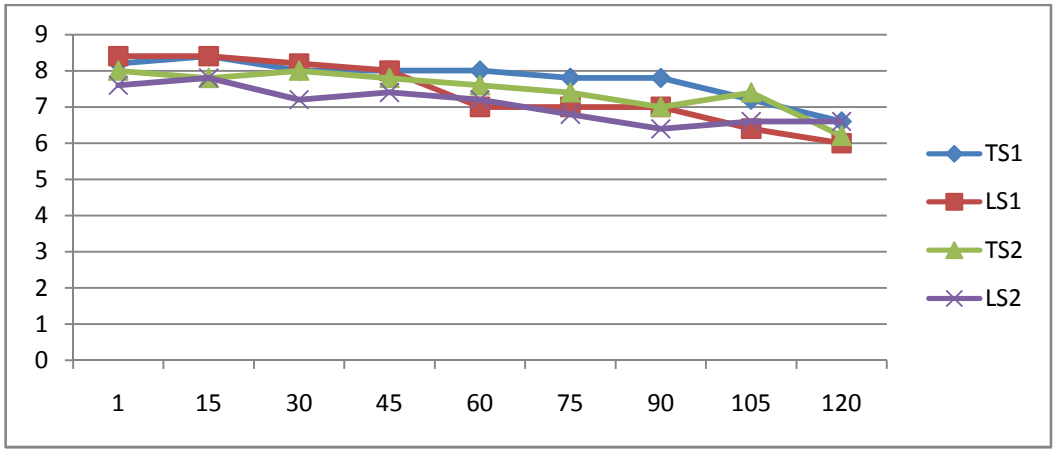
4.11 Duyusal Analiz Sonuçları

Yapılan duyusal analizlerin görünüş (Şekil 4.10), koku (Şekil 4.11), lezzet (Şekil 4.12), tekstür (Şekil 4.13) ve genel beğeni (Şekil 4.14) ortalamalarının bulunduğu grafikler aşağıda verilmiştir. Buna göre görünüş olarak sıvı tütsülü ürünlerin sıcak tütsülenmiş ürünler ile yakın puanlar almışlardır. Depolamanın sonuna kadar bütün gruplar tüketim sınırları içinde kalmışlardır.



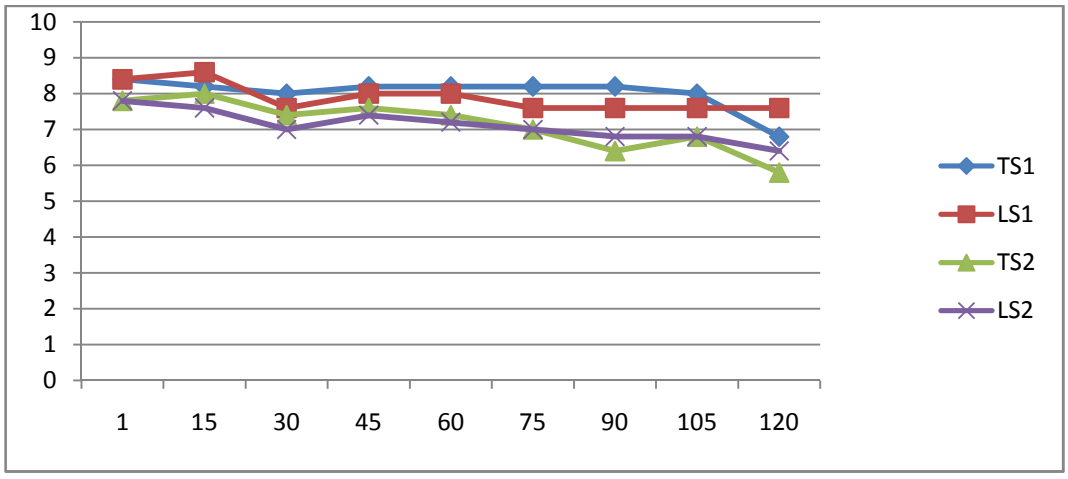
Şekil 4.10 Katılımcıların "görünüş" parametresi için verdiği puanlar

Koku lezzet parametresi için panelistlerin verdiği puanlar depolama süresince tüketim sınırları içinde olmuştur. En yüksek puanları TS grupları almakla birlikte LS grupları da bu puanlara yakın olmuştur.



Şekil 4.11 Katılımcıların "koku" parametresi için verdiği puanlar

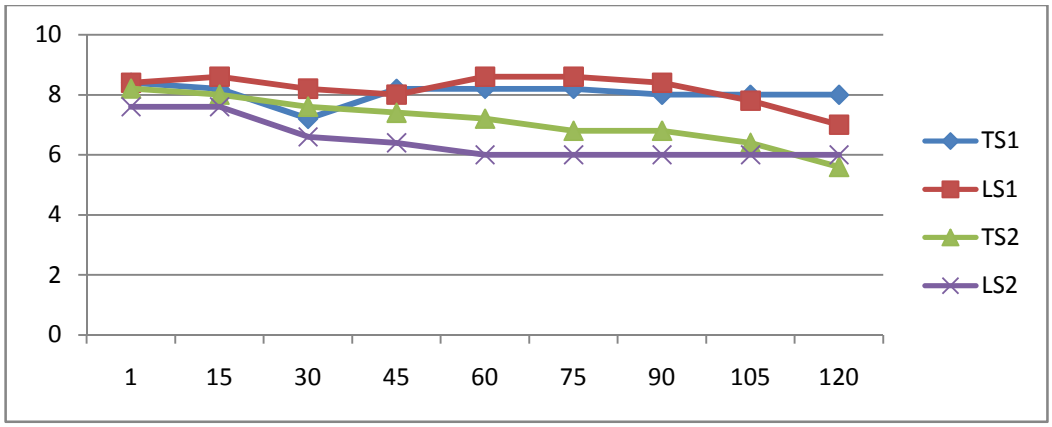
Lezzet parametresini değerlendiren panelistler TS1 ve LS1 gruplarına TS2 ve LS2 gruplarından daha yüksek puanlar vermişlerdir. Ancak tüm gruplar depolama süresince tüketim sınırları içinde kalmışlardır. Başlangıçta en yüksek puanları TS2 ve LS1 almıştır. TS1 de 45. günden itibaren sabit değişim izlenmiştir. 120. günde en düşük puanı TS2 almıştır.



Şekil 4.12 Katılımcıların "lezzet" parametresi için verdiği puanlar

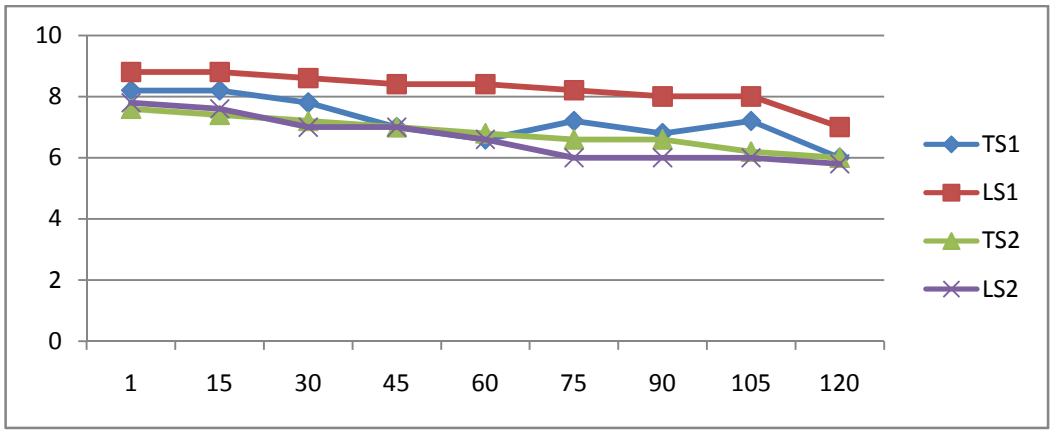
Çalışmada tekstür özelliği açısından değerlendirilen tüm gruplar depolama boyunca tüketim sınırları içinde kalan puanlar almışlardır. Ancak en düşük puanları depolama boyunca LS2 almıştır, yine 120. günde en düşük puanı TS2 grubu almıştır. TS1 grubu

ise 30. günde azalan daha sonra artan ve sabit kalan değerlerde puanlar almıştır. Depolama süresince LS1 ve TS1 en yüksek beğeniyi kazanmışlardır.



Şekil 4.13 Katılımcıların "tekstür" parametresi için verdiği puanlar

Genel beğeni açısından depolama süresince tüm gruplar tüketim sınırları içinde kalmasına rağmen LS1 en yüksek düzeyde beğenilen grup olmuştur. LS1 grubundan sonra en yüksek puanları TS1 grubunun aldığı gözlenmiştir. En düşük puanları ise LS2 almıştır.



Şekil 4.14 Katılımcıların "genel beğeni" parametresi için verdiği puanlar

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada ülkemiz sularında yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığının geleneksel tütsüleme işlemine alternatif olarak sıvı tütsüleme tekniğinin uygulanabileceği, bunun yanı sıra farklı tuzlama tekniklerinin kullanılması ile raf ömründeki değişimler ortaya konmaya çalışılmıştır. Yapılan analizlerin tümünde seçilen örnekler tam olarak homojenize edilip değerlendirmeye tabi tutularak elde edilen sonuçlarda ki hata oranı en aza indirgenmiştir. Çalışmada, balık örneklerinin tütsülenme aşamasından, vakum paketlenerek depolanmasına kadar her aşama ticari işletmelerde uygulanabilirliği olan yöntemlerle yapılmıştır.

Yapılan çalışmada çiğ gökkuşağı alabalığında % 20,12±0,02 olan protein oranı tuzlama ve tütsüleme işleminden hemen sonra TS1 ve LS1 gruplarında sırasıyla % 24,013±0,080 ve % 24,480±0,049'a, TS2 ve LS2 gruplarında ise sırasıyla % 26,17±0,01 ve % 24,480±0,04' yükselmiştir. Bu artışın nedeni, tuzlama işlemi süresince NaCl'nin balık etine geçişi ve tütsüleme işlemi esnasında uygulanan 120-130^{o}C'lik sıcaklığın balık etindeki suyun bir kısmını uzaklaştırmasıdır. Bu durum, çiğ balıktan protein analizi için alınan miktar ile tütsülenmiş üründen alınan miktarın aynı olması ve sonuç olarak daha fazla kuru madde ölçümü gerçekleştiğinden tütsülenmiş ürünlerde protein oranının artmış olarak tespit edilmesine yol açmaktadır. Ancak bu artış tütsüleme işleminin ürüne protein katkısı yaptığı anlamına gelmemektedir. Yapılan çalışmalarda alabalıkta tütsüleme sonrası protein oranı 22,21±0,02 (Ünlüsayın vd. 2001), 25,60±1,00 (Kolsarıcı ve Özkaya 1998), 22,4 (Siskos vd. 2005), 28,05±0,51 (Oğuzhan vd. 2006) ve 24,15±2,10 (Dimitriadou vd. 2008) olarak bulunmuştur. Bu çalışmalardaki farklılıklar kullanılan tuz oranlarındaki değişikliklerle açıklanmakta ve çalışmamızda elde edilen bulgularla uyum içinde bulunmaktadır. Protein oranının zamana bağlı değişimi incelendiğinde istatistik olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Çalışmamızda elde edilen yağ içeriği sonuçlarında aynı tuz oranları arasında istatistik olarak fark görülmezken aynı gruplarda istatistik olarak fark önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Yağ oranının TS1 ve LS1 de TS2 ve LS2'ye oranla daha yüksek olmasının

nedeni bu gruplara uygulanan tuz oranının diğer gruplara göre daha yüksek düzeyde olmasıdır. Bu durum balık etinden daha fazla suyun uzaklaşmasına ve daha yüksek yağ içeriğinin saptanmasına neden olmuştur. Yapılan son çalışmalarda (Kolsarıcı ve Özkaya 1998, Espe vd.2002, Jittinveana vd.2002, Cardinal vd.2004, Espe vd.2004, Birkelve vd. 2004, Siskos vd. 2005, Yanar vd. 2006, Martinez vd.2007, Dimitriadou vd. 2008), yağ oranının artışı; tuz oranının artması ve tütsüleme işleminde pişirme sıcaklığı ile azalan nem içeriğinin doğru orantılı olarak yükseldiği belirtilmektedir. Elde edilen verilerin zamana bağlı değişimi incelendiğinde aynı gruplar arasında istatistik olarak fark, yağ oranını etkileyecek önemli bir nem oranı değişikliği olmadığından görülmemiştir ($p>0,05$).

Cardinal vd. (2001) tütsülenmiş ürünlerde nem içeriğinin %65 den az olmasının en uygun düzey olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre TS1 ve LS1 grupları yaklaşık olarak %65 nemliliğe sahipken TS2 ve LS2 grupları ise nem oranı olarak tütsülenmiş ürünler için en uygun nem içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Sıcak tütsülenmiş ve sıvı tütsülenmiş vakum paketli gökkuşağı alabalığının nem içeriğinde TS1 ve LS1 ile TS2 ve LS2 grupları arasında istatistik olarak fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bunun nedeni TS1 ve LS1 için kullanılan ile TS2 ve LS2 için kullanılan tuz oranlarının farklı olmasıdır. Farklı tuz oranlarından yüksek tuz oranı içeren TS2 ve LS2 gruplarında balık etine daha yoğun NaCl girişi olup daha fazla su kaybı olmuş ve dolayısı ile daha düşük nem oranına sahip olmuşlardır. Bu veriler yapılan son araştırmalar (Kolsarıcı ve Özkaya 1998, Kolsarıcı ve Güven 1998, Sigurgisladottir vd. 2000, Cardinal vd. 2001, Ünlüsayın vd. 2001, Goulas ve Kontaminas 2005, Siskos vd. 2005, Schubring 2006, Oğuzhan vd. 2006, Muratore vd. 2006, Loje vd. 2007) ile uyumludur.

Çiğ gökkuşağı alabalığında pH değeri 6,13 olarak bulunmuş ve bu değer son yapılan çalışmalarda (Ofstad 1995, Kolsarıcı ve Özkaya, 1998, Sigurgisladottir vd. 2000, Cardinal vd. 2001, Ünlüsayın vd. 2001, Goulas ve Kontaminas 2005, Siskos vd. 2005, Schubring 2006, Yanar vd. 2006, Martinez vd.2007, Dimitriadou vd. 2008) tespit edilen değerlerle benzerdir. pH değeri zamana bağlı olarak depolamanın 30. gününden sonra

farklı değişimlere uğramıştır. Kolsarıcı ve Güven (1998), pH'daki zamana bağlı değişimin özellikle vakum paketlenmiş ürünlerde anaerob bakterilerden olan LAB'nin etkili olabileceğini vurgulamıştır. Yine TMAB ve TPAB sayısının artmaya başlaması ile pH değeri mikrobiyal gelişimin etkisinde azalış ve artışlarla dalgalanmalar göstermiştir. Bu azalışların TS1'de daha fazla görülmesi ise LAB oranının hızlı artışı ile ilgili bulunmaktadır. pH değeri açısından sıvı tütsüleme sıcak tütsülemeye göre daha istikrarlı değerlere sahip olduğundan sıvı tütsülemenin daha uygun bulunduğunu söylemek mümkündür. Sıcak tütsüleme ile ilgili Goulas ve Kontaminas (2005)'in yaptığı çalışmada pH değişimlerinden total volatil bazların değişimlerinin etkili olduğu vurgulanmıştır.

Genel olarak balıkta bozulmanın en temel göstergelerinden biri olan TVB-N değeri, bu çalışmada çiğ gökkuşağı alabalığında 17,61 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'nın yaptığı çalışma ile uyumludur. Zamana bağlı TVB-N değişimini inceleyen pek çok çalışmada uygun TVB-N değerleri 35-40 mg/100g (Connel 1990), 40 mg/100g (Cantoni 1993), 32-35 mg/100g (Schneider ve Hildebraudt 1994), 45 mg/100g (Civera vd. 1995), 25-30 mg/100g (Lopez-Caballero 2000), 20-25 mg/100g (Kim vd. 2002) olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda TVB-N değeri en yüksek 39,43±0,239 ile depolamanın 120. gününde LS1 grubunda görülmüştür. Bu durum, TS1 ve LS1'de daha düşük tuz oranının kullanılması sonucu, balık etinden daha az suyun uzaklaşması ve azotlu bileşenlerin indirgenmesi sonucu kokuşmanın ve bozulmanın daha hızlı oluşmasına neden olmasından kaynaklanmaktadır (Bugueno vd. 2003). TS2 ve LS2 gruplarında ise bu durumun daha yüksek tuz oranı kullanıldığından daha yavaş geliştiği sırasıyla 30,50±0,208 ve 30,40±0,197 değerleri ile görülmektedir. Bu sonuçlar bize sıvı tütsülemenin TVB-N değerleri açısından sıcak tütsüleme ile eş sonuçlara sahip olduğunu göstermektedir. Buradaki değişimleri tütsüleme tekniğinin değil tuzlama oranlarının etkilediği görülmektedir.

Çalışmamızda raf ömrü belirlenirken TVB-N değeri temel alınmış ve Connel (1990)'ın belirlediği oldukça yaygın kullanıma sahip olan 35-40 mg/100g bozulma değeri kullanılmış buna göre tüm gruplar için raf ömrünü doldurma süresi 120 gün olarak belirlenmiştir.

Özellikle yemeğe hazır işlenmiş su ürünlerinde oldukça önemli bir parametre olan tuz, ürünün raf ömrünü uzatmada oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Kullanılan tuz oranının yüksek olması, raf ömrünün uzatılmasına yardım edebilmekte ancak insan sağlığı için zararlı olmaktadır (Shewmake ve Huntingtong, 2009, Warziski vd., 2009). Çalışmamızda ki tuz oranları ile günler arasında interaksiyon bulunurken, aynı tuz oranları kullanıldığından tütsüleme yöntemleri arasında interaksiyon görülmemiştir ($p>0,05$). Bu sonuçlar Goulas ve Kontaminas (2005)'in yaptığı çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. Farklı tuz grupları arasında istatistik fark görülmüştür ve bu sonuçlar Alçiçek vd. (2009)'nin yaptığı çalışma ile uyumlu bulunmuştur. Yanar vd. (2006)'nın tilapia balıkları ile yaptığı çalışmada farklı tuz konsantrasyonları uygulamaları arasında istatistik fark bulunmuştur ve sonuçları çalışmamızla uyumludur. Aynı sonuçlar Cardinal vd. (2001)'in yaş tuzlama ile yaptığı çalışma, Muratore vd. (2007), Varlet vd. (2007), Sigurgisladottir vd. (2000), Hattula vd.(2001), Cardinal vd. (2004) ve Birkelve vd. (2004)'ün çalışmaları ile uyumluluk içindedir.

Sıvı tütsü tekniğinin ortaya çıkış nedenlerinin başında kolay uygulanabilir olmasının yanı sıra PAH bileşenlerini ya hiç ya da iz miktarda ihtiva etmesi gelmektedir. PAH bileşenlerinin gıda ürünlerinde bulunuşunu pekçok otorite farklı düzeylerde sınırlveırmıştır. Elde ettiğimiz verilere göre sıcak tütsülenmiş ürünler ihtiva etmesi gereken sınırın üzerinde PAH bileşeni içermesine rağmen sıvı tütsü uygulanmış gruplarda tespit limitleri içinde PAH bulunamamıştır. Sıcak tütsülenmiş ürünlerin içerdiği PAH içeriği indikatör bileşen olan B(*a*)P tespiti ile yapılmış ancak elde edilen verilerin PAH için belirlenen sınır değerin üstünde olduğu belirlenmiştir. Siskos vd. (2005) B(a)P içeriğini sıvı tütsülenmiş *Salmo gairdnerii'* de nanogram seviyesinde 3,24 ng/g olarak bulabilmiştir. İnsan sağlığı için bu tür ürünlerin uzun süreli tüketiminin zararlı olacağı pek çok çalışmada yer almıştır (Lawrence ve Weber 1984, Phillips 1999, Siskos vd. 2005, Simko 2005, Dimitridau vd. 2008).

Çalışmamızın başlangıcından 60. güne kadar TMAB sayısı normal sınırlar içinde gelişme göstermiş ve ardından TVB-N değerinin üst sınırına ulaştığı zamana kadar hızla

artmıştır. Tarım Bakanlığı tarafından belirtilen TMAB değeri için sınır değer 10^4 CFU/g'dır. Çalışmamızda elde ettiğimiz TMAB sonuçlarına göre bu değere tüm gruplarda depolamanın 120. gününde ulaşılmıştır. Ancak mikrobiyal gelişimin hızının zamana bağlı farklılığı tuz oranlarının değişmesi ile doğrudan ilişkilidir. Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'in sıcak tütsülenmiş vakum paketlenmiş +4^{o}C'de depoladığı ürünlerin 48. güne kadar yaptıkları analiz sonuçları ile bulgularımız örtüşmektedir. Bu durum sıcak tütsülemede kullanılan dumanın bileşiminde bulunan antimikrobiyal etkili bileşenleri sıvı tütsünün de ihtiva ettiğini göstermektedir. Örneklerimizin 120. güne kadar aerob bakteri sayısını belirten TMAB değeri için uygun sınırlarda olmasının en büyük nedenlerinden biri de bütün grupların aerob koşulları negatif etkileyen vakum paketle paketlenmesi olduğu belirlenmiştir (Muratore ve Licciardello 2005). Tütsülenmiş ürünlerde TMAB sayılarını inceleyen çalışmalar ile sonuçlarımız uyum içindedir (Hansen vd. 1996, Che Man ve Ramadas vd. 1997, Bugueno vd. 2003, Dondero vd.2004, Birkelve vd. 2004, Siskos vd. 2007, Dimitridau vd. 2008).

TPAB sayısının sınırlveırılması ile ilgili olarak herhangi bir mevzuat bulunmamaktadır. Ancak soğukta muhafaza edilen gıda ürünlerinde psikrofilik bakteri gelişiminin kontrol edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Kolsarıcı ve Özkaya 1998). Çalışmamızda TPAB gelişimi başlangıçta hiç gözlenmezken 60. günden itibaren özellikle TS2 ve LS2 başta olmak üzere bütün gruplarda istatistik olarak önemli olmayan düzeyde artış belirlenmiştir. Depolamanın 120. gününde ise bozulmanın en yüksek olduğu dönemde TS1 ve LS1 ile TS2 veLS2 grupları arasında istatistik olarak önemli artışlar volatil bazların indergenmesi sonucunda (Cardinal vd. 2004) olarak gözlenmiştir. Bu sonuçlar sıvı tütsünün sıcak tütsüleme ile aynı bakteriostatik etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Laktik asit bakterileri vakum paketlenmiş ürünlerde oluşan anaerobik ortamda ortaya çıkabilecek diğer bakteri grubudur. Kırmızı et ürünleri ile ilgili yapılan bir çalışmada laktik asit bakterilerinin psikrofilik bakteriler ve toplam bakteri miktarı ile birlikte baskın florayı oluşturduğu ve vakum paketli et ürünlerinde mikrobiyal kaliteyi bozan bakteri gruplarından birinin de LAB olduğu bildirilmiştir (Kolsarıcı ve Güven 1998). Ancak çalışmamızda LAB miktarı TMAB ve TPAB sayılarından oldukça düşük

bulunmuştur bunun nedenini Gancel vd.(1997), ringa balıkları üzerine yaptığı çalışmada yüksek sıcaklıkta pişirmenin etkisi ile açıklamaktadır. Yine Dimitridau vd. (2008)'in yaptığı çalışmada; LAB değerlerinin depolamanın 98. gününe kadar normal seviyelerde kaldığını bildirmiştir ve bu sonuçlar çalışmamızla örtüşmektedir.

Bir gıda ürününün ticari değerlendirilebilirliğinin ortaya konmasında duyusal analizler oldukça önemli yer tutmaktadır (Günlü 2007). Çalışmamızda görünüş duyusal parametresine göre sıvı tütsülü ürünlerin sıcak tütsülenmiş ürünler ile yakın sonuçlar alması tütsülemeye has rengin sıvı tütsülü filetolarda da oluştuğunu göstermektedir. Görünüş özelliği açısından depolamanın sonuna kadar tüketim sınırları içinde kalması vakum paketin düşük oksijen içeriğinin bir katkısı olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir (Bugueno vd. 2003, Krizek vd. 2004). Bulgularımız Kolsarıcı ve Özkaya (1998) ve Dimiriadou vd. (2008) ile uyumluluk içerisindedir. TVB-N açısından bozulmanın gerçekleştiği 120. günde bile tüketim sınırları içinde kalan puanlamaların gerçekleşmesi TVB-N'in görünüş özelliklerini değiştirmediğini göstermektedir.

Tütsülenmiş ürünlerde tütsüye özgü koku üründe seçicilik konumunda görünüşten sonra en önemli parametredir. Bu nedenle geleneksel tütsülemeye alternatif bir teknik koku parametresi açısından da tüketicinin beğenisini karşılamak zorundadır. Sıvı tütsülenmiş gruplar ile geleneksel tütsülenmiş ürünler koku parametresi açısından değerlendirildiğinde TS gruplarının daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir. Aynı sonuçlar pek çok araştırmacı tarafından da bulunmuştur (Kolsarıcı ve Özkaya 1998, Kolsarıcı ve Güven 1998, Muratore vd. 2007, Siskos vd. 2007, Günlü 2007, Dimitridau vd. 2008). Koku parametresinin LS grupları için de yüksek olabilmesi için kullanılan sıvı tütsü miktarının artırılmasının yeterli olacağı düşünülmektedir.

Görünüş ve koku parametrelerinden sonra panelistler lezzet açısından örnekleri puanlamışlardır. Lezzet parametresini değerlendiren panelistlerden tütsü tadını sevenlerin TS1 ve LS1 arasında yüksek puanlamalar yaptıkları ve tam aksine tuz tadının baskın olmasını sevenlerin ise TS2 ve LS2 örneklerine daha yüksek puanlar verdiği

tespit edilmiştir. Ancak bulgularımızda en düşük puanları TS2 ve LS2 grupları almıştır, bu durum lezzet özelliği açısından tütsüleme teknikleri arasındaki değişikliği panelistlerin fark edemediği ancak tuz oranlarının puanlamada oldukça etkili olduğu ortaya konulmuş ve panelistlerin düşük tuzluluğu tercih ettiği tespit edilmiştir. Yanar vd. (2006)'ın hazırladığı farklı tuz oranlarındaki tilapya balıklarında, panelistler düşük tuzluluktaki grubu yüksek puanlarla değerlendirmişlerdir. Bu durum çalışmamızla örtüşmektedir.

Etin pişme kalitesi etin tekstürü üzerinde yüksek orvea etkilidir ve kaliteli tekstürün oluşması için tuz oranının iyi ayarlanması bunun içinde nem oranın % 65'in altında olması gerektiği Cardinal vd. (2001) tarafından bildirilmiştir. Ancak çalışmamızdaki örneklerden TS1 ve LS1 grupların nem oranı yaklaşık %65, TS2 ve LS2 gruplarında %65'in altında olmasına rağmen panelistler tekstürel açıdan TS1 ve LS1'e daha yüksek puanlar vermişlerdir. Bunun nedeninin, nem oranının yüksek oluşunun panelistleri pozitif yönde etkileyerek çiğneme kolaylığı sağladığından bu grupları daha yüksek puanlar ile değerlendirilmeleri olduğu düşünülmektedir. Tütsüleme teknikleri arasındaki değişiklik bu duyusal parametrede de panelistler tarafından fark edilmemiştir. Depolamanın son gününe kadar puanlamalar tüketim sınırı içinde kalmıştır.

Panelistlerin tüm grupları genel olarak nasıl değerlendirdikleri sorulduğunda en yüksek puanları LS1 grubuna vermişlerdir. Bu sonuç sıvı tütsüleme tekniğinin oldukça başarılı olmasının yanı sıra tuz oranın düşük tutulmasının tüketiciyi pozitif etkilediği yönündedir.

Sonuç olarak +4^{o}C'de depolanan vakum paketli alabalıklar için sıvı tütsüleme tekniğinin geleneksel tütsüleme tekniğine alternatif oluşturabileceği tespit edilmiş ve uyguladığımız tuzlama teknikleri ile raf ömrünün 120 gün olduğu belirlenmiştir. Çalışmada sıvı tütsüleme tekniğinin daha pratik ve daha kolay uygulanabilir olması ile sıcak tütsülemeden daha avantajlı olduğu ve diğer işletmelerde de yaygınlaşacağı düşünülmektedir. Sıvı tütsüleme tekniği ile ilgili yasal düzenlemelerin bulunmadığı ülkemizde bu çalışmamızın ışık tutması beklenmektedir. Sıvı tütsüleme tekniğinde

depolanan ürünlerde mikrobiyal gelişimin kontrolü için, kullanılan fırın ekipmanının, bulunduğu yer ve sterilizasyonunun daha kapsamlı yapılması ile bu sorunun aşılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Alçiçek, Z., Bekcan, S., ve Atar, H.H., 2009. Farklı tuz oranları ile sıvı tütsülenmiş alabalıkların duyusal özellikleri ve et veriminin incelenmesi. Ziraat Mühendisliği Dergisi, 352; 18-22.

Alçiçek, Z., ve Atar, H.H., 2009. Su ürünleri sektöründe sıvı tütsüleme. 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 54 s., Rize.

Aminnullah Bhuiyan, A.K.M., Ratnayake, W.M.N., ve Ackman, R.G., 1986. Effect of smoking on the proximate composition of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). Journal of Food Science. 51 (2); 327-329.

Angiş, S., Oğuzhan, P., ve Atamanalp, M., 2006. Soğuk tütsülenmiş ve mangalda pişirilmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda duyusal kalite kriterlerinin karşılaştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3);337-338.

Anonim. 2000. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Su Ürünleri Kalite Kontrol El Kitabı, Ankara.

Anonim. 2008. Türkiye istatistik kurumu su ürünleri istatistikleri 2007. 48, Ankara.

Anonim. 2009. www.albafish.net, Erişim Tarihi: 8.11.2009.

Anonim. 2009. www.tarim.gov.tr/uretim/Su_Urunleri,alabalik.html, Erişim Tarihi: 02.01.2010.

Anonim. 2010. http://www.gidabilimi.com/forum/24-su-ueruenleri/2536-tuetsueleme-teknolojisi, Erişim Tarihi: 15.01.2010

Anonim. 2010. http://www.kkgm.gov.tr/mev/kodeks.html, Erişim Tarihi: 19.02.2010.

Anonymous. 2010. http://www.multivac.com/com/C-500.940.0.html , Erişim Tarihi: 15.01.2010

Anonymous. 1989. Yield ve nutritional value of the commercially more important fish species. FAO, 187, Rome.

Anonymous. 1990. Food for export. FAO, 100, Rome.

Anonymous. 1991. Quality assurance in the food control microbiology. FAO, 154, Rome.

Anonymous. 2005. Quality ve quality changes in fresh fish. FAO, 348, Denmark .

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16th Edition. Edited by Patricia Cunniff, Virginia, USA.

Asita, AO. and Campbell, IA. 1990. Anti-microbial activity of smoke from different woods. Letters in Applied Microbiology, 10; 93-95.

Bazan, NG. 1989. The metabolism of omega–3 polyunsaturated fatty acids in the eye: the possible role of docosahexaenoic acid ve docosanoids in retinal physiology ve ocular pathology. Prog Clin Biol Res., 312; 95-112.

Birkelve, S. Rora, B.M.A., Skara, T. and Bjerkeng, B. 2004. Effects of cold smoking procedures and raw material characteristics on product yield ve quality parameters of cold smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar L.*) fillets. Food Research International. 37; 273-286.

Boran, G., Boran, M. and Karacam, H. 2008. Seasonal changes in proximate composition of anchovy ve storage stability of anchovy oil. Journal of Food Quality. 31; 503–513.

Bugueno, G. Escriche, I. Martinez-Navarrete, N. Mar Camacho, M. and Chiralt, A. 2003. Influence of storage conditions on some physical ve chemical properties of smoked salmon (*Salmo salar*) processed by vacuum impregnation tecniques. Food Cemistry 81; 85-90.

Cantoni, C. 1993.Indice Batteriologici e chimice per valuttare la qualita del salmone affumicato. Industrie Alimentarie, XXXII, 842-845.

Cardinal, M., Cornet , J., Serot, T., and Baron, R., 2006. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) ve relationships wit phenolic compound content. Food Chemistry, 96; 137-146.

Cardinal, M., Gunnlaugsdottir, H., Bjoernevik, M., Ouisse, A., Vallet, JL., ve Leroi, F. 2004. Sensory characteristics of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) from European market ve relationships with chemical, phisical ve microbiological measurements. Food Research International, 37; 181-193.

Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Morkore, T., Thomassen, T., Thomassen, M., and Vallet, JL. 2001. Relation of smoking parameters to the yield, color ve sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). Food Research International, 34; 537-550.

Charles, R., Harper, M.D. and Jacobson, T.A. 2001. The fats of life: the role of omega–3 fatty acids in the prevention of coronary heart disease. Arch Intern Med., 161; 2185-2192.

Che Man, Y.B. and Ramadas, J. 1998. Effected of packaging environment on quality changes of smoked spanish mackarel under under refrigeration. Journal of Food Quality, 21;167-174.

Civera, B., Parisi, E., Amerio, G.P., and Giaccone, V. 1995. Shelf-life of vacuum packed smoked salmon: microbiological ve chemical changes during storage. Arching fur lebensmittelhygiene, 46; 1-24.

Connell, J.J. 1990. Methods of assesing ve selecting for quality. In control of fish quality (3rd ed., pp. 122-150). Oxford: Fishing News Books.

Dijinovic, J., Popovic, A. and Jira, W. 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia. Meat Science, 80; 449-456.

Dimitridau, D., Zotos, A., Petridis, D. and 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.

Doe, PE. 1998. Fish drying ve smoking, production and quality (Chapter four). CRC Press LLC, pp 89-115.

Dondero, M., Cisternas, F. and Carvajal, L. 2004. Changes in quality of vacuum-packed cold smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature. Food Chemistry, 87;543-550.

Dondero, M., Cisternas, F., Carvajal, L. and Simpson, R. 2004. Changes in quality of vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature. Food Chemistry, 87; 543-550.

Duffes, F. 1999. Improving control of *Listeria monocytogenes* in cold smoked salmon. Trends in Food Science ve Technology, 10; 211-216.

Duman M. ve 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.

EC (European Commission). 2006. Commision Regulation No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. L 364/5-L364/24 p.

Erkan, N. (2000) Su ürünlerinde sıvı duman kullanımı. Dünya Gıda Dergisi, 2000-5.

Erkan, N. and Ozden, O. 2007. Proximate composition ve mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. Food Chemistry. 102; 721-725.

Espe, M., Kiessling, A., Lunestad, B.T., Torrissen, O.J. and Rora, A.M. 2004. Quality of cold smoked salmon collected in one French hypermarket during a period of 1 year. Lebensm.-Wiss. U.-Technol., 37;627-638.

Espe, M., Nortvedt, R., Lie, O. and Hafsteinsson, H. 2002. Atlantic salmon (*Salmo salar,* L.) as raw material for the smoking industry. I: effect of different salting methods on the oxidation of lipids. Food Chemistry, 75;411-416.

Falcon, M.S., Amigo G.S., Lage Yusty M.A., Lopez de Alda Villaizan M.J. and Simial Lozano J. 1996. Enrichment of benzo(*a*)pyren in smoked food products and determination by high-performance liquid chromatography- florescence detection. Journal of Cromotography. 753; 207-215.

Gancel, F., Dzierszinski F. and Tailliez, R. 1997. Identification characterization of *Lactobacillus* species isolated from fillets of vacuum-packed smoked ve salted herring (*Clupea harengus*). Journal of Applied Microbiology, 82; 722-728.

Gonzales-Rodriguez, M.N. Sanz, JJ., Santos, JA., Otero, A. and Garcia-Lopez, ML. 2002. Numbers and types of microorganisms in vacuum-packed cold-smoked freshwater fish at the retail level. International of Journal of Food Microbiology, 77; 161-168.

Goulas, A.E. and Kontaminas, M.G. 2005. Effect of salting and smoking method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical ve sensory attributes. Food Chemistry, 93; 511-520.

Göğüş, K.A. 1988. Su ürünleri işleme teknolojisi. KATÜ Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Ders Teksirleri 19, 234, Trabzon.

Göğüş, K.A. ve Kolsarıcı N. 1992. Su ürünleri teknolojisi. Ankara Üniversitesi ziraat Fakültesi Yayınları yayın no 1243, 261, Ankara.

Gram, L. 2001. Potential hazards in cold smoked fish: *Listeria monocytogenes*. Journal of Food Science, 66(7); 1072-1081.

Gram, L. and Huss, HH. 1996. Microbiological spoilage of fish ve fish products. International of Journal of Food Microbiology, 33; 121-137.

Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. 1994. Besin kirliliği. Aydoğdu Ofset, 28, Ankara.

Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M. 1999. Su ürünleri işleme teknolojisi. Şahin Matbaası, 366, Ankara.

Günlü, A. 2007. Yetiştiriciliği yapılan deniz lavreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) dumanlama sonrası bazı bileşenlerindeki değişimler ve raf ömrünün belirlenmesi. Doktora tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, 136, Isparta.

Hanne, L., Jensen, K.N., Hylding, G., Nielsen, H.H. and Nielsen J. 2007. Changes in liquid-holding capacity, water distribution ve microstructure during chill storage of smoked salmon. Journal of the Science of Food ve Agriculture. 87; 2684-2691.

Hans, H.H. 1997. Control of indigenous pathogenic bacteria in seafood. Food Control, 8(2); 91-98.

Hansen, L.T., Gill, T., Rontved, SD. and Hus, H.H. 1996. Importance of autolysis and microbiological activity on quality of cold smoked salmon. Food Research International. 29(2); 181-188.

Hattula, T., Elfving, K., Mroueh, U.M. and Luoma, T. 2001. Use of Liquid Smoke Flavouring as an Alternative to Traditional Flue Gas Smoking of Rainbow Trout Fillets (*Oncorhynchus mykiss*). Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. 34 (8); 521-525.

Higdon, J. 2005. Esansiyel (omega–3 ve omega–6) yağ asitleri. Linus Pauling Enstitüsü, 203, İngiltere.

Huis in't Veld, J.H.J. 1997. Microbial ve biochemical spoilage of foods: an overview. International of Journal of Food Microbiology, 33; 1-18.

Jira, W. 2004. A GC/MS method fort he determination of carcinogenic Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in smoked meat products ve liquid smokes. Eur Food Res. Technol., 218; 208-212.

Joffraud, J.J. Cardinal, M., Cornet, J., Chasles J.S., Leon, S., Gigout, F., and Leroi, F. 2006. International of Journal of Food Microbiology, 112;51-61.

Kamangar, F., Dores, G.M., and Veerson, WF. 2006. Patterns of cancer ıncidence, mortality, and prevalence across five continents: defining priorities to reduce cancer disparities in different geographic regions of the world. Journal of Clinic Ocology, 24; 2137-2150.

Kaya, Y. Duyar, HA. ve Erdem, ME. 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4); 365-370.

Kim, Y.M., Paik, H.D. and Lee, D.S. 2002. Shelf-life characteristics of fresh oysters and ground beef ad affected by bacteriocin-coated plastic packaging film. Journal of the Science of Food ve Agriculture, 82; 998-1002.

Kolsarıcı, N. ve Güven, T. 1998. Sıvı tütsü kullanımının frankfurter sosislerin depolama stabilitesine etkisi. Tr. J. of Veterinary ve Animal Sciences, 22; 379-388.

Kolsarıcı, N. ve Özkaya, Ö. 1998. Gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi. Tr. J. of Veterinary ve Animal Sciences, 22; 273-284.

Kose, S. and Erdem, M.E. 2004. An Investigation of Quality Changes in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Stored at Different Temperatures. Turk J Vet Anim Sci. 28; 575-582.

Krizek, M., Vacha, F., Vorlova, L., Lukasova, J., and Cupakova, S. 2004. Biogenic amines in vacuum-packed ve non-vacuum-packed flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures. Food Chemistry, 88; 185-191.

Larsson, B.K. (1982). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish. Z. Lebensm Unters Forsch, 174; 101-107.

Lawrence, J.F. and Weber, D.F. 1984. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in some Canadian commercial fish, shellfish, ve meat products by liquid chromatography with confirmation by capillary gas chromatography-mass spectrometry. J. Agric. Food Chem. 32 (4); 789–794.

Lee, K.W. and Lip, G.Y.H. 2003. The role of omega–3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. Q J Med, 96; 465- 480.

Loje, H., Jensen, K.N., Hyldig, G., Nielsen, H.H. and Nielsen, J. 2007. Changes in liquid-holding capacity, water distribution ve microstructure during chill storage

of smoked salmon. Journal of the Science of Food ve Agriculture, 87; 2684-2691.

Lopez-Cabellero, M.E., Perez-Mateos, M., Montero, P. and Borderias, A.J. 2000. Oyster preservation by high-pressure treatment. Journal of Food Protection, 63(2); 196-201.

Ludorf, W. and Meyer, V. 1973. Fische und fischerzeugnisse. Verlag Paul Parey, Printed in Germany bei A. W. Hayn's Erben.

Lyhs, U., Lahtinen, J., Frederiksson-Ahomaa, M., Hyytia-Trees, E., Elfling, K. and Korkeala, H. 2000. Microbiological quality ve shelf life of vacuum packaged 'gravad' rainbow trout stored at 3 ve 8^{o}C. International of Journal of Food Microbiology, 70; 221-230.

Martinez, O., Salmero'n, J., Guille'n, M.D. ve Casas, C. 2007. Textural ve physicochemical changes in salmon (*Salmo salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings. Food Chemistry: 100; 498-503.

Martinez, O., Salmeron, J., Guilen, M.D. and Casas, C. 2004 Texture profile analysis of meat products treated with commercial liquid smoke flavourings. Food Control. 15; 457-461.

Moret, S. and Conte, LS. 2002. A rapid method for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons determination in vegetable oil. Journal of Separation Science, 25; 96-100.

Moret, S., Lanfranco, C. and Dean, D. 1999. Assesment of Polycyclic aromatic hydrocarbon content of smoked fish by means of fast HPLC/HPLC method. J. Agr. Food Chem., 47; 1367-1371.

Muratore, G. and Licciardello, F. 2005. Effect of vacuum ve modified atmosphere packaging on the shelf-life of liquid-smoked Swordfish (*Xiphias gladius*) slices. Food Chemistry ve Toxicology, 70(5); 359-363.

Muratore, G., Mazzaglia, A., Lanza, C.M. and Licciardello, F. 2007. Effect of process variables on the quality of swordfish fillets flavored with smoke condensate. Journal of Food Processing ve Preservation. 31: 167-177.

Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K. ve Rodwell, V.W. 1993. Harper'in Biyokimyası. Barış Kitapevi, 1025, İstanbul.

Nortwitz, W. 1970. Drained Weight Determination of Frozen Glazed Fish ve Other Marine Products, Method of Analysis of The AOAC.

Ofstad, G., Kidman, S., Olsen, R.L. and Hermansson, A.M. 1995. Liquid holding capacity and structural changes in comminuted salmon (*Salmo salar*) muscle as influenced by pH, salt ve temperature. Lebemsmittel Wissenschaft und Technologie, 28; 329-339.

Oğuzhan, P., Angiş, S., Haliloğlu H.İ. and Atamanalp, M. 2006. Gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında sıcak tütsüleme sonrası kimyasal kompozisyon değişimleri. EÜ. Su Ürünleri Dergisi, 23 (1/3); 465-466.

Phillips, D.H. 1999. Polycyclic sromatic hydrocarbons in the diet. Mutation Research, 443;139-147.

Polat, A. 1996. Ringa (*Clupea harengus*) ve uskumru (S*comber scombrus*) filetolarının renk ve duyusal kalitesi üzerine iki farklı tütsüleme tekniğinin etkileri. E.Ü.Su Ürünleri Fak. Dergisi,13; 29-33.

Porsby, C.H. Vogel, B.F. Mohr, M. and Gram, L. 2008. İnfluence of processing steps in cold smoked salmon production survival ve growth of persistent ve presumed

non persistent *Listeria monocytogenes*. International Journal of Food Microbiology, 122; 287-295.

Prost, C. 2007. Journal of the Science of Food ve Agriculture, 87; 847-854.

Rora, A.M.B., Birkelve, S., Hultmann, L., Rustad, T., Skara, T. and Bjerkeng, B. 2005. Quality characteristics of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets high in soybean or fish oil as affected by cold-smoking temperature. Lebensm.-Wiss. U.-Technol., 38; 201-211.

Rorvik, L.M. 2000. *Listeria monocytogenes* in the smoked salmon industy. International Journal of Food Microbiology, 62;183-190.

San Giovanni, J.P. and Chew, E.Y. 2005. The role of omega–3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. Progress in Retinal ve Eye Research, 24(1); 87-138.

Schneider, W. and Hildebraout, G. 1994. Undtersuchungen zur lager-fahigkeit von vakuumverpacketetem raücherlachs. Arch. Lebensmittelhyg, 35; 60-64.

Schubring, R. 2006. Thermal stability, texture, liquid holding capacity ve colour of smoked salmon on retail level. 445; 168-178.

Serot, T., Baron, R., Knockaert, C., and Vallet, J.L. 2004. Effect of smoking processes on the contents of 10 major phemolic compounds in smoked fillets of herring (*Cuplea harengus*). Food Chemistry, 85; 111-120.

Shahidi, F. and Botta, J.R. 1994. Seafoods: Chemistry, processing technology ve quality. Great Britain by St. Edmondsbury Press, 341, Suffolks.

Shewmake, R.A. and Huntington, M.K. 2009.Nutritional Treatment of Obesity. Prim Care Clin Office Pract. 36; 357–377.

Sigurgisladottir, S., Sigurdardottir, M.S., Torrisen, O., Vallet, J.L. and Hafsteinsson, H. 2000. Effects of different salting ve smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. Food Research International, 33; 847-855.

Sikorski, E.Z. and Kolodziejska, İ. 2002. Microbial risks of mild hot smoking of fish. Critical Reviews in Food Science ve Nutrition, 42(1); 35-51.

Simko, P. 2005. Factors affacting elimination of polycyclic aromativ hydrocarbons from smoked meat foods and liquid smoke flovorings. Mol Nutr. Food Res, 49; 637-647.

Simon, R. La Calle, B.Palme, S. Meier, D. ve Anklam, E. 2005. Composition ve analisis of liquid smoke flavouring primary products. Journal of Sep. Sci. 28; 871-882.

Siskos, I., Zotos, A. and Taylor, K.A. 2005. The effect of drying, pressure and processing time on the quality of liquid-smoked trout (*Salmo gairdnerii*) fillets. Journal of the Science of Food ve Agriculture, 85: 2054-2060.

Siskos, I., Zotos, A., Melidou, S. and Tsikritzi, R. 2007. The effect of liquid smoking of fillets of trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological ve chemical changes during chilled storage. Food Chemistry. 101: 458-464.

Smedes, F. and Thomasen, T.K. 1996. Evaluation of the blight ve dyer lipid determination method. Marine Pollution Bulletin, 32: 8/9 681-688.

Stohr, V., Joffraud, J.J., Cardinal, M. and Leroi, F. Food Research International, 34; 797-806.

Stolyhwo, A. and Sikorski, Z.E. (2005). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish- a critical review. Food Chemistry, 91; 303-311.

Treadwell, F.P. and Hall ,W.T. 1928. Analytical Chemistry, 2, 7th ed. John Wiley ve Sons, Inc.

Trondsen, T., Braaten, T., Lund, E. and Eggen, A.E. 2004. Health ve Seafood Consumption PatternsAmong Women Aged 45-69 Years. A Norwegian Seafood Consumption Study. Food Quality ve Preference, 15; 117-128.

Turan, H., Kaya, Y. ve Sönmez, G. 2006. Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. EÜ. Su Ürünleri Dergisi 23(1/3); 505-508.

Turk, M., Tuite, P.K. and Burke, L.E. 2009.Cardiac Health: Primary Prevention of Heart Disease in Women. Nurs Clin N Am. 44; 315–325.

Ünlüsayın, M., Aksoylar, M.Y. ve Gülyavuz, H. 2001. Bazı tatlısu balıklarının sıcak dumanlama sonrası lipitlerindeki kimyasal değişimler. Türk J. Vet. Anim. Sci. 25; 341-348.

Varlet, V., Serot, T., Knockaert, C., Cornet, J., Cardinal, M., Monteau, F., Bizec, B. and Prost, C. 2007. Organoleptic characterization ve PAH content of salmon (*Salmo salar*) fillets smoked according to four industrial smoking techniques. Journal of the Science of Food ve Agriculture. 87; 847-854.

Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T. 2004. Su ürünleri işleme teknolojisi. İstanbul üniversitesi yayınları 4465, 491, İstanbul.

Vescovo, M., Scolari, G. and Zacconi, C. 2006. Inhibition of *Listeria innocua* growth by antimicrobial-producing lactic acid cultures in vacuum-packed cold-smoked salmon. Food Microbiology, 23; 689-693.

Visciano, P., Perugini, M., Conte, F. and Amorena, M. (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbonsin farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by

traditional flue gas smoking ve by liquid smoke flavourings. Food and Chemical Toxicology, 46;1409-1413.

Vural, H. ve Öztan, A. 1996. Et ve Ürünleri Kalite kontrol laboratuarı uygulama klavuzu. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, yayın no: 36, Ankara.

White, R.H. , Howard, J.W. and Barnes, CJ. 1997. Determination of Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavors. Journal Agr.Food Chemistry,19 (1); 1971-1978.

Yanar, Y. Çelik, M. and Akamca, E. 2006. Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4 ˚C. Food Chemistry. 97; 244-247.

Yücecan, S. ve Baykan S. 1981. Gıda kimyası, gıda kontrolü ve analizleri, M.E.B. Temel Ders Kitabı, Yayın No:5, s.51-53, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Zayde ALÇİÇEK
Doğum Yeri : Elazığ
Doğum Tarihi : 17.10.1983
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili :İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lisans : Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 2006
Doktora : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Devam ediyor.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği ABD, 2007- devam ediyor.

Yayınları (SCI ve diğer):

Atar HH. **Alçiçek Z.** ve Zencir Ö. 2009. Hedef dışı avcılık ve sucul ekosistem üzerine etkileri. 9. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi,7-10 Ekim Nevşehir. 225.

Alçiçek Z. ve Atar HH. 2009. Sürdürülebilir Su Ürünleri. Ulusal Su Günleri, Elazığ.

Atar H.H.ve **Alçiçek Z.** 2009. Su Ürünleri Paketlemede Yeni Bir Trend: Biyo-Paket (Poster Bildiri).15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize.

Alçiçek Z. ve Atar H.H. 2009. Su Ürünleri Sektöründe Sıvı Tütsüleme (Poster Bildiri).15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize.

Atar, HH. ve **Alçiçek, Z.** 2008. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına ve Su Canlılarına Etkisi. Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı: 351 Sayfa: 4

Atar, HH ve **Alçiçek, Z.** 2009. Seafood Sector in Turkey. 3.TAFT Conference 15-18 September, Copenhagen.

Alçiçek, Z. Bekcan, S. ve Atar, HH. 2009. Farklı tuz oranları ile sıvı tütsülenmiş alabalıkların duyusal özellikleri ve et veriminin incelenmesi. Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı:352 sayfa: 18.

Alçiçek, Z. Keskin, E.2008. Yunuslar, Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı: 350 Sayfa: 54

Keskin, E. ve **Alçiçek, Z.** 2008. Denizlerdeki Tehlike: Biyo- İstila. Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı: 350 Sayfa: 24

Alçiçek, Z. Yaz, Y. ve Karakaya, G. 2006. *Yersinia ruckeri* ile Enfekte Edilen Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*)' nın Bazı Kan Parametrelerinin İncelenmesi.22-24 Mayıs 2006 tarihlerinde Muğla Üniversitesi 3. Su Ürünleri Öğrenci Sempozyumu Bildiri Kitabı, syf:10.

Atar, H.H. ve **Alçiçek, Z.** 2008. A New Trend of Fish/Shellfish Packaging: Biopackaging, First International Congress of Seafood Technology, (18-21 May), İzmir, Çeşme.

Atar, HH. ve **Alçiçek, Z.** 2009. Su Ürünleri ve Sağlık. TAF Prev Med Bull 8 (2): 173-176.

Atar, HH. ve **Alçiçek, Z.** 2009. Su Ürünleri Sektöründe Sürdürülebilirlik. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 2 (2): 35-40.

Zencir Ö. **Alçiçek Z.**ve Uysal UE. 2009.Deniz ve iç su ekosistemlerinde balık faunasını etkileyen faktörler.9. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi,7-10 Ekim Nevşehir.292.

Köse, S. Gökoğlu, N. Mol Tokay, S. Baygar, T. Özer, NP. Arık Çolakoğlu, F. Meriç, İ. ve **Alçiçek, Z.** 2010. Türkiye'deki su ürünleri işleme sektörünün durumu sorunları ve çözüm önerileri. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi 11-15 Ocak 2010, Bildiriler Kitabı-2, 821-852.

Alçiçek, Z. ve Bekcan, S. 2009. Farklı sıvı tütsülerin buzdolabı koşullarında depolanan vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhyncus mykiss*) filetoları üzerine duyusal kalite açısından etkileri. Ziraat Mühendisliği Dergisi, 353;18-21.

Alçiçek, Z. ve Bekcan, S. 2010. Kekik bitkisi (*Thymus vulgaris*) ile tütsülenmiş alabalık (*Oncorhynchus mykiss*)'ta duyusal parametre değişimleri. Ziraat Dünyası Dergisi 512; 62-63.

Alçiçek, Z. Zencir, Ö. Çelik Çakıroğulları, G. ve Atar, HH. 2010. The effect of liquid smoking of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) fillets on sensory, meat yield, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) content ve chemical changes. Journal of Aquatic Food Product Technology, (Revision).